

# Vejret - en let til vanskelig målbar størrelse

Af Jesper Eriksen, DMI

Der findes mange aspekter af vejret, man kan måle på, men hvilke målinger er nemmest at foretage og hvorfor? Og hvad er det egentligt, der måles, og til hvilket formål? Før der sættes måleudstyr op er det vigtigt at have afklaret disse spørgsmål.

Der kan være stor forskel på en lokal måling og en repræsentativ måling, gældende for et større område. Er det f.eks. temperaturmålinger til et glatføre-net, man ønsker, er det smart at sætte en målestation op, hvor det oftest bliver koldest, og dermed hyppigst glat. Herved får man en lokal måling, der afspejler et mikroklima.

Men i mange andre sammenhænge, f.eks. med henblik på at bruge data i en vejrmodel, er det en repræsentativ måling, man ønsker at få. Vejrmodellen udregner nemlig "kun" atmosfærens tilstand i punktværdier i en gitterboks med typisk 2-5 km mellem hvert punkt i det vandrette plan (når vi snakker højtopløselige og ikke globale modeller). Figur 1 illustrerer placeringen af disse gitterpunkter i en af DMI's vejrmodeller med højeste opløsning.

En vejrmodel udtrykker derfor generelt repræsentative værdier, og brugen af en repræsentativ måling er derfor vigtig, når man

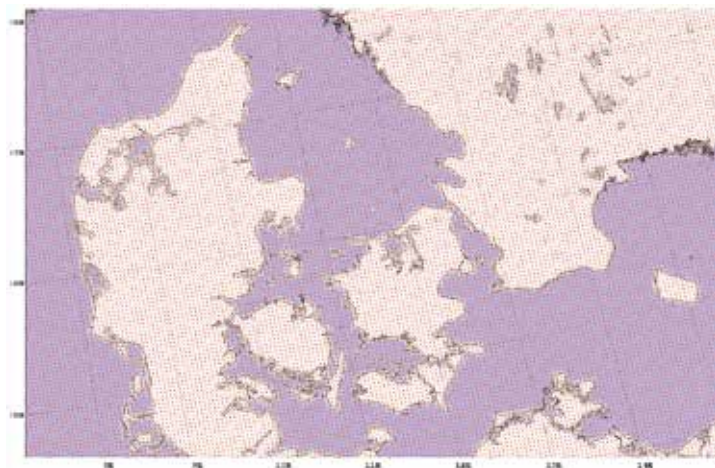
skal verificere en vejrmodel. F.eks. bruges Røsnæs' vindmålinger (mere om denne senere) ikke til at verificere DMI's vejrmodeller med. Selvom den måler korrekt teknisk set, står den særligt eksponeret for vindstuvning op af en skrænt. Den er heller ikke egnet til at verificere kuling- eller stormvarsler til havs med, da den oftest (læs: fra mange vindretninger) vil give mere vind, end et skib til havs lidt uden for Røsnæs ville måle.

## Luftrykket, klassens duks

En af de vejrparametre, det er lettest at få en repræsentativ måling af, er luftrykket, der selvfølgelig først skal reduceres til havniveau. I det vandrette plan varierer luftrykket nemlig ikke så hurtigt i tid og rum, set i relative værdier, med mindre der lige skulle kigge en

skypumpe eller en tornado forbi. En måling af luftrykket, målt af ordentlig udstyr og korrekt reduceret til havniveau, vil derfor for det meste være en repræsentativ måling for et større område.

Her skal man dog huske, at der mange steder, især i bjergene, ikke kan måles i havniveau. Trykreduktionen til havniveau foretages, så man lettere kan sammenligne værdier. I relativt flade Danmark er dette ret nemt, men f.eks. for Indlandsisen på Grønland, som rager over 3 km op, er det vanskeligt at spå om, hvilken fiktiv luftmasse man skal antage der er fra overfladen af isen og ned til havniveau. Valget af luftmasse har faktisk stor betydning for hvilket tryk man får ved havniveau, da kold luft er tungere end varm luft, og dermed vil give et større bidrag til



Figur 1. Placering af gitterpunkterne i en af DMI's vejrmodeller, hvor der er 3 km mellem hvert gitterpunkt.

lufttrykket.

