

Velkommen til Faget Meteorologi Trin 3

Målet for faget er at komme nærmere ind på følgende emner:

Turbulens, vindstød

- Mekanisk
- Vindskift og vindskæring
- Termik

Fronter, cumulonimbus, højdevind, vindstød, stærkt løft

Briser

Materiale: Den danske
paragliderhåndbog, s. 47-54, 110-112,
119-123, 172-175, 178-179

Rigtig god fornøjelse!
Uddannelsesudvalget DHPU



I dette modul går vi mere i dybden med turbulens og vindstød, idet du på trin 3 får mere og mere erfaring med at flyve frit, og derfor skal tage selvstændige beslutninger ud fra vurderinger af vind og vejr på dit flyvested.

Forståelse af turbulens handler ikke blot om at kunne identificere områder/steder med potentielt farlige flyveforhold. Det handler også om at få en forståelse for hvilke begrænsninger du selv og dit udstyr giver dig.

På dette stadie begynder du formentlig også at kigge på forskellige vejrudsigter, prognoser – og det kan være værdifuldt at blive mere og mere fortrolig med at læse disse og danne din egen holdning til, hvilke betingelser, der forudsiges for din træning.

Det er ikke pensum til dette trin, men hvis du har brug for en læsepause, så kan vi anbefale at besøge sider som nedenstående.

Der findes en del apps, både i gratis og betalt version, som du måske henad vejen vil kunne få glæde af. I første omgang handler det om at blive god til at tolke den/de sider, du starter med.

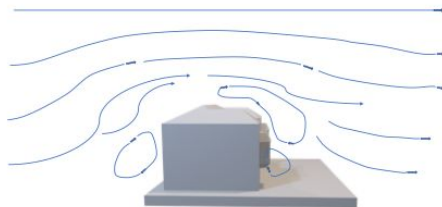


Turbulens, vindstød

I sidste modul kom vi kort ind på emnet mekanisk turbulens og vindstød. Vi går her lidt mere i dybden.

Bag- eller læside af forhindringer, træer, bygninger, bakker, bjerge

Fra omkring en kilometer over jordoverfladen og oppefter bliver vinden ikke påvirket af Jordens overflade. I de lavere lag af atmosfæren bliver vindens hastighed derimod påvirket af friktionen mod jordoverfladen. Man sondrer mellem terrænets ruhed, påvirkningen fra lægivere i landskabet og påvirkningen fra landskabets konturer (også kaldet områdets orografi).



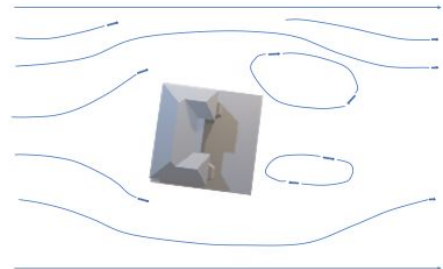
Vind, der blæser omkring en lægiver (bygning) set fra siden. Læg mærke til den cirkulære turbulens (rotor) bag lægiveren.

Lægivere

Lægivere bremser vinden. Hvor meget vindhastigheden falder, afhænger af lægiverens porøsitet, dvs. hvor "åben" genstanden er. Porøsitet er defineret som det åbne areal divideret med det totale areal af genstanden vinkelret på vindretningen.

En bygning er selvfølgelig massiv, og har porøsiteten nul, hvorimod et træ om vinteren (uden blade) kan lade mere end halvdelen af vinden passere. Om sommeren kan træers løv være meget tæt, og dermed kan porøsiteten falde til under en tredjedel.

En genstands bremsevirkning på vinden øges med genstandens højde og længde. Lævirkningen er selvfølgelig størst tæt på genstanden og tæt ved jorden.



