



**DNMI**

Det norske meteorologiske institutt

**Klima 18/2000**

**KLIMA**

# VURDERING AV VINDMÅLINGENE PÅ NORNE SKIPET

Knut A. Iden



# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN , N - 0313 OSLO

TELEFON 22 96 30 00

ISSN 0805-9918

RAPPORT NR.  
**18/00 KLIMA**

DATO  
**08.09.00**

## TITTEL

**VURDERING AV VINDMÅLINGENE PÅ NORNE SKIPET**

## UTARBEIDET AV

Knut A. Iden

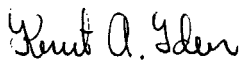
## OPPDRAGSGIVER

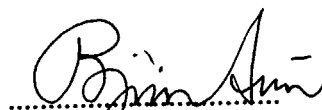
DNMI

## SAMMENDRAG

Rapporten analyserer vind målingene foretatt på Norne skipet i perioden 12.02.1999-01.08.2000. Analysen viser at vindhastigheten måt på to forskjellige vindsensorer er sterkt influert av objekter på båten når vindretningen avviker fra båtens orientering (heading). Alt etter vindretning kan målingene på en av sensorene være akselerert eller skjermet relativt til den andre sensoren. Bilder av sensor eksponeringen og tegninger (gjengitt i vedlegg ) sannsynliggjør at det er domen omkring satellitt antennen som har den største innvirkningen på vind målingene.

## UNDERSKRIFT

  
.....  
Knut A. IDEN  
SAKSBEHANDLER

  
.....  
Bjørn Aune  
FAGSJEF

# VURDERING AV VINDMÅLINGENE PÅ NORNE SKIPET

## Innhold

|   |    |
|---|----|
| 1. Bakgrunn   | 2  |
| 2. Heading (orientering) av Norne skipet  | 3  |
| 3. Vindhastighet i posisjon a og b som funksjon av retning når heading av Norne skipet er i intervallet $345^\circ - 015^\circ$ | 4  |
| 4. Vindretning i posisjon $a \in \{\text{Heading Norne} \pm \text{grense}\}$  | 9  |
| 5. Akselerasjon i forhold til et uforstyrret vindfelt.  | 11 |
| 6. Konklusjon   | 13 |
| VEDLEGG   | 14 |