### **Skybrud kan let lege gemmeleg**

Nedbør opdeles i stratiform og konvektiv nedbør. Konvektiv nedbør optræder i byger, der rammer meget lokalt, og nedbørsintensiteten varierer hurtigt i tid og rum. Stratiform nedbør dækker et større område, og nedbørsintensiteten varierer kun langsomt i tid og rum. Det er en form for nedbør, der ses tit i forbindelse med fronter. Opdelingen af stratiform og konvektiv nedbør er dog ikke helt så sort/hvid, idet nedbørs-systemer kan have både konvektivt og stratiformt islæt.

Den nedbør, der falder ned i en nedbørsmåler i bygevejr, vil være en helt lokal måling, og der vil være store udsving i nedbørsmængden inden for korte afstande. Derfor er det meget van-

skeligt at verificere og kortlægge skybrud i detaljer. Danmark har et areal på 43.094 km<sup>2</sup>. En kortlægning i rimelige deltaljer ville forudsætte en nedbørsmåler for hver km<sup>2</sup>. Så mange målinger har DMI og dets samarbejdspartnere langt fra, og der er stor forskel på den geografiske fordeling af målestationerne.

Efter en skybrudssituation kan man vælge kun at vise den diskrete værdi på det sted, hvorfra man har en decideret måling, eller alternativt forsøge at interpolere sig frem til den forventede nedbørsmængde mellem målestationerne og herved lave et nedbørskort, der grafisk henvender sig til alle.

Kunsten at interpolere sig til den forventede nedbør mellem to målestationer er dog meget vanskelig, særligt i situationer med byger. Og meget vanskel-

gere, end når det drejer sig om lufttrykket. Fremtiden på dette felt er derfor nok at estimere nedbørsmængder ud fra vejrradarer, suppleret med de egentlig målinger, man har fra overfladen. Så her i 2016 kan det sagtens have været forekommet skybrud, uden at en meteorolog officielt kan bekræfte det, og en egentlig verifikation af skybrudsvarsler eller mangel på samme, vil være forbundet med stor usikkerhed. Billedligt set kan man sammenligne det med, at man stillede 4-5 spande under et æbletræ med modne æbler og rystede træet, så æblerne faldt ned, og kun målte på de æbler, der røg ned i spanden. Træets største æbler kunne let falde uden for spandene.

Også snedybder kan være vanskelige at kortlægge. Billedet i figur 2 og kortet i figur 3 vedrører det voldsomme snefald af våd



Figur 2. Stor snedyne i Himmelev den 22. november 2015, uden forekomst af store snedriver, da sneen var våd og tung, og det ikke blæse så meget. DMI's nærmeste målinger sagde 43 cm. Johanna, min datter på lidt over 90 cm, mener, at det nok passer meget godt. Foto Jesper Eriksen.



Figur 3. DMI's manuelle snedybde målinger foretaget om morgenen den 22. november 2015. Ved Roskilde er der en måling på 43 cm, mens der et stykke sydvest for måles 20 cm. Hvad snemængderne er imellem de to målinger er det meget svært at udtale sig om.

tung sne, der ramte dele af Sjælland i november sidste år. Omkring Roskilde var der en enkelt måling på 43 cm. Det er vanskelig at sige, hvad der er i omegnen, da der er langt til næste måling. Men uofficielle målinger i området, dokumenteret med billedet af en tommestok i sneen, gav op til 50-60 cm. Disse mængder var realistiske nok, da sneen ikke samlede sig i store driver, som billedet kunne stamme fra.

### Vinden er stærkt terræafhængig

Vinden varierer meget i tid og rum, dog mest over land og ikke i samme grad over havet. Landvinden kan man billedligt sammenligne med et vandløb eller flod, der løber over en ujævn overflade med mange sten, klipper

osv. Herved opstår der en masse lokale og turbulente hvirvler, der gør at strømhastigheden i vandet varierer meget inden for korte afstande. Vil man forsøge at få en repræsentativ måling i dette miljø, er man nødt til at vælge et område fri for sten, klipper, bump og turbulente hvirvler. Et problem her er dog, at hvirvlerne spreder sig med strømmen nedenfor det, der har dannet dem, førend de dør ud, og at man måske derfor ikke altid kan finde et sådant område.