Vind omkring en lægiver (en bygning) set fra oven. Også her ses cirkulær turbulens på det horisontale plan

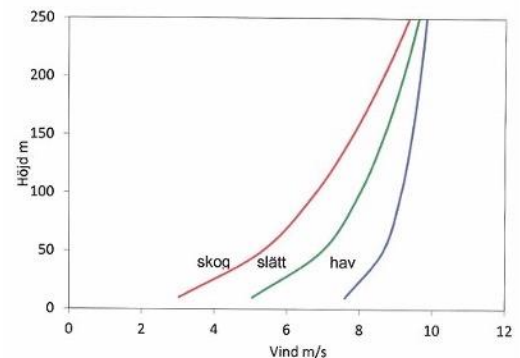
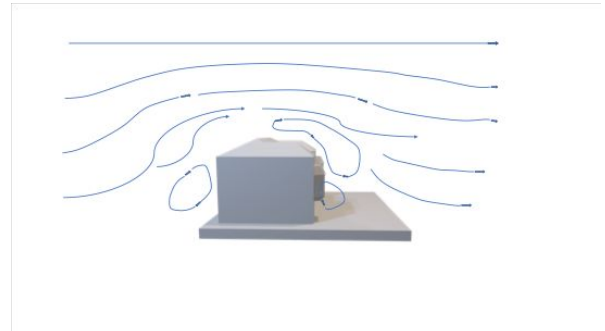
Turbulens, vindstød - Mekanisk: Gradient

Som du kan se på illustration her til højre, så vil vindstød af mekanisk art være størst tættest på jorden, hvor vinden bremses op og skal op i fart igen efterfølgende. Vindstød på grund af mekaniske forhold vil blive mindre med højden, og således ende med at indgå i den fremherskende laterale vind.

Husk igen på, at vindstød er forskel på vindretning og/eller styrke, og såfremt der kun er mekanisk turbulens, vil vindstød aftage med højden.

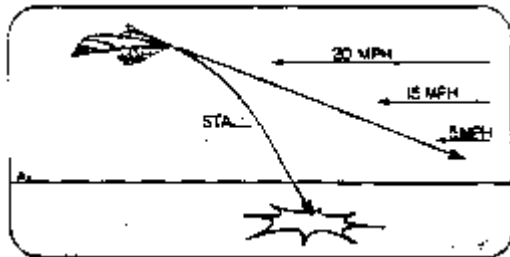
Forestil dig nu, hvad gradienten er i et bjergrigt område, når det gælder mekanisk turbulens og vindstød. Det er relativt kompliceret, idet døgnets variationer, solindstråling, fremherskende vindretninger, tryk etc. kan have indflydelse på forholdene.

Turbulens og vindstød vil næsten altid være til stede under kraftige vindforhold.



Men selv ved vindforhold, hvor især paraglidere og hangglidere opererer vil der kunne være omstændigheder ved startsted eller landingssted, hvor gradient vil give udfordrende og til tider deciderede farlige forhold. Ved flyvning på nye steder skal du altid forhøre dig lokale piloter, for at få en god introduktion til landskabets særlige udfordringer ved vinde i forskellige retninger og hastigheder.

På kendt start og landingsområde er det relativt nemt at forudsige (forhåbentlig lander du et sikkert sted, i fladt terræn, og med så få læskabende forhindringer i nærheden). Men skal du på et tidspunkt udelande, vil det være vigtigt, at du er i stand til at vurdere terrænets evne til at skabe mekanisk turbulens og vindstød.



Det er desuden vigtigt at være opmærksom på, at ved en høj vindgradient (høj forskel mellem højdevind og vind ved jorden) i kombination med vindstød, vil det kunne forårsage en momentan ændring af din TAS (True Air Speed) og dermed vingens bæreevne. Dette vil i ekstreme situationer kunne medføre et dyk før landing eller i værste fald et stall.



Hvor vil du opleve størst vindgradient?