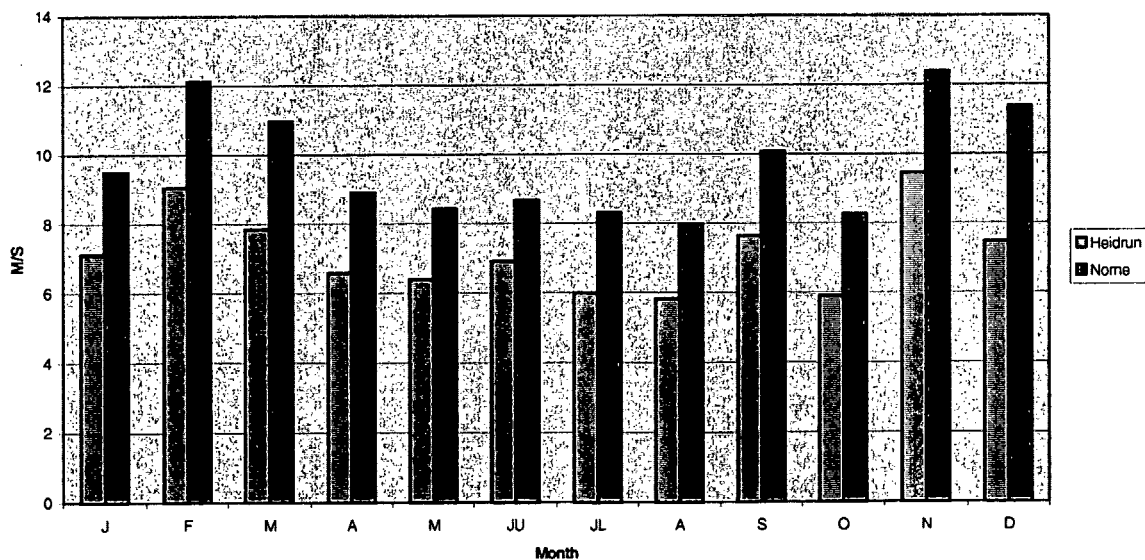
## 1. Bakgrunn

Norne er utstyrt med to sett med vindmålere av god kvalitet. Det er imidlertid vanskelig å plassere disse slik at måleverdiene representerer et uforstyrret vindfelt. Dette ble første gang påpekt i brev til Norse Electronic A/S 22.10.1995 etter en gjennomgang av tegninger av Norne med planlagt sensor plassering. Erfaringene med de første vindmålingene fra feltet medførte at vindsensorene ble flyttet til nåværende plassering 17 juni i 1998. Denne flytting gjorde at det ble noe bedre samsvar mellom samtidige verdier fra de to sensorene. Sammenligning med måleverdier fra Heidrun antydte imidlertid at vindmålingene fra Norne kan være høyere enn det vindfeltet tilsier. Dette inntrykket er også rapportert fra varslingsmeteorologer i Bergen og Tromsø. En gjennomgang av data fra 1999 bestyrker dette inntrykket. Figur 1 viser månedsmidler basert på samtidige målinger fra Heidrun og Norne i 1999. Det er påfallende at månedsmidlene basert på data fra Norne ligger over tilsvarende for Heidrun. I figur 2 er månedsmaksima for vindhastigheten fra den samme parallellserien for Norne og Heidrun gjengitt. De samme trekkene som for middelverdiene går igjen.

I denne rapport oppsummeres resultatene fra en oppfølgende analyse av vinddataene. Analysen tar sikte på å dokumentere om vindmålingene med nåværende sensor eksponering er influert av objekter på båten og båten selv. Rapporten tar ikke sikte på å dokumentere alle sider ved vindmålingene. Målsetting er at en ut fra analysen skal kunne gi råd om eventuell endret plassering som kan gi mer pålitelige vindmålinger fra Norne.

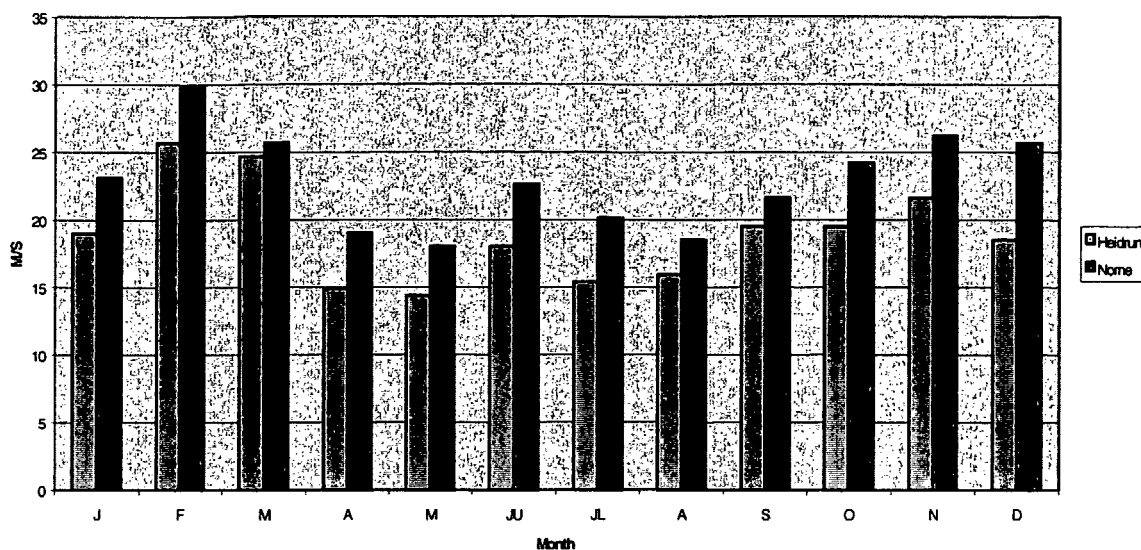
På en plattform/skip er den plass en har til rådighet en vesentlig begrensning med hensyn på en optimal plassering. Det er derfor i de fleste tilfeller snakk om et optimalt kompromiss av kryssende hensyn.

MONTHLY MEAN OF WIND SPEED IN 1999



Figur 1. Midler av vindhastighet målt på Heidrun og Norne i 1999. Midlene er basert på samtidige data på de to målestedene. Midlene omfatter alle vindretningene. Referansenivå er 10 m over middelvannstand.