Et ideelt sted at måle vinden er over en rolig havoverflade, fordi denne er homogen/ensartet, altså billedligt fri for sne og klipper, undtagen når der er høje bølger. En vindmåling til havs vil derfor være repræsentativ for området, med mindre der lige

er passeret en tordenbyge forbi med sit eget vindsystem. Kommer målingen fra et skib skal der også korrigeres for skibets fart i forhold til vinden.

Over land formes vinden meget af terræn, bebyggelse og vegetation, særligt i mandshøjde. Derfor vil man, når man er ude og løbe eller gå i blæsevejr opleve store udsving i vinden inden for korte afstande. Med mindre man løber/går i et fuldstændig fladt terræn fri for træer og bygninger, f.eks. på en stor åben mark. Her er det vigtigt at nævne at vinden beskrevet i vejrudsigterne er den vind der forventes som en repræsentativ værdi for et lidt større område, målt 10 meter over terræn.

### Kravene til en repræsentativ måling

Med henblik på at få en så repræsentativ måling som muligt har World Meteorological Organization (WMO) lavet en række anbefalinger. I den virkelige verden er det dog ikke altid muligt at opfylde dem alle, og anbefalinger er derfor ikke påbud.

Middelvinden bør opgives som en middelværdi målt over 10 minutter, mens et vindstød anbefales målt som en middelværdi over 3 sekunder, men opgivet som det kraftigste inden for en given periode. At opfylde disse tidshorisonter er ret let. Men vinden anbefales også målt i 10 meters højde over fladt terræn, fri for bygningen og træer, der potentielt kan forstyrre målingen med hvirvler dannet ved mekanisk turbulens.

Bor man i et område med kompleks topografi som f.eks. Færøerne, er det ikke altid let at

finde et egnet fladt sted. Og har man f.eks. fået lov til at måle vinden på en grund, der er fri for læeffekter, som man ikke er ejer af, kan man jo ikke få lov at bestemme, om grunden også er tilsvarende fri for læeffekter om 50, 100 år eller endnu længere ud i fremtiden. Skal en måling indgå i en klimadataserie er det dog vigtigt at have en så ensartet serie som muligt: Derfor skal en måling ideelt set løbende korrigeres for urbanisering, voksende træer, buskads osv.

Jeg vil ikke gå igennem alle de formelle formuleringen af WMO's anbefalinger til meteorologiske målinger, men bare kort beskrive den, der gælder for vinden.

Her anbefales det, at der ikke bør være nogle signifikante forhindringer inden for en radius af 100 meter. Og er der forhindringer skal målingen foretages i en afstand af 10 gange højden af denne forhindring. Mekanisk turbulens dannet af en forhindring kan nemlig sprede sig i vindens retning i en afstand af 12-15 gange forhindringens højde. Dette betyder, at en bygning eller et træ, der er 20 meter højt, i visse vejsituationer kan generere turbulens, der "forurener" en ren måling af middelvinden ud til en afstand på 240-300 m fra, hvor de står.

### Ekstrem og øjeblikks målinger også af stor værdi

Det er velkendt, at det kan blæse meget herhjemme, og at broer derfor kan blive lukket af for kørsel. En vindmåling på en bro opfylder langt fra WMO's anbefalinger til målinger, men



Figur 4. Billede af en vindmåler i 1804 meters højde ikke så langt fra toppen af det norske fjeld Gaustatoppen (1883moh). Foto: Sebastian Pelt.



Figur 5. Kort over Kalundborg og omegn. Røsnæs ses ude i venstre side af kortet.

er uundværlig for dem, der skal beslutte, om broen skal lukkes for kørsel. På Island og Færøerne kan der i bjerg- og fjeldpas opstå en forstærkning af vindene, som i princippet gør vinden så stærk, at biler kan blive blæst af vejen. At have lokale målinger af disse ekstremvinde er essentielt, så man kan lukke passene for kørsel, hvis vindstyrkerne bliver decideret livsfarlige. For bjerg-

vandrere er det også vigtigt at kende vinden i det område, de færdes i (se figur 4), og man kunne sikkert finde mange andre eksempler på målinger, der afspejler en helt lokal værdi og er meget værdifulde.