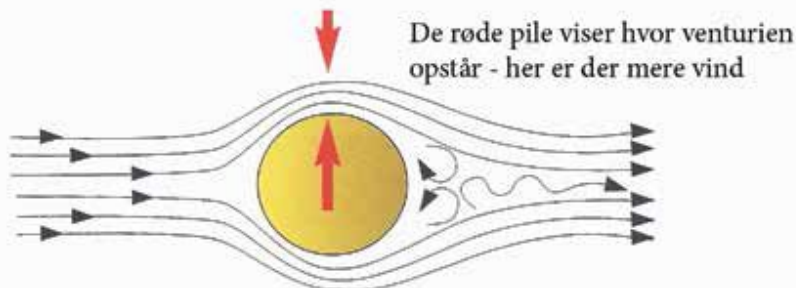
- over skoven
- over havet
- over en flad mark
- over længere tid

Hvornår er det en god ide at briefe sig omkring vind og landskab?

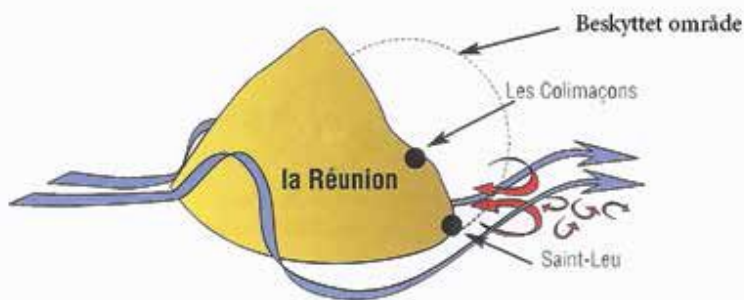
- aldrig
- især om foråret
- før hver flyvning
- en gang om året

se svar nederst på næste side

Vindens bevægelser omkring forhindringer

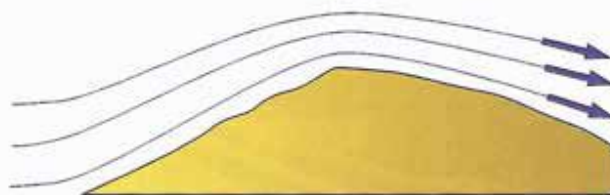


På læsiden er der turbulens, men også et beskyttet område med læ, hvis forhindringen er stor nok (som en ø i havet, f.eks. La Reunion)

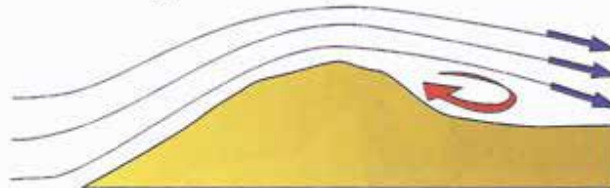


Vindsiden

Læsiden



Laminær strømning på både vind- og læsiden når bakkens sider ikke er stejle



Rotor på læsiden af en bakke med stejl læside



Stort område med farlig turbulens på læsiden af en stejl bakke

Termik

I løbet af dagen, når solen får bedre fat, vil jorden blive varmet op og dermed varme luften op lige over jorden. Når luften på et tidspunkt er blevet varm nok, vil den presses til vejrs af den omgivende, koldere og tungere luft. I almindelig tale “går der en boble”.

Når boblen går, vil der opstå vind, der vil løbe derhen, hvor termikboblen er lettet fra og indikere, hvor boblen er henne. Vinden kan komme overraskende hurtigt og give udfordringer med vindstyrken, fx hvis man står og ground handler i nærheden.

Da der sagtens kan gå flere bobler i nærheden af, hvor man befinder sig, kan man opleve, at der kommer vindstød fra skiftende retninger med jævne mellemrum. Det betyder måske ikke så meget, når man ground handler, men hvis man er på de sidste højdemeter på vej til landing, kan det være ret ærgerligt, at vinden pludselig kommer bagfra. Hold godt øje med vindsokken, og hold en god hastighed og “nul brems” under indflyvningen, så du har overskudsfart til at håndtere overraskelser!