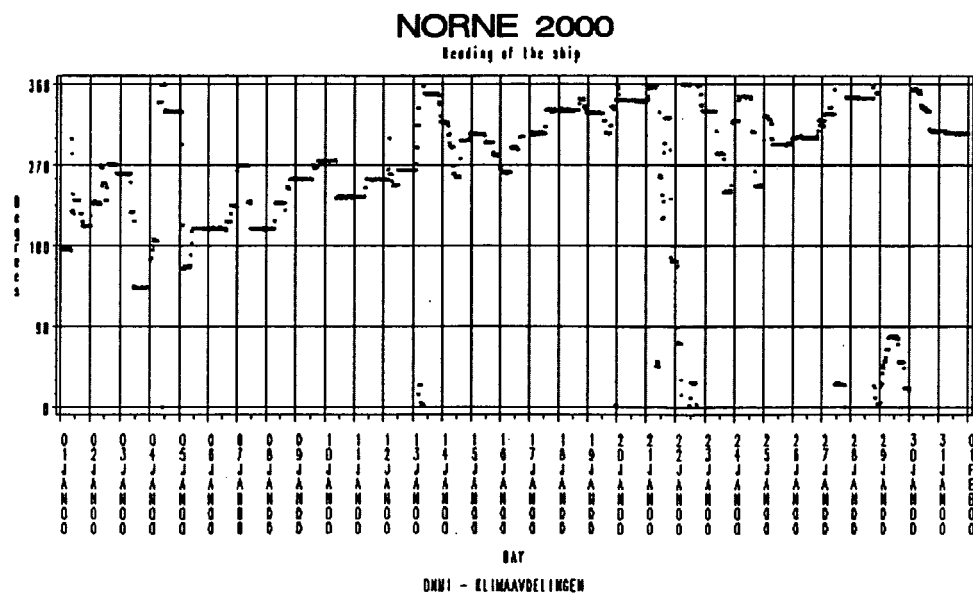
MONTHLY MAXIMUM OF WIND SPEED IN 1999



Figur 2. Måneds maksima av vindhastighet for Norne og Heidrun basert på parallellserie fra de to oljefeltene i 1999. Referansenivå er 10 m over middelvannstand.

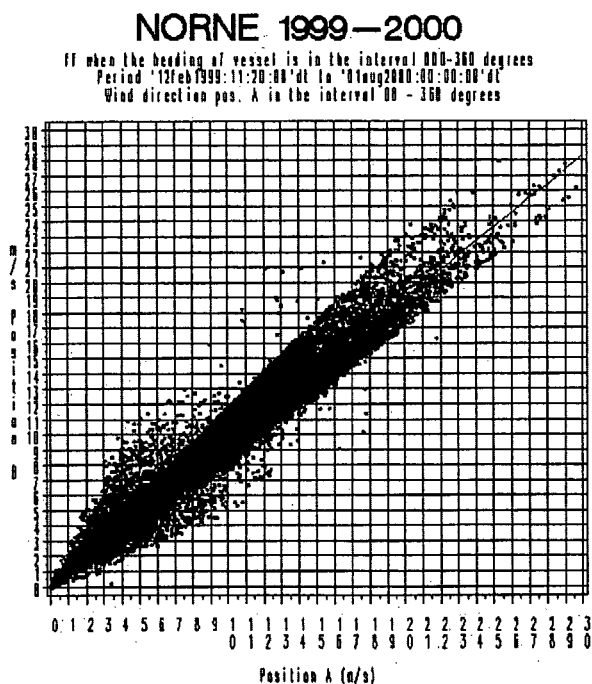
## 2. Heading (orientering) av Norne skipet

Det er flere forhold som har innflytelse på vindmålingene på Norne. Å dokumentere de forskjellige effektene kompliseres av at skipets orientering (heading) varierer. Det er et sett av kriterier knyttet til bølger, strøm, vindretning og eventuell lossesituasjon som styrer navigeringen. Skipets heading er lagret etter 12 februar 1999 i form av 1 min midler. I figur 3 er heading av Norne skipet for januar 2000 gjengitt i form av en tidsserie. I denne måneden



Figur 3. Tidsserie som viser heading av Norne skipet i januar 2000.