Det er langt fra altid, at der er behov for en vindmåling midt over 10 minutter. I mange sportsgrene, f.eks. udendørs skydning eller 100 meter løb, er det vinden



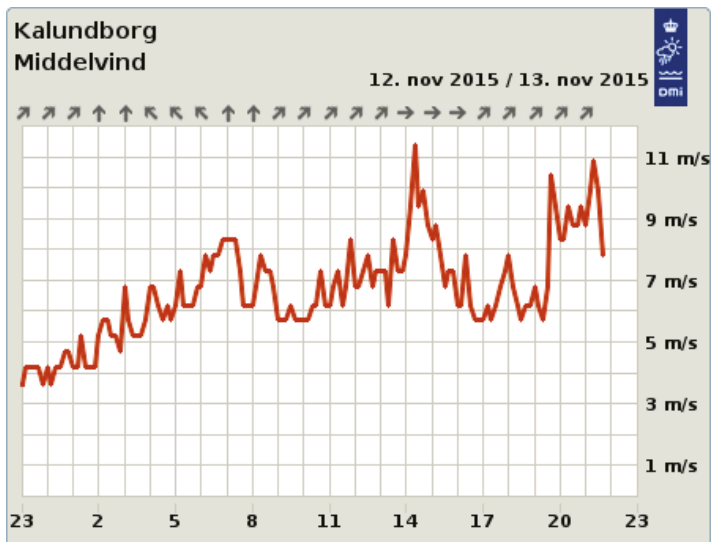
lige nu og her, man ønsker at kende. I 100 meter løb må man ikke have over 2 m/s i medvind, hvis en evt. rekord skal kunne godkendes.

I Danmark har vi hverken fjelde eller bjerge til at påvirke vinden, men faktisk er flere lokaliteter i landet særligt udsat for vinden. En af dem er området omkring Røsnæs i Vestsjælland, hvis nærmeste større by er Kalundborg (se figur 5). Terrænet er meget kuperet og ligger tæt ved havet, og for de fleste vindretninger blæser det langt mere på Røsnæs end i Kalundborg. Et eksempel er vist i figur 6 og 7.

DMI har en målestation ved Røsnæs fyr, som står på den yderste del af en smal landtange, omgivet af ca. 12 meter høje, stejle skrænter (se figur 8 og 9). Disse skrænter vil, når der er pålandsvind - dvs. alle vindretninger på nær øst og sydøst - give en lokal acceleration af vinden. Målestationen er derfor et kapitel for sig selv i ordets bogstavelige forstand. DMI har nemlig udgivet en rapport, der kun omhandler denne station (kilde 1).

Stationen måler korrekt teknisk set, men opfylder ikke WMO's anbefaling til en vindmåling, såfremt formålet er at få en repræsentativ måling. Derfor prøvede man tilbage i foråret 2002 at fjerne Røsnæs målingen fra dmi.dk, men dette førte hurtigt protest fra en brugergruppe, da man ikke havde andre målinger fra lige det område, og brugte målingen som et pejlemærke.

I rapporten fra DMI anbefales det, med mindre der er fralandsvind, som et meget groft overslag, at gange vindmålingen med 0,8 for at få en repræsentativ



Figur 6. DMI's middelvindmåling ved Kalundborg. Tendensen i vindforløbet følger Røsnæs målingen men med langt mindre vind.



Figur 7. DMI's vejrmas der blandt andet måler vind ved Røsnæs.

værdi, idet denne faktor sikkert vil afhænge af den præcise vindretning, stabilitetsforhold osv.