Hvor vil du opleve størst vindgradient?

- a) over skoven
- b) over havet
- c) over en flad mark
- d) over længere tid

Hvornår er det en god ide at briefe sig omkring vind og landskab?

- a) aldrig
- b) især om foråret
- c) før hver flyvning
- d) en gang om året

se svar nederst på næste side

Fronter

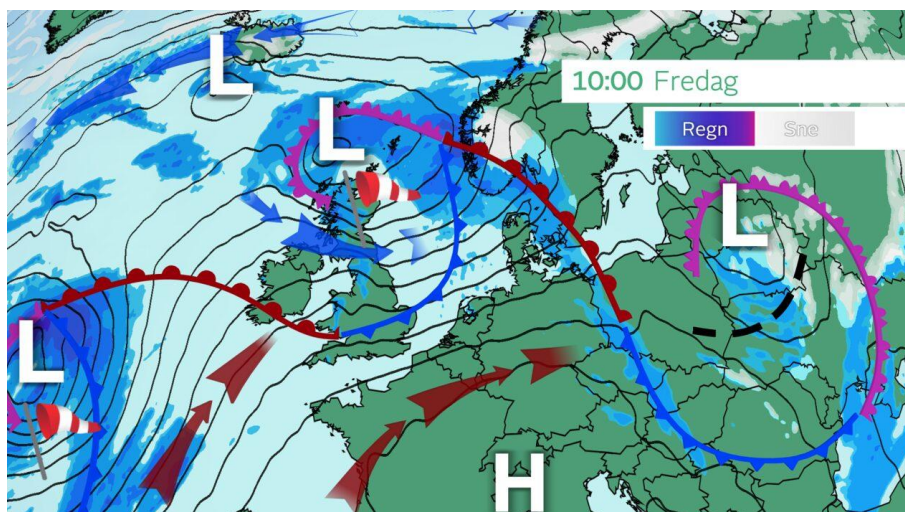
Vi kommer til at gå i dybden med dannelse af fronter i modulet Meteorologi Trin 4. Men her skal vi kort gennemgå, hvordan fronter opstår, og deres medfølgende vejrphenomener.

Herunder ser du en meget typisk situation med indtil flere lavtryk og tilhørende fronter, både varmfronter, koldfronter og okklusioner. Hele systemet har sin oprindelse ude over den nordlige del af Atlanten, hvor mødet mellem den kolde polarluft og den varmere tropikluft skaber et lavtryk, der uddybes og vokser under sin rejse østpå.

Det, vi oftest kalder et “frontsystem”, består af først en varmfront, efterfulgt af en varmezone og dernæst en koldfront. Det medfølgende vejr er karakteristisk for luftmasserne, men kan naturligvis være forskelligt afhængigt af årstid, temperatur, luftfugtighed, trykforskelle (isobarafstande) og meget mere.

Når koldfronten indhenter varmfronten (fordi koldfronten rejser hurtigst), så opstår en okklusion. Dette er tegn på, at frontsystemet er ved at “gå i opløsning”.

Det altoverskyggende for dig er at du bliver god til at læse oversigtskort og dermed kunne forudsige fronters komme. Her en god [side](#) at studere.



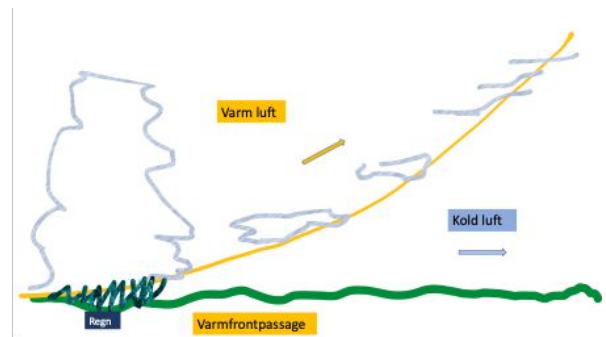
Typisk forløb af frontpassage.