var heading hyppig i intervallet  $270^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ . Ved hjelp av disse 1 min midler for heading på Norne skipet er det mulig å sortere ut vindverdiene med samme orientering av Norne. Dette gir mulighet til å lage sprednings diagram for forskjellige vindretnings intervall som er veldefinert i forhold til det roterende skipet. Diagrammene vil kunne dokumentere eventuell innvirkning fra objekter nær vindsensorene, som for eksempel domer omkring satellitt antennen på øverste dekk. I figur 4 er alle samtidige vindmålinger fra posisjon a og b for perioden 12.02.1999-01.08.2000 plottet. De fleste målingene ligger innenfor en sektor. For samtidige målinger innenfor sektoren kan forskjellen være opptil 3-4 m/s for store vindhastigheten. Det fremgår videre av figur 4 at det er mange tilfeller utenfor denne sektor med vesentlig større forskjeller.



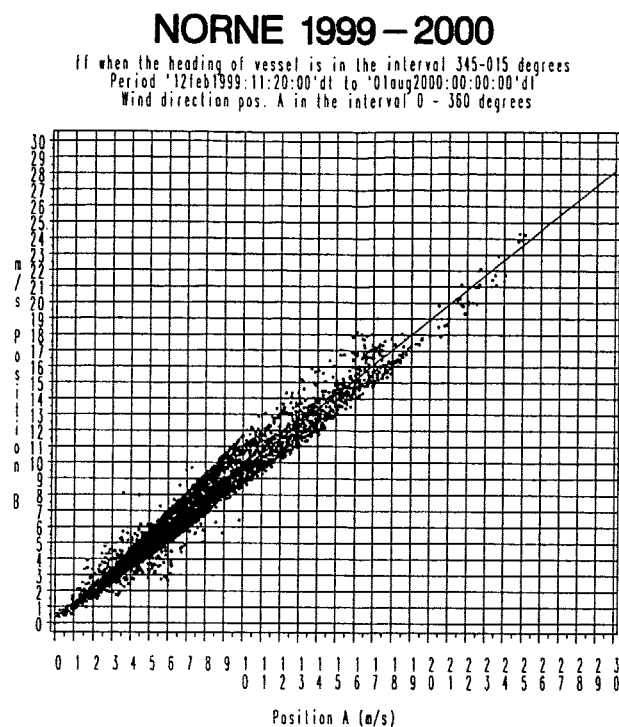
Figur 4. Sprednings diagram av målingene i pos a og b basert på totalmaterialet i perioden 12.02.1990 - 01.08.2000.

### 3. Vindhastighet i posisjon a og b som funksjon av retning når heading av Norne skipet er i intervallet $345^{\circ}$ - $015^{\circ}$

Det er foretatt sortering av materialet etter heading på Norne skipet innenfor  $30^{\circ}$  intervaller omkring retningene N, Ø, S og V ved at en har tatt med  $15^{\circ}$  på hver side av disse hovedretningene. Intervallene omkring N og V har det største antall tilfeller med i alt 4048 og 4075 hhv. I de andre to intervallene faller 2202 (Ø) og 2293 (S) av observasjonene. Totalt antall observasjoner i den analyserte perioden er 36836.

Nedenfor gjengis sprednings plott av samtidige målinger av vindhastighet sortert etter vindretning i intervall på 30 grader når Norne skipet har hatt heading i intervallet  $345^{\circ}$  -  $015^{\circ}$ . Dette er gjort både med vindretning i posisjon a og b som sorterings variabel. I praksis ga ikke dette så store forskjeller i resultatene. Vi gjengir derfor bare sprednings diagrammene for de tilfellene der retning i posisjon a er benyttet som sorterings variabel. I figur 5 er først alle

vindobservasjoner, uansett retning, med heading av Norne skipet i intervallet 345°-015° gjengitt.



Figur 5. Sprednings diagram av samtidige vindmålinger i posisjon a og b når heading av Norne skipet er i intervallet 345° – 015° i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000.

