



# Effekter

## Når luftlagene blander seg

Forestill deg at du har hatt rundt 10 knops jevn vind hele dagen, men nå er mørket på vei til å senke seg og du må ta et strategisk valg: Skal du holde deg nær land for å dra fordel av effekten fra land eller stikke til havs? Vi fortsetter vår serie om hvordan du skal tolke været. I denne artikkelen skal vi ta for oss hva som kan skje eller ikke skje når ulike luftlag blander seg på re-gattabanen.

TEKST:  
Wouter  
Verbraak

**V**inden har vært jevn hele dagen og mørket er på vei. Hva gjør du? Nær land kan det være favorisert strøm og lokale vindforhold, men på den andre siden så kan det være en risiko at vinden forsvinner tidlig om morgenen.

Hva skjer egentlig når vinden blir svakere nær land om natten? Og er det alltid tilfellet – eller er det omstendigheter som gjør at vinden holder seg sterk også gjennom natten?

Hvis vi skal gi et fornuftig svar på dette spørsmålet, må vi se på et fenomen som kalles «mixing».

I en normal, strukturert atmosfære blåser det mer desto høyere opp i luftlagene man kommer. Det er sterke vinder på 1000 meter og lette vinder ved overflaten på samme tid. Det er rimelig etter-som overflaten med sine hindre som trær, fjell og bygninger gjør



MORTEN JENSEN

◀ **NÅR MIXINGEN AVTAR:** Når natten faller på og temperaturen mellom land og vann avtar, reduseres mixing-effekten. Ved 04-06-tiden om morgenen kan det ofte lønne seg å søke ut fra land, for da kan det være mer vind der enn langs land.

flateluften. Da blir vindene vi seiler i mye svakere.

**BLANDEBATTERI.** Vi må se nærmere på dette fenomenet for å forstå hvilke faktorer som gjør at luften blander seg eller ikke.

Den første mekanismen som gjør at luft blander seg, er oppvarming, og for å forstå dette er det bare å tenke på en kjele med kokende vann. Når vi varmer opp vannet i en kjele, blir bunnen av kjelen varm slik at vannet begynner å koke. Det samme skjer i atmosfæren: Sola varmer opp bakken, som igjen varmer opp luften over. I likhet med vannet, vil luften begynne å «koke» og skape store bobler med varm luft som vil stige.

Det mest kjente tegnet på dette er de store cumuluskyene som utvikler seg over land i løpet av en varm sommerdag. I en mindre skala er det en konstant prosess med mange små bobler som stiger opp fra overflaten.

Prinsippet bak dette er at varm luft/vann er lettere enn kald luft/vann og dermed vil være over den kalde luften. Luften vil stige lik en varmluftsballong og først stanse når den kommer til et luftlag som har samme temperatur som den selv. Ettersom oppvarmingen av det nederste laget er så sterk, blir luften mye mer turbulent enn det som skjer inne i en varmluftsballong.

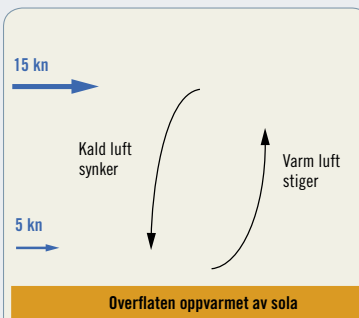
For å motvirke at det blir vakuum ved overflaten, må luften som stiger, erstattes av annen luft. Det skjer ved at kaldere luft synker fra høyere luftlag og ned til overflaten. Da har vi en konstant prosess med stigende og synkende bobler med luft. De synkende boblene tar ikke bare med seg kald luft, men også sterkere vind til overflaten. Det er et vesentlig poeng for en seiler!

