

Rapport

Orkanen over Danmark

den 3. - 4. december 1999

Den 9. december 1999

Orkanen over Danmark d. 3.-4. december 1999

Orkanens forløb

Fredag d. 3. december 1999 blev Danmark ramt af et lavtryk med vinde af orkanstyrke, der bl.a. gav anledning til meget høje vandstande langs den jyske vestkyst.

Orkanen vurderes umiddelbart til at have været den kraftigste i Danmark i dette århundrede.

Lavtrykkets bane var fra Nordsøen over Thyborøn, Kattegat mellem Anholt og Læsø til Sverige. Det laveste lufttryk over dansk område blev målt på Anholt kl. 20 til 952,4 hPa. Lavtrykkets bane samt anslåede lufttryk i centrum fremgår af vedlagte Figur 1.

Lavtrykket gav anledning til vinde af orkanstyrke i en længere periode. De første observationer af vinde af stormstyrke (25 m/s) kom kl. 15 dansk tid og herefter blæste det storm eller mere over en stor del af Jyllands vestkyst helt frem til efter kl. 23 dansk tid. I perioden kl. 17-19 var vinden af orkanstyrke (33 m/s eller mere) langs hele den jyske vestkyst fra Hvide Sande og sydpå.

De kraftigste vinde (38 m/s) blev målt på Rømø kl. 18 dansk tid. I perioden op til dette tidspunkt måler Rømø stationen endvidere vindstød på mere end 50 m/s. Vindmålingerne fra Rømø blev afbrudt som følge af orkanen ca. kl. 19 dansk tid. Herefter var vinden langsomt aftagende. Vindmålingerne fra Rømø, Blåvands Huk og Sylt er vedlagt som Figur 2-4 med forklaringer til vejrobservationerne og en vindstyrketabel i Figur 5-6.

Varsling af orkanen

Orkanens passage af Danmark var forudsagt på et tidligt tidspunkt. Første gang betegnelsen "orkan" blev brugt om stormen var i DMI's 7-døgns udsigt udsendt torsdag d. 2. december kl. 10.30. Dette blev fulgt op bl.a. af TV-meteorologen torsdag aften i DR TV og i vejrpræsentationen på TV2 på basis af DMI's varsling. Der er således ingen af dem, der fulgte med i DMI's vejrudsigter, der kunne være i tvivl om at vi ville stå over for et usædvanligt og alvorligt vejrphænomen.

Interessen for informationer under orkanen var meget stor, hvilket bl.a. kan ses af, at antallet af brugere d. 3. december på DMI's hjemmeside www.dmi.dk var 58.000 mod normalt 10-15.000 pr. dag. Information om vinde kan ses under "Vejret", og information om vandstande og vandstandsprognoser kan ses under "Vejret" og "Maritim Service".

Vandstandsvarsler

Forløbet af varslingen og den maksimale vandstand i de operationelle modeller er angivet i Tabel 1 for de 3 varslingsstationer Esbjerg, Vidå (Højer) og Torsminde. Fejlene på prognoserne i den sene del af varslingen (inden for 7 timer fra målt vandstandsmaksimum) er angivet i Tabel 2.

På den øvre del af den jyske vestkyst (varslingsstation Torsminde) forløb varslingen tilfredsstillende, idet fejlene i den sene del af varslingsperioden inden for 7 timer fra maksimal vandstand var omkring 20 cm, dog med en faseforskydning på ca. 3 timer.

I Vadehavet fra Esbjerg og sydpå var vandstandsprognoserne og den dertil hørende varsling ikke tilfredsstillende, idet vandstanden, som det fremgår af Tabel 2, var undervurderet i prognoserne (1-1,4 m) helt indtil 1-2 timer før vandstandsmaksimum, hvor fejlen normalt er inden for ca. 20 cm i 65-70% af tilfældene.

En foreløbig undersøgelse af de mulige årsager til de utilfredsstillende vandstandsprognoser har vist, at en vigtig årsag er vejrprognosernes forudsigelse af orkanens bane. DMI's vejrmodel (HIRLAM) viste om morgenen d. 3. december, at orkanen skulle bevæge sig ret sydligt, lige nord om Esbjerg, og at den skulle uddybes kraftigt under passagen af Danmark, men at den kraftige vind skulle passere ret hurtigt forbi og i hovedsagen syd og øst om Vadehavet. Dermed ville den værste stormflod blive undgået. Prognoserne viste også, at de kraftige vinde skulle passere ved lavvande, således at vandstanden i Vadehavet ikke skulle overstige 3-3,5 m.