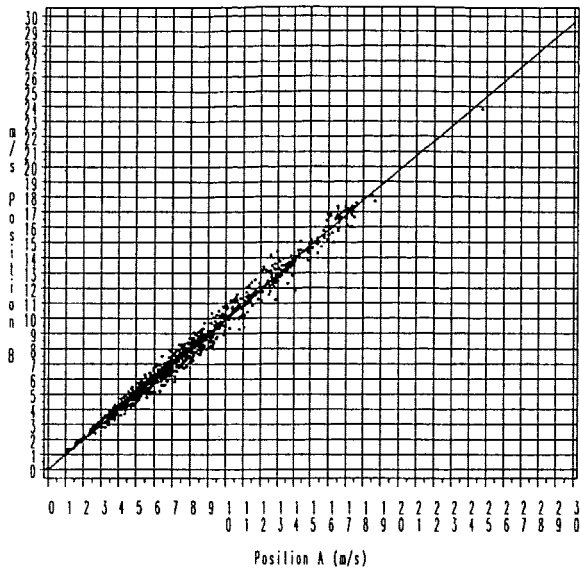
Sammenlikner en med totalmaterialet i figur 4 finner en at spredningen om den inntegnede regresjonslinjen er redusert. I figur 6 a øverst til venstre har en plottet tilfellene der vindretningen i posisjon a er i samme intervall som heading på Norne altså i dette tilfelle intervallet 345°-015°. Regresjonslinjen som er tegnet inn avviker nå ubetydelig fra 1-1 linjen og variasjonen om regresjonslinjen er liten. Tilsvarende plott for de andre vindretningene er gjengitt i resten av figurene 6 a, b og c. I tabell 1 er det gjort en kvalitativ oppsummering.

Tabell 1. Størrelses forhold mellom vindhastighet (FF) målt ved sensor i posisjon a og b for forskjellige retningsintervall for sensor i posisjon a. Heading av Norne skipet 345°-015°.

| Retn. intervall for sensor A | Vindhastighet i pos. A og B. | Spredn om regr. linjen |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 015-045                      | FFb > FFa                    | liten                  |
| 045-075                      | FFb > FFa                    | liten                  |
| 075-105                      | FFb ≥ FFa                    | stor                   |
| 105-135                      | FFb << FFa                   | liten                  |
| 135-165                      | FFb << FFa                   | liten                  |
| 165-195                      | FFb ≤ FFa                    | få tilfeller           |
| 195-225                      | FFb > FFa                    | liten                  |
| 225-255                      | FFb > FFa                    | liten                  |
| 255-285                      | FFb > FFa                    | endel                  |
| 285-315                      | FFb < FFa                    | endel                  |
| 315-345                      | FFb < FFa                    | liten                  |
| 345-015                      | FFb ≅ FFa                    | liten                  |

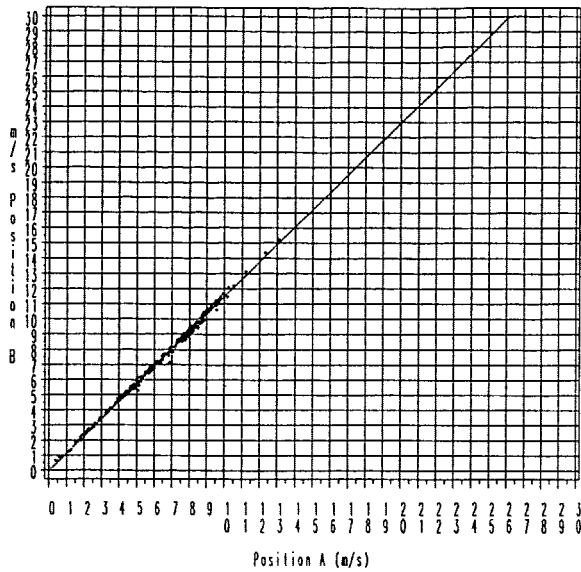
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt'  
 Wind direction pos. A in the interval 345 - 015 degrees



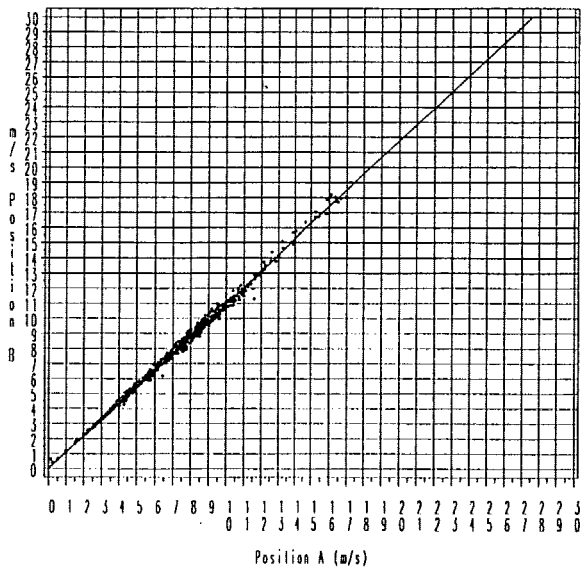
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt'  
 Wind direction pos. A in the interval 045 - 075 degrees