Går man i dybden er der flere danske kyststationer, der har problemer med at opfylde kravene til en repræsentativ måling, men målingerne er teknisk set korrekte og stadig meget værdifulde for brugerne. Det er dog en faktor,

man bliver nødt til at forholde sig til, hvis man ønsker at verificere, hvor god man har været til at lave kuling- og stormvarsler for de danske farvande. En officiel verifikation skal efter min mening forsøge at tage højde for dette. Ikke at dette er en let sag, men ellers var der ingen grund til, at WMO kommer med disse



Figur 8. Kort over området omkring Røsnæs fyr. De røde linjer med tal illustrerer topografien i meter over havniveau. Det fremgår, at fyret er omgivet af stejle skrænter ned mod havet. Kilde Kort & Matrikelstyrelsen (Å. 154-99).

anbefalinger. Det er også andre grunde. Hvis f.eks. Sveriges svar på DMI (SMHI), eller et privat

vejr firma, kom og påstod, at man var bedre til at varsle kuling og storm til havs end DMI, er det

vigtigt at vide, hvordan verifikationen er lavet, og hvordan man forholder sig til de særligt udsatte målestationer.

### Journalister er glade for rekorder

Når en storm passerer Danmark, er varslings- og formidlingsfokus forståeligt nok på de steder, der bliver hårdest ramt. Men som sagt udtrykker vejrmodellerne, altså meteorologernes værktøj i varslingen, sig i repræsentative værdier. Derfor vil vindstyrkerne fra vejrmodellerne have lavere værdier end dem, der forventes ved vejrstationer tæt ved kysten, der står særligt udsat for vinden.

Når en storm er overstået, er det oftest målingerne fra de udsatte stationer, der har mediernes



Figur 9. Luftfoto af Røsnæs fyr, hvor de stejle skrænter tydeligt ses. WMO anbefaler, at man måler vinden over fladt terræn, men kun, hvis en repræsentativ måling ønskes.

fokus, da de giver de højeste værdier og af og til endda en rekord. Teknisk set er målingerne korrekte, med mindre vindmålerne er blæst itu, men der er som sagt tale om ekstreme og ikke repræsentative målinger for området. Dette bør journalisterne, som en god public service, efter min mening huske at gøre befolkningen opmærksom på, når målinger fra f.eks. Røsnæs bredes ud til danskerne. Man kan dog ikke forvente, at en journalist, der som oftest ikke har en meteorologisk baggrundsviden, har kendskab til denne problemstilling. Derfor må det være både meteorologens og den meteorologiske myndigheds opgave at informere klart og tydeligt om dette. Altså forklare, at Røsnæs er helt særligt eksponeret og måler den vind, man kun ville opleve ved at kravle op i DMI's vindmast 16 meter over terrænet ved siden af Røsnæs Fyr (se figur 10).

Tilsvarende mener jeg heller ikke at man kan påstå, at en meteorolog har lovet for lidt vind, hvis der var forudsagt 30 m/s i middelvind, og Røsnæs målte 34 m/s. En vejrudsigt eller et varsel vil jo forsøge at ramme/forudsige repræsentative værdier for området. DMI bruger som sagt heller ikke Røsnæs vindmålingen til at verificere vejrmodellerne.

Vinden i vejrudsigten kan det dog måske være lidt vanskeligt for brugerne at forholde sig til i forhold til det, de rent faktisk mærker på egen krop. Som sagt udtrykker den repræsentative værdier for et lidt større område og 10 meter over terrænet, hvor den vind, der faktisk opleves i mandshøjde, vil variere meget inden for korte afstande, med min-



Figur 10. På en høj mast ved siden af Røsnæs Fyr er DMI's vindmåler blandt andet monteret, et godt stykke oppe for at komme fri af fyret. Vindmålingen opgives som målt i 16 meters højde. Når det stormer, er det oftest målingen fra denne mast, der opgives i medierne, men den afspejler kun de vindstyrker, man vil opleve, hvis man kravlede 16 meter op i masten. Foto taget 18. juli 2014 af Kasper Stener Hintz.

dre man er ude på en stor åben mark. Temperaturen derimod er det lidt lettere at forholde sig til. Den måles og beskrives i vejrudsigten som en værdi 2 meter over terrænet, altså tæt på mandshøjde, men stadig som en repræsentativ værdi, der forventes inden for et lidt større område.