Varmfront:

En varmfrent er ofte forbundet med lavtryk. Varm luft er lettere end kold luft, fordi den har lavere tryk end den omgivende køligere luft. Den varme luft vil, fordi den er lettest, glide over det kolde luftlag. Derved dannes lette skyer der senere fortætter og danner nedbør. En varmfrent byder på tiltagende dårligere forhold for flyvning indtil frontpassagen. Fra det øjeblik du begynder at kunne se de første høje cirrus-skyer, og indtil fronten ankommer, vil der typisk gå ca. 24 timer. Efter en frontpassage på den nordlige halvkugle vil vinden dreje lidt mod højre (fx fra SV til V).

Turbulensen i forbindelse med en varmfrentpassage vil hovedsageligt forekomme i forbindelse med selve frontpassagen, hvor der kan være både skydannelse (også altocumulus) og vindskift, og ikke mindst regn.

En varmfrent lyder måske charmerende, men den medfører trist vejr for piloter.



Hvilke skyer forbinder du med vejret, når der er en varmfrent på vej?

- a) cumulus
- b) tåge
- c) cirrus (fjerskyer)
- d) altocumulus

Hvor højt op går en front?

- a) ca 5 km
- b) ca 10 km
- c) det afhænger af området
- d) det afhænger af luftfugtighed

se svar nederst på næste side

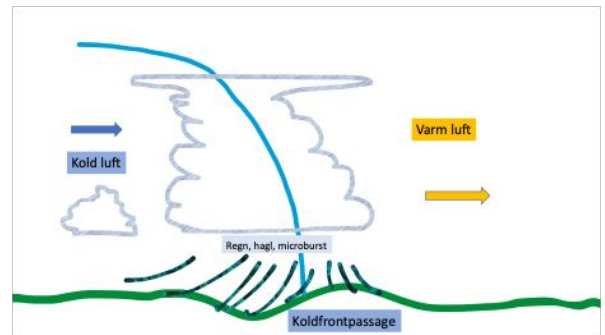
Koldfront:

Når en koldfront passerer et område, vil varm luft blive erstattet af kold luft. Koldfronten har en ret stejl hældning og vil dermed komme ganske hurtig.

Den bastante, kolde luft fungerer nærmest som en sneplov, der sender den varme luft til vejrs (kraftig termik), hvorved der bliver dannet frontskyer i form af Cumulus (Cu) eller de forvoksede af slagsen, som vi kalder Cumulonimbus (Cb), som de fleste kender som tordenskyer, selvom de ikke behøver at indeholde torden..

Nedbørsområdet vil være ret smalt på grund af den stejle front, og nedbøren vil ofte være bygeagtig fra de voldsomme Cu/Cb-skyer. Det vil ofte ende med større nedbørsmængder, kraftige vindstød og dermed turbulens, og i forbindelse med koldfronten kan vi også opleve tordenvejr. Vinden vil normalt dreje fra sydvest til nordvest ved koldfrontspassagen. Koldfronten selv bevæger sig med ca. 60% af vindhastigheden.

Flyv ikke i nærheden af fronter. Pak sammen i god tid (især, når en koldfront nærmer sig).



Hvilken front kommer normalt først på den sydlige halvkugle

- Koldfront
- Okklusion
- Varmfront
- Lunkenfront

Hvor dannes frontsystemerne, som rammer Danmark normalt

- over Sibirien
- over de Britiske Øer
- Over Atlanten
- Tæt på ækvator

se svar nederst på næste side

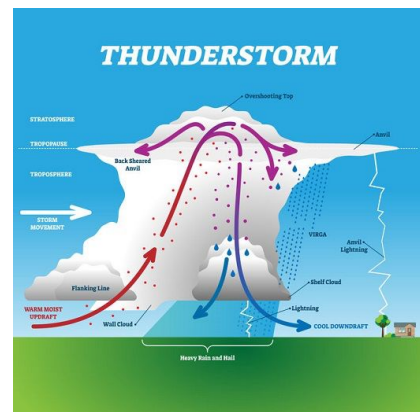
Turbulens, Cumulonimbus (Cb)

Hvis der er Cumulonimbus-skyer i sigte, så vælger professionelle og andre piloter altid en omvej!