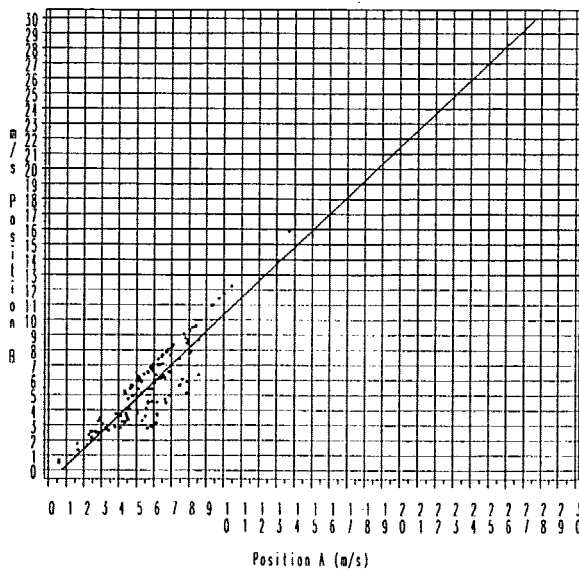
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt'  
 Wind direction pos. A in the interval 015 - 045 degrees



### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt'  
 Wind direction pos. A in the interval 075 - 105 degrees

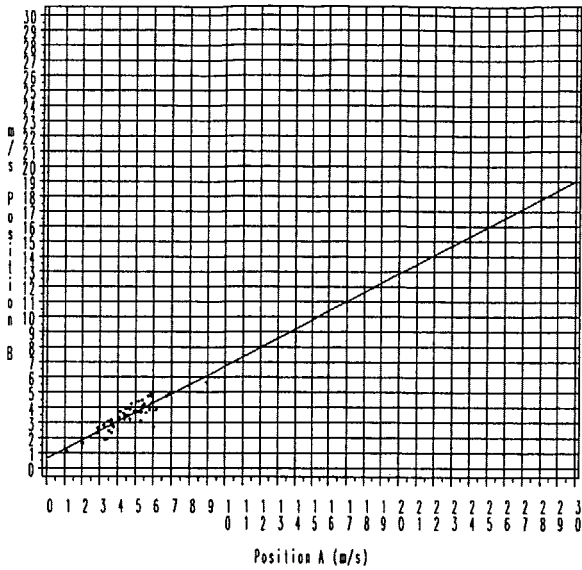


Figur 6 a. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b for forskjellige retningsintervall av vindretning i posisjon a, når heading av Norne skipet er i intervallet 345° – 015°. Diagrammene er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000