Effekten blir sterkere, jo varmere det er, og en sterk blanding av luftlagene vil igjen gi mer overflatevind. ▶

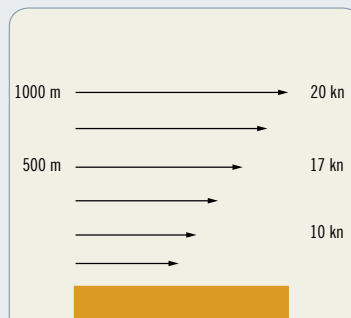
at vinden blir bremsset. Selv over vannet er vinden sterkere høyere opp, men forskjellen er mindre enn over land på grunn av mindre friksjon fra overflaten.

Det interessante ved denne vindprofilen er at den endrer seg i løpet av dagen. Om ettermiddagen er profilen mye jevnere, med 20 knop i 1000 meters høyde og 15 knop i 10 meters høyde. Tidlig om morgenen er det mye større forskjell i profilen med 20 knop i 1000 meters høyde, men bare 5 knops vind i 10 meters høyde. Det betyr at selv om vinden i 1000 meters høyde er stabil, endrer overflatevinden seg mye.

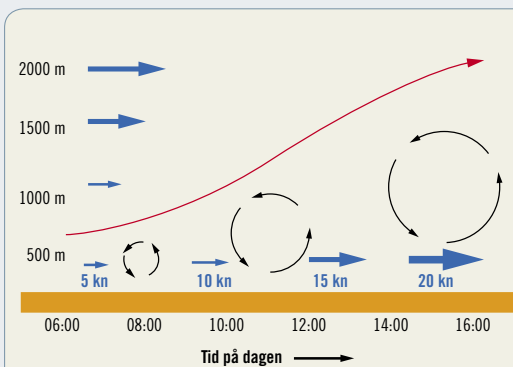
Grunnen til dette er at forskjellige luftlag blander seg. Hvis luften er godt blandet, kommer vinden fra 1000 meters høyde enkelt ned til overflaten og tar med seg de sterkere vindene. I motsatt tilfelle med veldig lite blanding, er det nesten ingen veksling av luften i 1000 meters høyde og over-



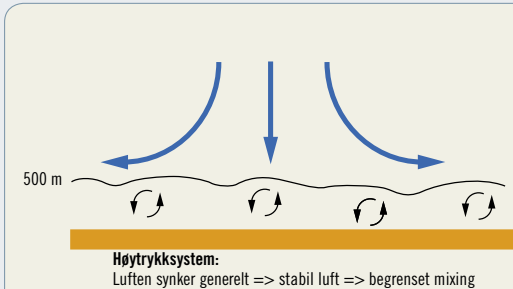
**SOLA STARTER DET HELE:** Når jordoverflaten blir varmet opp, stiger den varme luften til værs og kald luft synker ned. Fenomenet mixing er et faktum. Jo varmere det er, desto sterkere blir effekten.



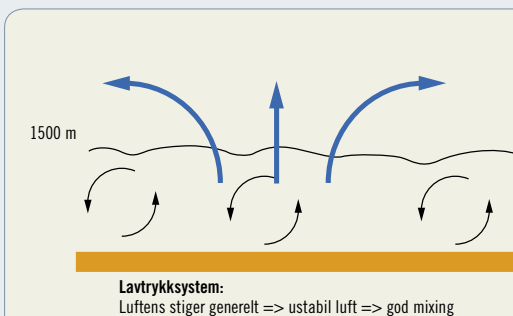
**STERKERE I HØYDEN:** Jo høyere opp i luftlagene, desto sterkere er vinden.



**STERKERE EFFEKT UTOVER DAGEN:** Etter hvert som dagen blir eldre blir også oppvarmingen sterkere og blandingen av luftlagene sterkere. Sent på ettermiddagen blir luften helt opp til 2000 meter blandet og tar med seg vinden fra denne høyden ned til oss i seilbåtene.