I virkeligheden bevægede orkanen sig ca. 100 km nordligere hen over Limfjorden, og da den samtidig uddybede sig en del hurtigere og kraftigere end i prognoserne, blev den lokale vind i Vadehavet en del kraftigere en forudset. Prognosen baseret på observationer kl. 07 dansk tid d. 3. december viste en maksimal vindhastighed ved Rømø på 26 m/s kl. 13 og igen kl. 19, mens der, som nævnt ovenfor, blev målt op til 38 m/s, hvor vandstanden til trods for det astronomiske lavvande kulminerede i Esbjerg og Vidå (Højer) med 4-4,5 m og i Ribe med 5,1 m. Vandstandsforløbet ved Esbjerg sammenholdt med DMI's prognoser fra de 3 modelkørsler kl. 00 UTC, 06 UTC og 12 UTC er vist i Figur 7.

DMI's varsling om, at den maksimale vind ville optræde ved det astronomiske lavvande, var således korrekt. En eventuel tidsforskydning af vejrforløbet på bare 3-6 timer kunne i givet fald have forårsaget en yderligere 1-1,5 m højere vandstand ved højvandstidspunktet.

Det skal tilføjes, at vandsstandsprognoserne baseret på den engelske vejrmodel (UKLAM), der bruges som back-up i tilfælde af tekniske problemer med DMI's vejrmodel, gav markant ringere prognoser for vandstanden i Vadehavet, hvilket skyldes en betydelig undervurdering af de maksimale vindstyrker.

Vindforløbet ved Rømø som forudsagt af de 3 operationelle kørsler kl. 00 UTC, 06 UTC og 12 UTC er i Figur 8 sammenlignet med det aktuelle vindforløb, indtil forbindelsen til Rømø måleren blev afbrudt på grund af vejret. Som det kan ses var optakten til orkanen godt forudsagt, mens den kraftige orkan efter lavtrykkets passage af Nordjylland ikke var korrekt beskrevet. Den lokale fejl er her så stor som 8-12 m/s. Ved at benytte den statistiske sammenhæng mellem vandstanden i Esbjerg og vindhastigheden målt på Rømø kan det estimeres, at den nævnte vindhastighedsforskel svarer til en vandstandsforskel på ca. 1,5 m hvilket er i god overensstemmelse med de konstaterede fejl på de forudsagte vandstande i Tabel 2.

Det er DMI's erfaring, at det er specielt vanskeligt at forudsige lavtryk, der udvikler sig eksplosivt i nærheden af Danmark. Det kan give anledning til problemer i varslingen, idet selv mindre unøjagtigheder i vindprognoserne vil kunne have store konsekvenser for vandstandsprognoserne.