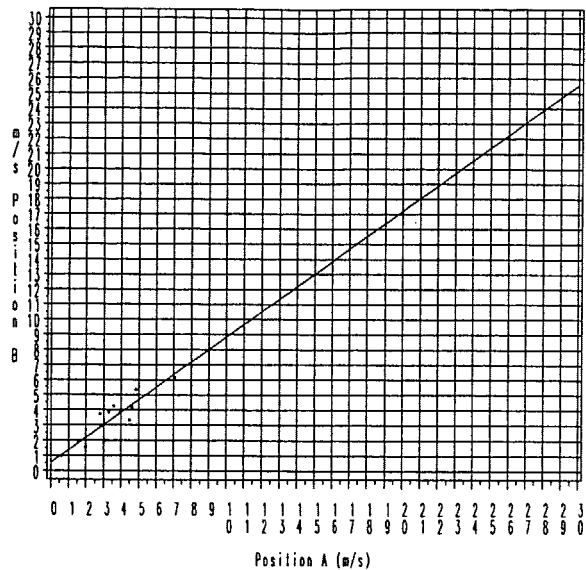
### NORNE 1999 – 2000

ff when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 105 - 135 degrees



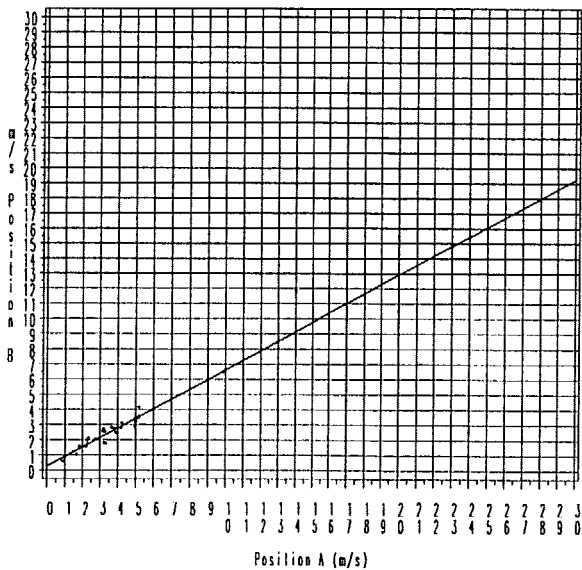
### NORNE 1999 – 2000

ff when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 165 - 195 degrees



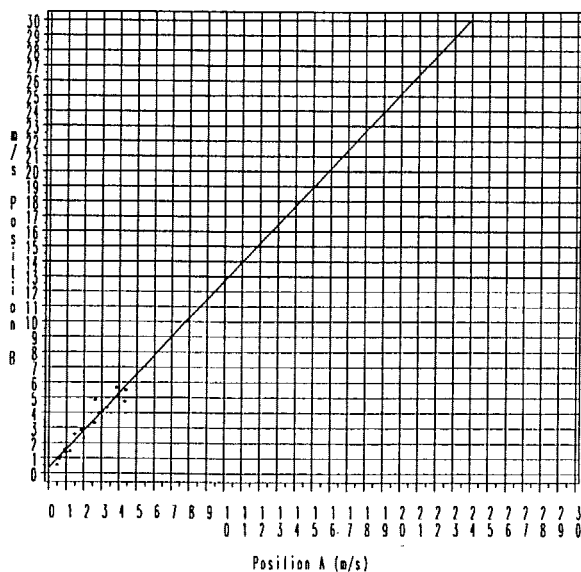
### NORNE 1999 – 2000

ff when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 135 - 165 degrees



### NORNE 1999 – 2000

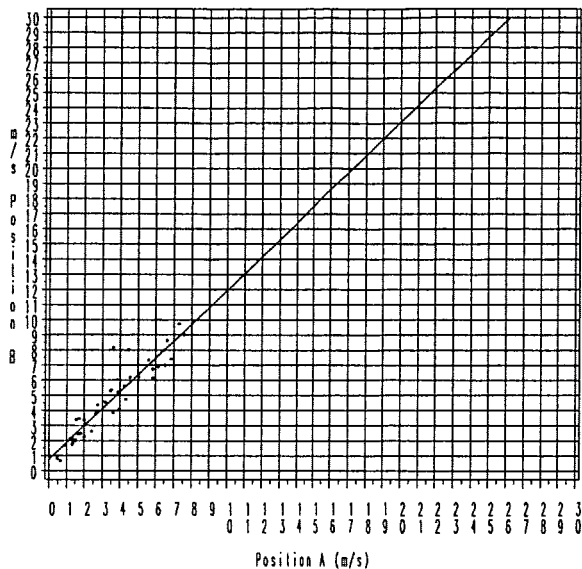
ff when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 195 - 225 degrees



Figur 6 b. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b for forskjellige retningsintervall av vindretning i posisjon a, når heading av Norne skipet er i intervallet 345° – 015°. Diagrammene er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000

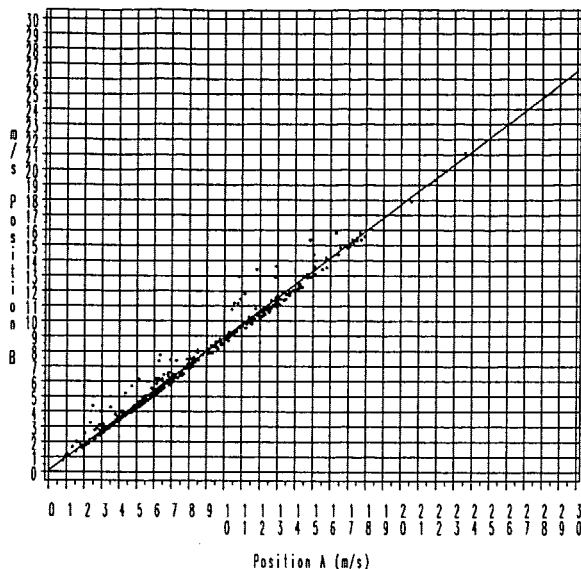
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 225 - 255 degrees