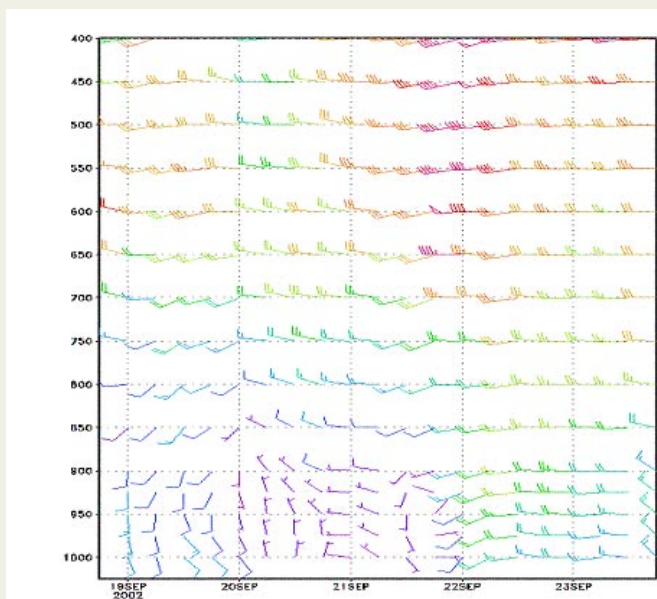


**HØYTRYKK-SITUASJON:** Det beste eksempelet på en veldig stabil situasjon er nær et høytrykk og en rygg. I slike systemer beveger luften seg generelt sett nedover. Det gjør at det er veldig vanskelig for luften å stige, selv om det er nok oppvarming av overflaten.

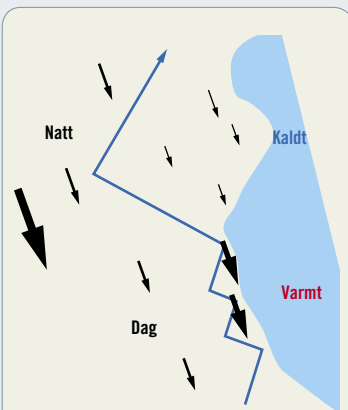


**LAVTRYKK-SITUASJON:** Rundt lavtrykkssystem og spesielt rundt frontene, har luften en tendens til å stige. Dette styrker mixing-prosessen og gjør det lettere for vind i høyden å slå ned på overflaten.

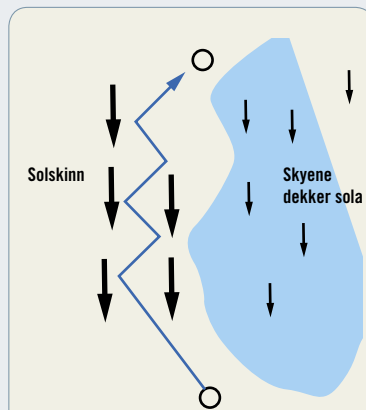




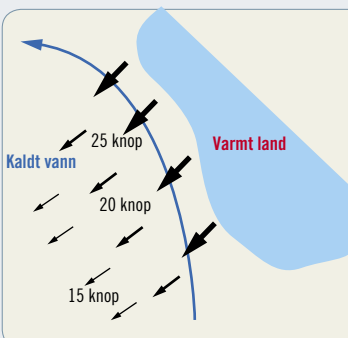
**FØLG VINDEN I HØYDEN:** Illustrasjonen viser at det er veldig lite vind på 900 meter den 20. september og mye sterkere vind to dager senere. Like forhold begge dager gir et godt grunnlag for blanding av luften og mye sterkere vind den 22. september.



**VARMT LAND, VARMT HAV:** Vinden er sterkst der mixingen er kraftigst, og ved 4-6 tiden om morgenen er det sjelden smart å være nær land, for da er mixingen på sitt laveste.



**NÅR SKYENE DEKKER TIL:** Skyer i mellomhøyde hindrer sola i å varme opp jordoverflaten. Det reduserer mixing-effekten, hvilket betyr at vinden vil være svakere under områder med skyer. Følgelig kan det være lønnsomt å gå til den solfylte delen av regattabanen.



**VARMT VIND FRA LAND:** Når varm vind kommer fra land og ut over kaldt vann, vil den bli avkjølt. Mixing-effekten vil bli redusert og vinden til havs vil bli svakere enn ved land. Denne effekten er også virksom i langt mindre skala og kan operere innenfor 100 til 1000 meter fra land.