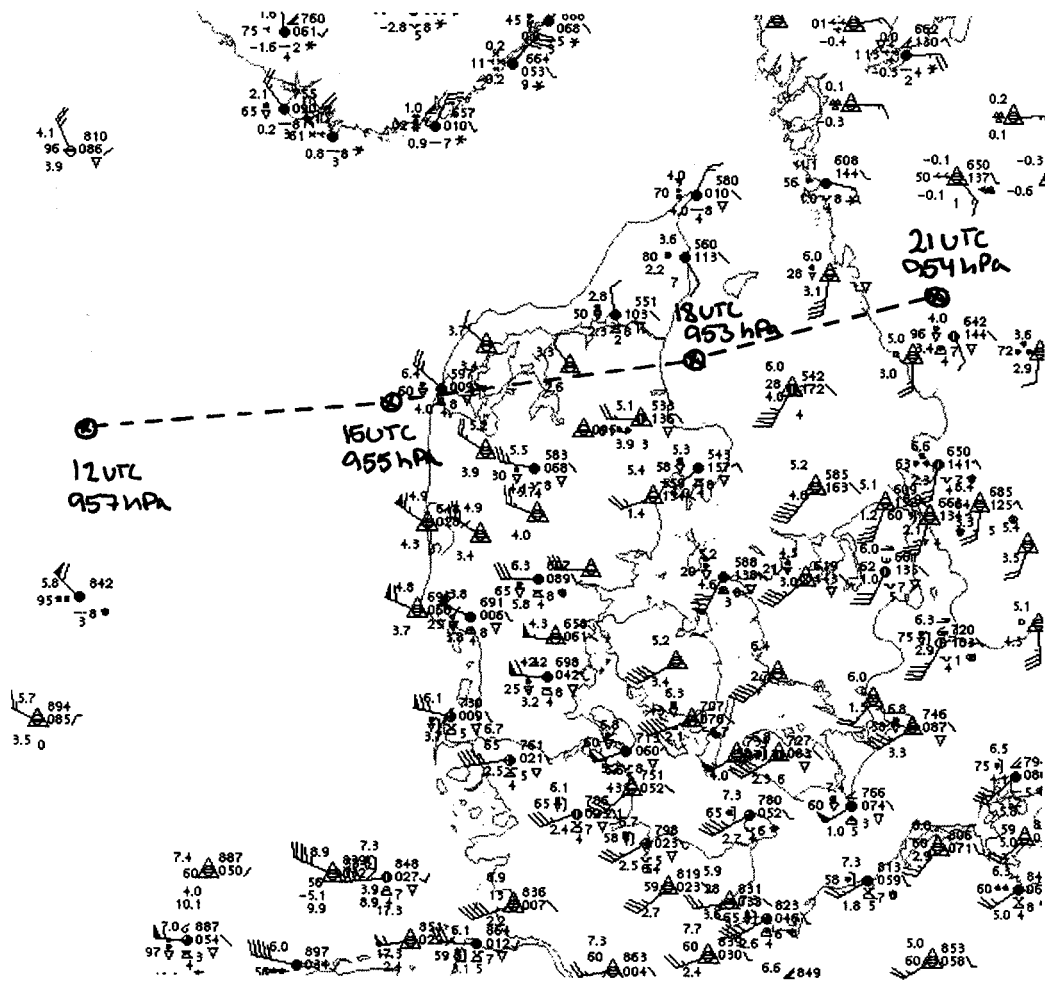
DMI vil derfor undersøge, om varslingen vil kunne forbedres med mere avancerede og mere detaljerede vejr- og vandstandsmodeller.

Beredskabets forløb

DMI deltager i stormflodsberedskabet ved den jyske vestkyst med kontakt til Kystinspektoratet (KI) og Statshavnsadministrationen i Esbjerg (SHAE). DMI kontakter KI og SHAE i tilfælde af forhøjet vandstand ved varslingsstationerne og fremsender løbende prognoser for vandstanden.

Efterfølgende har det været drøftet mellem KI og DMI at udvide beredskabsaftalerne mellem KI, SHAE og DMI med en kommunikation på ledelsesniveau i særlig kritiske situationer foruden den løbende operationelle kontakt.

Det er i øvrigt DMI's opfattelse, at også andre end stormflodsberedskaberne kunne have gavn af DMI's rådgivning og informationer under fremtidige storme og andre katastrofeligende vejr-situationer. DMI og Beredskabsstyrelsen har derfor aftalt at overveje en fremtidig beredskabsplan.