Skyerne kan blive meget høje og meget store i udbredelse. Inde i skyen er der ofte kraftige lodrette vinde, hvor små støvpartikler kan fange og fastfryse regndråber, der i værste fald kan udvikle sig til store hagl, der farer op og ned inde i den store sky. Det skaber elektriske gnidninger, der kan ende som lyn.

Løftet i en Cb er målt op til 45 m/s. Det svarer til, at du med dit egensynk på ca. 1 m/s kan stige med cirka 150 km/t OG blive grillet af et lyn. Det siger nok sig selv, men vi gentager for en god ordens skyld:

WARNING
Man flyver **ALDRIG** i nærheden af en CB og man bliver på jorden, hvis der er optræk til tordenvejr



Selv når du står på jorden og evt. ground handler, vil du kunne opleve den intense turbulens, kraftige vindstød og vindskær, som en CB danner, om den er fritstående eller en del af en frontpassage. Vinden vil desuden skifte retning, og du vil måske kunne opleve netop situationen set her ovenfor mens skyen passerer: først vind i samme retning, som skyen bevæger sig, dernæst vindstille, og så vind den modsatte retning.

Briser

Forskkel fra vind

Er der en forskel – vind er vel bare vind? Både ja og nej. Vind er en samlet betegnelse for luftmolekyler i bevægelse. Brise beskriver en særlig kvalitet ved vind, der bevæger sig anderledes end f.eks vind skabt af frontsystemer.

Skabelse

Grundlæggende er mekanismerne for dannelse af vind de samme – vindens retning går fra et højere tryk mod et lavere tryk. Når det gælder briser, som betegner lette til kraftige vinde, så dannes de under særlige lokale forhold og specifikke steder, hvor der dannes trykforskelle som følge af døgnets rytme. Briser er vind, men vind er ikke briser. Vi bruger også betegnelsen “vind” i visse udtryk, selvom det måske burde hedde “brise”.

Dalbrise

Dalbrise er en vind, der bevæger sig op ad bjerget, og som forekommer i dagtimerne i bjergdale. Solen rammer altid toppen før dalen, og derfor er det denne der varmes op først.

Dalbrise opstår, når bjergtoppen bliver opvarmet og den varme luft hermed stiger op, så vil den blive erstattet af koldere luft fra dalen, og på den måde opstår brise

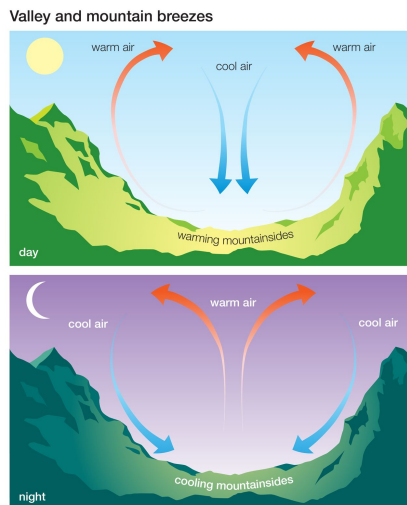


tak til flybubble.com

Dalbrise fortsat

Når den forsvundne luft i dalen skal erstattes, må ny luft strømme til. Hvis forsyningsvejen er forsnævret - fx i en dal indeklemmt mellem bjergene - kan vindhastigheden pga venturieffekten nede i dalen blive betragtelig. Ved Gardasøen kan man nemt have 10 m/s ved vandet.