► Akkurat det motsatte skjer med vinden når luften ikke varmes og dermed ikke blandes: Overflatevinden blir svakere.

**KALDT OG VARMT.** Denne mekanismen gjør at vi kan forklare variasjonene i vindstyrke i løpet av en dag: Om natten er overflaten kald og det skjer knapt en blanding av luftlagene. Om morgenen begynner sola å varme overflaten, noe som gjør at luften nær bakken blir ustabil og sakte begynner å «koke». Fordi oppvarmingen er svak, er det bare små bobler som stiger og synker i de laveste 100 metrene av atmosfæren.

Etter hvert som dagen blir eldre, blir også oppvarmingen sterkere og blandingen av luftlagene kraftigere. Sent om ettermiddagen blir luften helt opp til 2000 meter blandet og tar med seg vinden fra denne høyden ned til oss i seilbåtene.

Når sola går ned, begynner overflaten å avkjøles igjen og blandingprosessen blir svakere og svakere. Tidlig om morgenen er luften veldig stabil fordi overflatetemperaturen har nådd sitt laveste punkt – derfor er også vindene svakest akkurat da.

Du må ta hensyn til denne effekten når du legger strategien din. Det er sjelden bra å være for nær land ved 4-6 tiden på morgenen. Ute på havet er det mindre avkjøling fordi havet holder på varmen langt bedre enn landmassene, og det gjør at vi kan forvente at vinden er sterkere lengre ute.

Det er imidlertid to forhold som må være tilstede dersom du skal være rimelig sikker på å få en sterk overflatevind:

Først og fremst må du huske at nøkkelen til at luften skal blande seg, er at den har mulighet til å stige. Det finnes som vi alle vet veldig varme sommerdager da det knapt er noe vind. Grunnen til at det ikke blåser, er at luften ikke har mulighet til å stige.

Det andre forholdet er at det må blåse sterkt nok i 1000 meters høyde dersom det skal bli sterk vind på regattabanen. Hvis det bare blåser 5 knop i 1000 meters høyde blir det ikke mye seilvind samme hvor mye luften blander seg. Vinden i 1000 meters høyde varierer mye fra dag

til dag, og derfor må du lese værinformasjon som gir deg vindstyrken i den høyden.

**GENERELL STABILITET.** Vi antar at det er nok vind i 1000 meters høyde og ser nærmere på hvilke forhold som gjør at luften får mulighet til å stige. Som vi har sett, gir solas oppvarming av overflaten et godt grunnlag for at luften skal stige, men vi må også vite noe om luftens generelle stabilitet. Her er to eksempler som illustrerer stabile og ustabile situasjoner.

Det beste eksempelet på en veldig stabil situasjon er nær et høytrykk og en rygg. I slike systemer beveger luften seg generelt sett nedover. Det gjør at det er veldig vanskelig for luften å stige, selv om det er nok oppvarming av overflaten. Spesielt om vinteren når det er veldig lite oppvarming av overflaten og et sterkt høytrykkssystem, vil luften være veldig stabil. Vinden i 1000 meters høyde vil ikke ha store sjansen for å komme seg ned til overflaten.

Det er som oftest veldig lite vind i slike områder selv om værkartene og GRIB-filene sier at det skal blåse der. Det motsatte skjer rundt fronter og lavtrykkssystemer der det er mye bevegelse oppover i luftlagene. De store skyene vi finner i slike systemer er selvfølgelig en god indikasjon på ustabil luftmasse. Dette gjør at vinden i 1000 meters høyde har en god sjanse for å synke ned på vårt nivå. Denne effekten gjør at GRIB-filene vanligvis viser for liten vindhastighet rundt fronter og lavtrykk.

Bak kaldfronter finner du som oftest kald og veldig ustabil luft. Her dannes det mange vindkast (squalls) og vinden fra de høyere luftlagene synker lett ned og gir sterk seilvind. I den nordvestlige delen av lavtrykkssystemet overstiger vindhastigheten ofte GRIB-filene med 10-15 knop.

Storskala værmodeller klarer ikke å vise slike effekter bra nok, og derfor er det viktig at du vurderer disse faktorene når du legger strategien din.