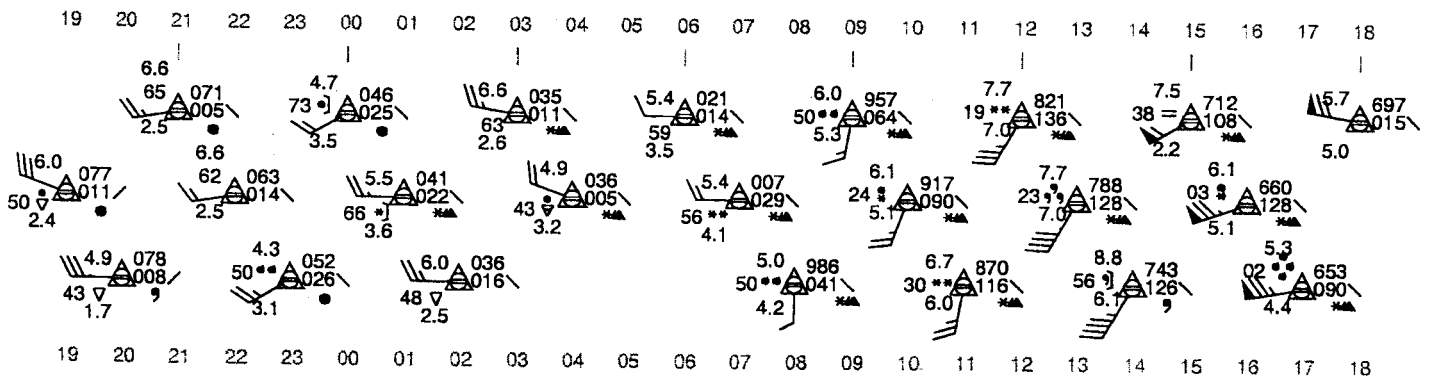


Figur 1. Observationer d. 3. december 1999 kl. 19 dansk tid. Lavtrykkets bane er tegnet ind med tidspunkt (i UTC = dansk tid - 1 time) og lufttryk i centret. Signaturforklaringer findes i Figur 5 og 6 på siderne 8 og 9.

06096 RØMØ/JUVRE

2.december 1999, 19 UTC

3.december 1999, 18 UTC



Vindretning

290 270 260 260 240 240 270 270 280 290 270 270 180 190 200 190 210 210 210 240 250 260 280

Vindhastighed (knob)

29 31 23 16 24 17 22 25 23 19 10 17 7 14 23 25 34 41 44 57 72 74 68

Vindstød (knob)

42 44 44 37 44 34 34 43 43 22 22 33 34 47 60 61 77 96 99 99

Relativ fugtighed

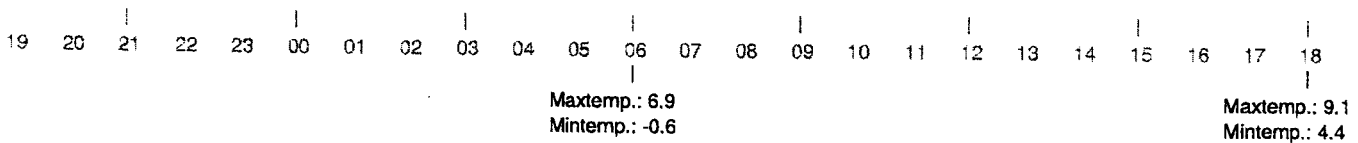
78% 80% 75% 75% 92% 92% 87% 78% 75% 89% 87% 91% 95% 95% 93% 95% 95% 95% 83% 69% 93% 94% 95%

Nedbør 3 timer

Nedbør 6 timer

Nedbør 12 timer

Nedbør 24 timer



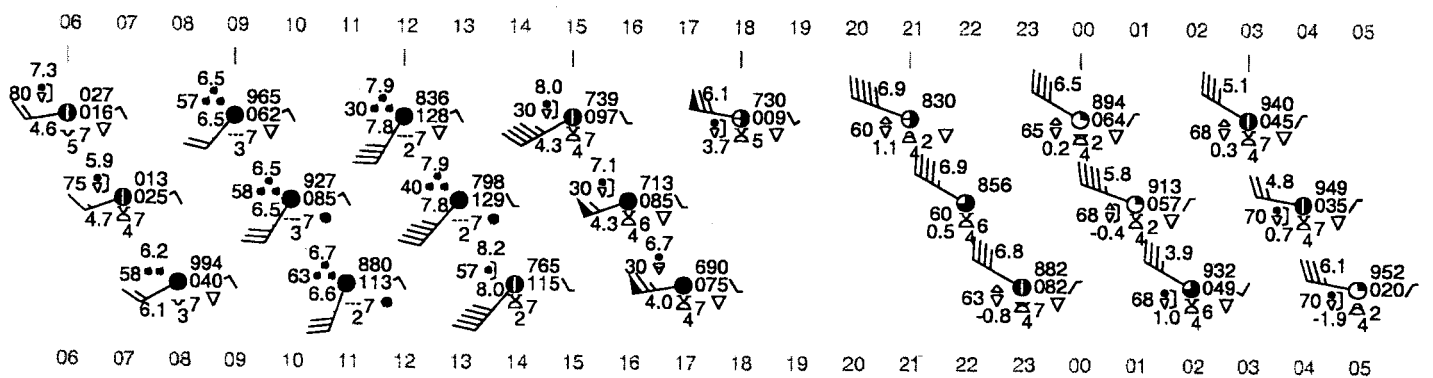
Middelttemp.: 6.1 (11)

Figur 2. Observationer fra Rømø d. 2.-3. december 1999. Tidspunkter i UTC.