#### Kilder:

Nedskalering af vindhastighed målt ved 06159 Røsnæs, af Ellen Vaarby Lauersen. Kan findes her: [http://www.dmi.dk/fileadmin/user\\_upload/Rapporter/TR/2003/tr03-17.pdf](http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2003/tr03-17.pdf)



# Rettelser til Vejret 146, februar 2016

Af **Jesper Eriksen og Leif Rasmussen**

I artiklen "Vejret - en let til vanskelig målbar størrelse" bragt i Vejret 146, februar 2016, var der indsnæget sig en lille fejl. Figur 7 skulle have vist en graf med vindmålingen fra Røsnæs, til sammenligning med målingen fra Kalundborg. I stedet så man et billede af en mast med måleudstyret.

I figur 1 sammenlignes vindmålingen fra Røsnæs og Kalundborg nu på ordentlig vis. Læg dog mærke til, at tidsaksen er en time forskudt mellem de to målestationer. Det fremgår, at Røsnæs Fyr som ventet hele tiden målte mere vind end Kalundborg-måleren. Men forholdet mellem de to vindhastigheder er ikke konstant. Ved Kalundborg målte et relativt maksimum omkring kl. 14 med lidt over 11 m/s i middelvind fra en vestlig retning. Samtidigt målte man ved Røsnæs Fyr en urolig vind på mellem 16-18 m/s fra en vestlig retning.

Røsnæs Fyr måleren havde sin maksimum-vind omkring kl. 21 med 23 m/s fra sydvest, hvor Kalundborg målte 11 m/s.

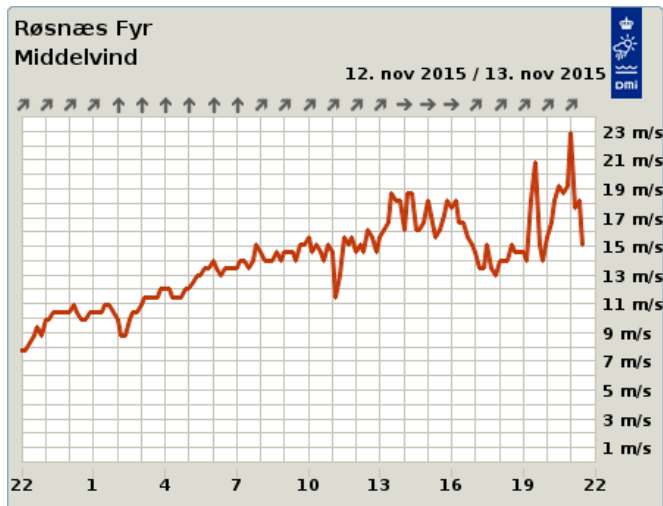
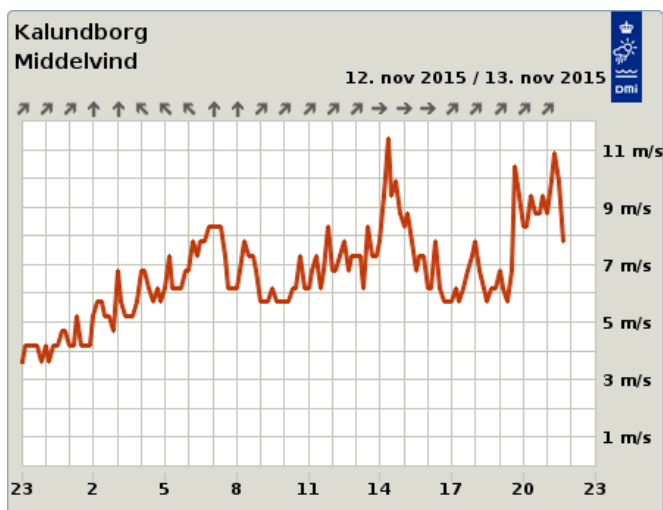
Vejrsituationen var således, at en koldfront nærmede sig vestfra i løbet af den 12. november (figur 2) og passerede Kalundborg og Røsnæs først på eftermiddagen.

Det er for nyligt lykkedes mig at finde et billede af Kalundborg

måleren i DMI's billedarkiv. Den står på havnekontorets bygning oppe på taget (figur 3 og 4).