**VIND I HØYERE LUFTLAG.** Nå da du vet hvordan du skal vurdere luftens stabilitet, er det på tide å fin-

ne ut mer om hvor mye det blåser i de høyere luftlagene.

Det er passende å se på vinden i 900-1500 meters høyde, for det er på dette nivået av luften blir blandet. Beklageligvis gjør meteorologene det hele litt mer komplisert enn nødvendig ettersom de bruker trykk i stedet for meter for å beskrive høyden over havet. Tommelfingerregelen er at trykk minker med høyden, slik at hvis 1000hPa er på overflaten, er 500hPa rundt 5 kilometer over havet. Vindene i 900-1500 meters høyde ligger vanligvis på 900-850hPa, og heldigvis er det mange slike kart tilgjengelig på internett.

De beste kartene gir deg et tverrsnitt av atmosfæren slik at vi kan se vinden på forskjellige nivåer.

Illustrasjonen viser at det er veldig lite vind på 900 meter 20. september og mye sterkere vind to dager senere. Like forhold begynte dager gir et godt grunnlag for blanding av luften og mye sterkere vind 22. september.

Det er høyst sannsynlig at overflatevinden 22. september kommer til å være sterkere enn meldt, på grunn av de sterke vindene i 900 meters høyde. Akkurat på samme måte som værmeldingen for 20. september sannsynligvis er for sterk. Med den kunnskapen du nå har om effekten av blanding av de forskjellige luftlagene, kan du korrigere værmeldingen og ta det med i vurderingen når du legger strategien.

**GODTEMIX.** Prinsippet om mixing virker ikke bare i stor skala, men kan også vise seg på rundt 100-1000 meter og gi interessante lokale variasjoner.

En slik lokal effekt finner vi der det er kaldt vann nær en kyst. På våren er det vanlig at varm luft fra land sprer seg over det fortsatt kalde vannet i havet. Det store spørsmålet da er: Hva vil skje med vinden og hvordan kan vi dra fordel av dette i vår strategi?

Hvis vi legger de samme prinsippene som vi har beskrevet tidligere til grunn, så kan vi forvente at det kalde vannet kjøler ned den varme luften over og sørger for at mixing blir veldig begrenset. Den varme luften blir kaldere

og kaldere jo lengre ut fra kysten den kommer, og det vil påvirke luftens stabilitet. Luften blir mer og mer stabil jo lengre ut fra kysten den kommer og sørger dermed for at vinden blir svakere og svakere jo lengre ut vi kommer.

Denne effekten kan bli forbausende stor og vinden kan gå ned 5-10 knop i løpet av bare to nautiske mil. Dette er spesielt merkbart i tilfeller der offshore-brisen tar med seg veldig varm luft fra land over kaldt vann. Strategien er enkel: Du må holde deg nær land for å få best mulig seilvind.

Hvis du har planer om å følge seilerne våre i OL i Athen i år, kan du se dette eksempelet i praksis. Vind fra nordøst kommer gjennom dalen og byen ut over regattabanen i bukten. Vinden er sterk nær land, men litt lengre ute er den betydelig svakere.

Hva skjer i motsatt tilfelle: Hva skjer når kald luft fra land blåser ut over varmt vann? Hvis vi tar for oss prinsippene om hvordan luft blandes, forstår du kjapt at det varme vannet vil varme opp luften underfra og mixingen vil øke jo lengre vekk fra land du kommer. Det betyr at det er bedre å holde seg vekk fra kysten for å forsøke å finne sterkere vind ute.

Disse lokale effektene er synlige allerede innen to mil fra land, og det gjør at du også har nytte av denne kunnskapen når du seiler pølsebaner.

**SKYDEKKE.** En annen lokal effekt som har sterk innflytelse på om og hvordan luften skal blande seg, er skydekke.

Det finnes mange dager der vinden som er meldt, aldri kommer. Grunnen til det er ofte at et skydekke hindrer sola fra å varme opp overflaten og dermed reduseres blandingseffekten. Slike skyer er som oftest midtlagsskyer som ligger for høyt til å ha en direkte effekt på overflatevinden, men tykke nok til å stanse oppvarmingen. Ofte ser vi slike skyer om morgenen, men senere på dagen forsvinner de og slipper til sola.