10020 LIST/SYLT

3.december 1999, 06 UTC

4.december 1999, 05 UTC



Vindretning

260 250 240 220 210 200 210 220 220 240 250 260 280 290 300 300 300 290 300 300 280 280

Vindhastighed (knob)

17 12 16 21 31 31 39 47 48 45 56 64 66 48 43 39 39 43 35 37 25 33

Vindstød (knob)

47 29 25 31 50 43 54 62 66 83 80 99 0 64 58 56 56 56 54 43

Relativ fugtighed

83% 92% 99% 100% 100% 99% 99% 99% 99% 77% 82% 83% 84% 66% 63% 58% 64% 64% 81% 71% 75% 56%

Nedbør 3 timer

Nedbør 6 timer

12

Nedbør 12 timer

2

Nedbør 24 timer

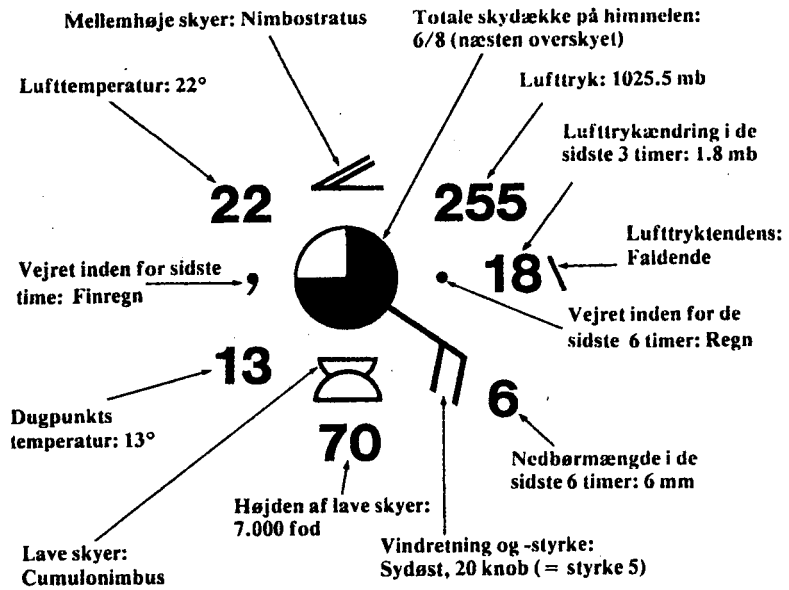
06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 00 01 02 03 04 05

Maxtemp.: 7.5

Mintemp.: 4.0

Middeltemp.: 6.5 (10)

Figur 4. Observationer fra Sylt d. 3.-4. december 1999. Tidspunkter i UTC.



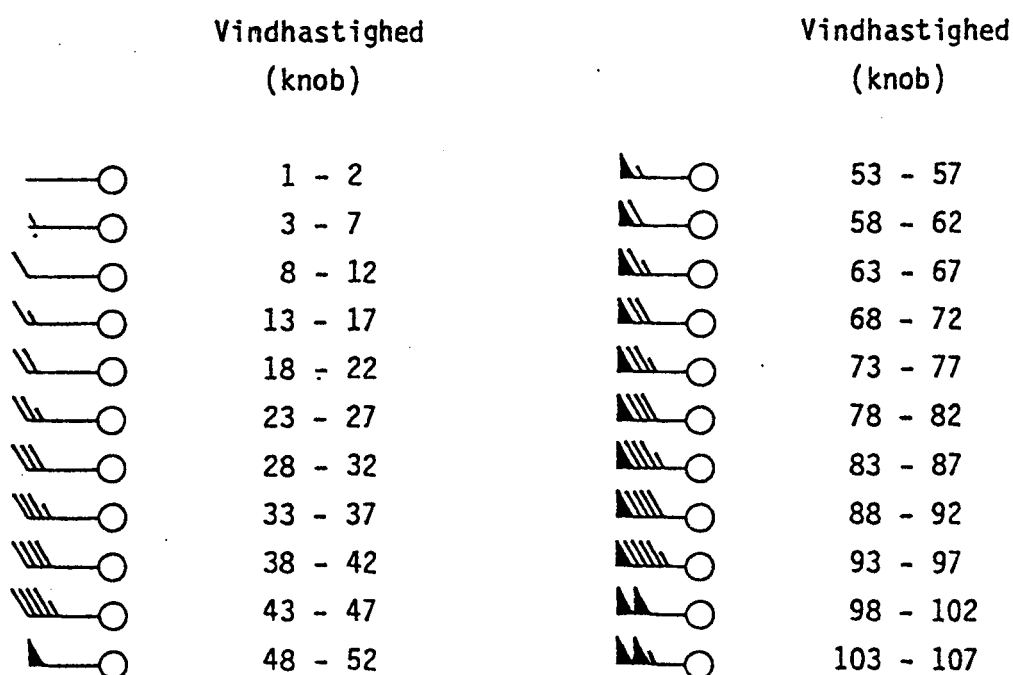
Figur 5. Forklaringer til vejrsymboler på vejrkortene