Tilsvarende i resten af Alperne, hvor dalene kan opleve særdeles kraftige vinde midt på dagen. Så kraftige, at når man kommer til landing efter at have fløjet rundt i "vindstille" vejr højere oppe, er man kun i stand til at flyve baglæns nede i dalen. En højst ubehagelig situation.



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

Bjergbrise

Om aftenen og natten skifter brisen retning og bliver en bjergbrise, hvor den afkølede og dermed tungere luft fra bjergene løber ned i dalen og presser den lunere luft til vejrs. Denne vind kaldes en katabatisk (nedadgående).

Sent på dagen kan du således som pilot opleve dette fænomen som et blidt løft uden at den termiske turbulens er til stede. Typisk vil man ikke stige, men man synker meget langsomt, medens dalen køles af.

Det modsatte kan i øvrigt gøre sig gældende om dagen for dalbriser, som forklaret tidligere - at man bliver "presset ned" af luft, der flyder nedad midt i dalen.

Man skal derfor være opmærksom på døgnvariationen og den mulige tilstedeværelse af op- og nedvinde, og tilrettelægge flyvningen på en hensigtsmæssig og ikke mindst sikker måde.

Briser:

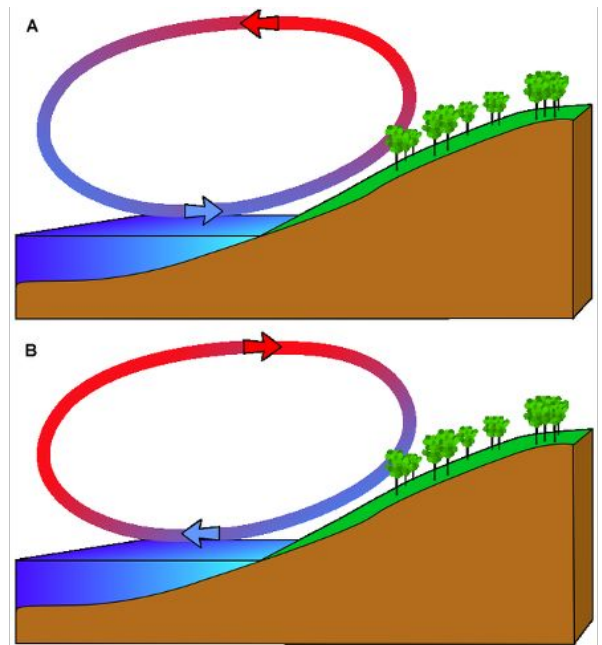
Søbrise/landbrise

Danmark er et land med meget vand og mange kyster. Et almindeligt fænomen, som skabes på dage med klarere vejr er søbrisen, som er en kølig, svag vind, der blæser ind mod land.

Princippet er det samme som al anden meteorologisk vind, hvor højtryk søger at erstatte lavtryk. I dette tilfælde skyldes luftens strømning mod land det faktum, at solens stråler hurtigere varmer landet op end havet. Derfor stiger temperaturen i de nederste luftlag over land, luften stiger til vejrs og skal så erstattes af den køligere luft, som typisk befinder sig ude over vandet. Fænomenet ses oftest om foråret og sommeren, hvor temperaturforskellen mellem land og hav er størst.

Søbrisen kan være så kraftig (fx ved Toftum Bjerge), at den kan vende den almindelige, meteorologiske vind. .

Landbrise er det modsatte fænomen, og sker på grund af en hurtigere nedkøling af land om natten, hvilket skaber en luftstrømning fra land mod vand.



Herover A: Søbrise B: Landbrise

Ved visse kyster kan forskellene i temperatur og lufttryk blive så store, at der dannes en decideret koldfront, hvor der kan opstå større cumulus skyer og torden.

Kender du til steder i Danmark, hvor vi har gode betingelser for at flyve på søbrise?