Hvordan kan du bruke dette i din strategi?

Skyene er sjelden spredt jevnt ut over regattabanen. Det kan være

at en side av banen ikke har skyer i det hele tatt, og da er standardstrategien å seile til den skyfrie himmelen for å finne vind.

Det er viktig å huske at dette bare er tilfelle når skyene er høye og ikke har noen direkte interaksjon med overflatevinden. Vi vet alle at store enkeltstående skyer kan endre vinden ved overflaten betydelig.

**MIXING OG VINDSKIFT.** Regattaseilere vil også få en bedre forståelse for hvorfor og hvordan vinden stadig skifter (oscillerer) i løpet av dagen ved å ta med mixing i betraktningen. Høy grad av ustabilitet og sterk oppvarming gir ikke bare sterkere vind, men også flere irregulære og store skift på regattabanen.

Et godt eksempel på vindskift er når en kaldfront passerer. I høytrykksområdet foran fronten er luften veldig stabil. Det gjør at skiftene er små og regulære. Luften bak fronten er langt mer ustabil, og det vil bidra til at skiftene blir mye større og irregulære.

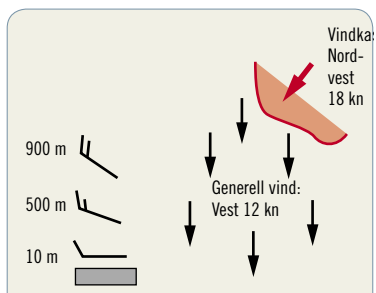
Disse effektene må du ta med når strategien legges: Foran fronten kan du finne et mønster i vindens bevegelser og bruke dette til å ta de rette valgene når det gjelder slag eller finne den rette enden av startlinjen.

I de ustabile vindene bak kaldfronten er vindskiftene for store og uregelmessige til at du kan anta noe om vindens bevegelse de neste 20 minuttene. Skiftene kommer raskt og uventet, så du må ta beslutninger der og da.

Det samme gjelder for en varm offshore-bris som blåser over kaldt vann. Når du krysser mot et merke nær land, oppdager du at vindskiftene endrer seg.

I begynnelsen (offshore) er vinden ganske forutsigbar med bare små skift. Når du kommer nærmere land, blir ikke vinden bare sterkere, men også mer uforutsigbar med store skift og harde kast. Du må justere strategien din underveis. Rett etter start kan du klokke inn slagene dine på skiftene, men når du er nærmere land, må du reagere raskere på de uventede skiftene.

Hvordan luftlagene blander



**VINDKAST:** Når du vet vindretningen på vinden i høyden, kan du si noe om retningen på vindkastene som vil komme over regattabanen. I dette eksempelet er vinden i 900 meters høyde fra NW og vinden i bakkehøyde kommer fra W. Det betyr at vindkastene vil komme med en retning som ligger litt til høyre for seilvinden.



**VINDSKIFT:** Fordi den varme vinden fra land blir avkjølt av kaldt vann, vil den bli mer stabil. Når du seiler bidevind mot en kyst med fralandsvind, vil du først erfare noenlunde regelmessige vindskift, men når du kommer nærmere land vil vinden øke og vindskiftene bli større og mer uregelmessige.

seg påvirker også hvilken retning vindkastene kommer fra. Erfaring fra flere OL-regattaer viser at vinden i 900 meters høyde kan gi en god indikasjon på hvor kastene skal komme fra. Kast er ikke annet enn vind som blir blandet nedover fra et høyere nivå. Dermed vil den ikke bare ta med seg sterkere vind nedover, men også vindretningen fra det nivået.

Hvis vi tar et eksempel der vinden i 900 meters høyde er nordvest og overflatevinden er vest kan vi forvente oss at kastene hovedsakelig kommer mer fra høyre enn den normale overflatevinden.