Vindstyrketabel

I modsætning til vindhastighed er vindens "styrke" også afhængig af lufttætheden og er således et udtryk for den kraft, som en vindpåvirkning kan udøve. Vindstyrke måles i Beaufort.

Beaufort	m/s	Knob	Betegnelse
0	0	0	Stille
1	1	1- 3	Næsten stille
2	2- 3	4- 6	Svag vind
3	4- 5	7-10	Let vind
4	6- 7	11-16	Jævn vind
5	8-10	17-21	Frisk vind
6	11-13	22-27	Hård vind
7	14-16	28-33	Stiv kuling
8	17-20	24-40	Hård kuling
9	21-24	41-47	Stormende kuling
10	25-28	48-55	Storm
11	29-32	56-63	Stærk storm
12	>32	>63	Orkan

Signaturforklaring: Indprikning af forskellige vindhastigheder



Figur 6.

Tabel 1. Udsendte varsler om forhøjet vandstand samt beregnet maksimal vandstand (prognose) og tilhørende tidspunkt.

Esbjerg

Udsendt kl.	Varsel	Beregnet maks. vandstand	Tidspunkt
11 dansk tid	2,5-3,0 m		
14 -	2,5-3,0 m	2,53 m	18.30
16 -	2,5-3,0 m	2,66 m	18.15
17 -	3,0-3,5 m	3,40 m	18.15
18 -	3,5-4,0 m	3,46 m	18.15
19 -	ca. 4,0 m	3,94 m	Aftagende
		Målt maksimal vandstand	Tidspunkt
		3,98 m	18.30

Vidå (Højer)

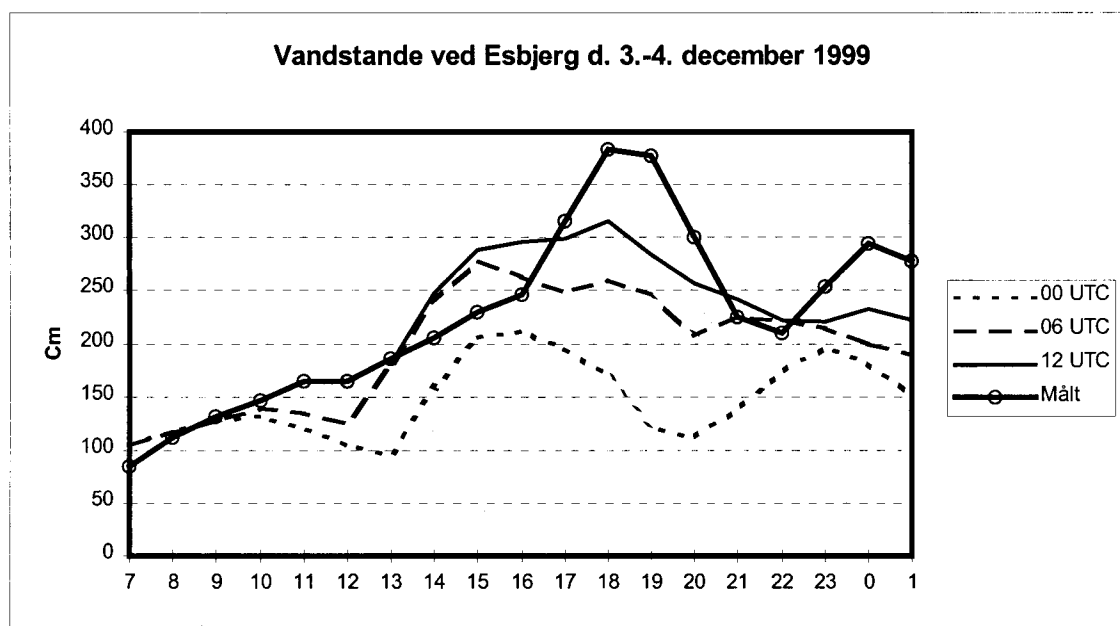
Udsendt kl.	Varsel	Beregnet maks. vandstand	Tidspunkt
11 dansk tid	2,5-3,0 m		
14 -	ca. 3,5 m	3,57 m	20.30
16 -	ca. 3,5 m	3,57 m	20.30
17 -	3,5-4,0 m	3,50 m	20.45
18 -	3,5-4,0 m	4,10 m	19.45
19 -	ca. 4,5 m	4,53 m	19.45
20 -	ca. 4,5 m	4,47 m	Aftagende
		Målt maksimal vandstand	Tidspunkt
		4,53 m	19.30