I Anders Perssons artikel "Rossbybølger findes de?" har sætternissen – eller hvem det nu var

– på side 32 i den nederste reference skrevet "Oversat fra svensk af Leif Rasmussen". Det er naturligvis ikke referencen, men A. P.'s artikel, der har været underkastet denne proces.



Figur 1. Middelvindmåling ved hhv. Kalundborg Havn og Røsnæs Fyr. Det fremgår, at tendensen i vindforløbet fra Kalundborg i grove træk følger Røsnæs Fyr målingen, men med langt mindre vind.

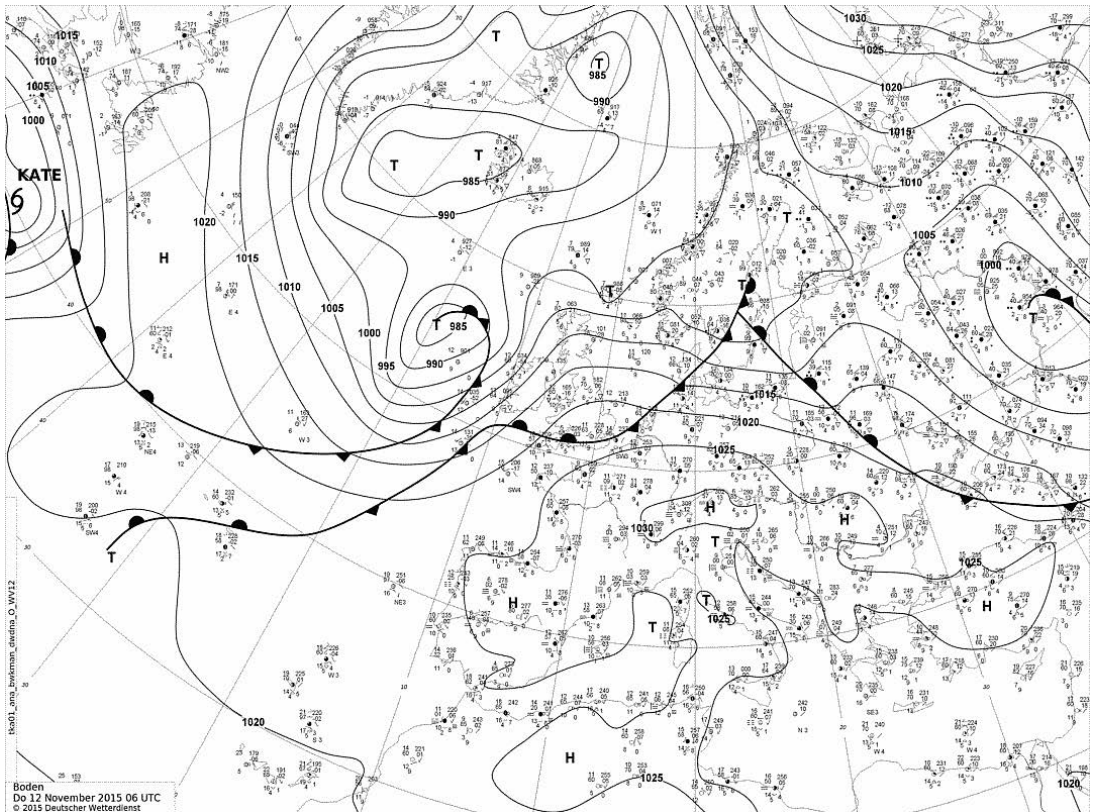




Figur 3. Billedet fra Kalundborg Havn set fra sydøst. På taget af bygningen i højre side af billedet står der en del måleudstyr, blandt andet en vindmåler. Kilde: DMI's teknikere.



Figur 4. Nærbilledet set fra øst-sydøst af havnens måleudstyr på taget af bygningen, man ser i figur 3. Kilde: DMI's teknikere.



Figur 2. Analyse fra Deutscher Wetterdienst fra d. 12. november kl. 06.00 UTC. Det fremgår, at en koldfront nærmer sig Sjælland vestfra.