Torsminde

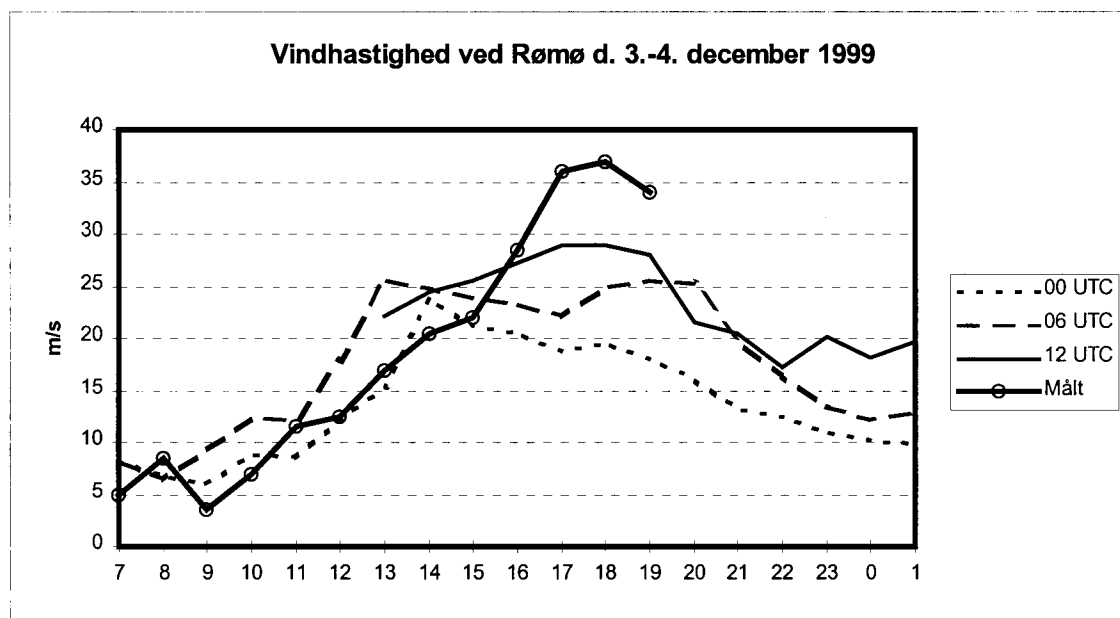
Udsendt kl.	Varsel	Beregnet maks. vandstand	Tidspunkt
11	ca. 2,0 m	2,22 m	14.15
14	ca. 2,0 m	1,94 m	14.15
16	ca. 2,0 m	2,24 m	Aftagende
17	2,0-2,5 m	2,27 m	Aftagende
		Målt maksimal vandstand	Tidspunkt
		2,41 m	17.00

Tabel 2. Afvigelse i de operationelle prognoser fra den maksimale vandstand.

Prognosefejl	Esbjerg	Vidå (Højer)	Torsminde
7 timers prognose	-140 cm	-100 cm	-20 cm
4 timers prognose	-130 cm	-100 cm	-20 cm
1 times prognose	-50 cm	-40 cm	-20 cm



Figur 7. Målte vandstande fra Esbjerg (timeværdier) sammenholdt med de 3 operationelle vandstandsprognoser fra hhv. 00 UTC, 06 UTC og 12 UTC.



Figur 8. Vindhastigheder fra HIRLAM modellen kl. 00 UTC, 06 UTC og 12 UTC kørslerne sammenlignet med målte vinde over Rømø.