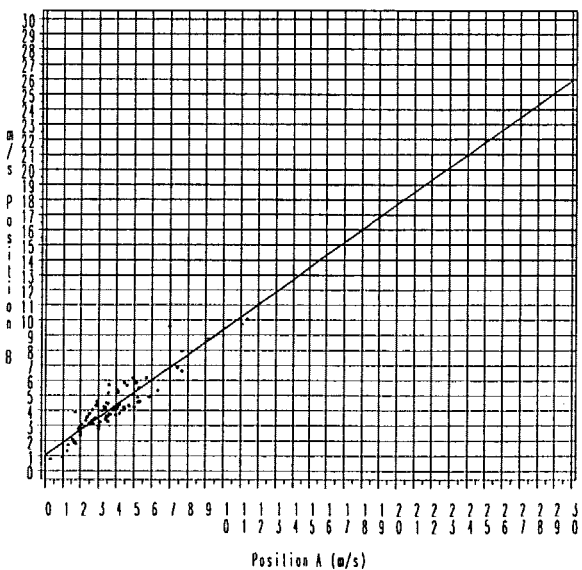
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 285 - 315 degrees



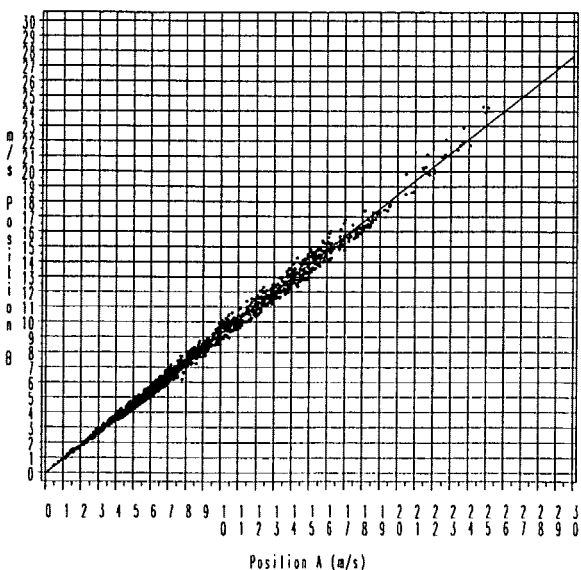
### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 255 - 285 degrees



### NORNE 1999 – 2000

If when the heading of vessel is in the interval 345-015 degrees  
 Period '12feb1999:11:20:00'dt to '01aug2000:00:00:00'dt  
 Wind direction pos. A in the interval 315 - 345 degrees



Figur 6 c. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b for forskjellige retningsintervall av vindretning i posisjon a, når heading av Norne skipet er i intervallet 345° – 015°. Diagrammene er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000

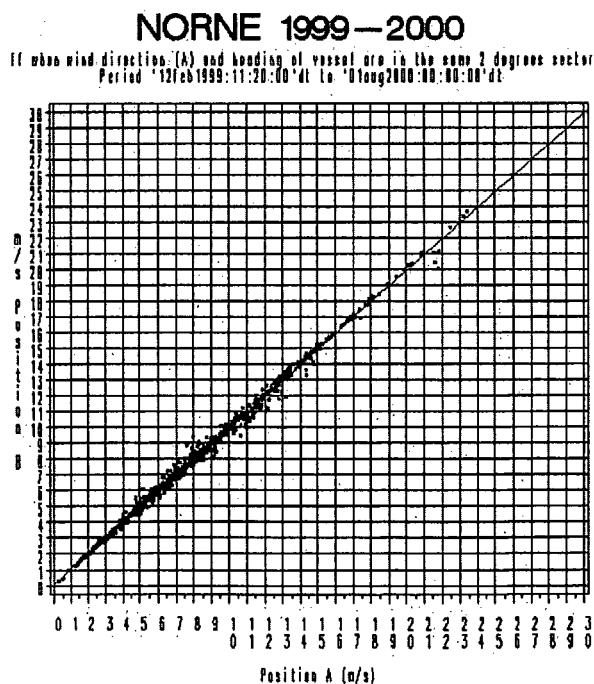
Ut fra dette er det tydelig at begge sensorene gir omtrent den samme verdi når vindretningen faller sammen med headingen på skipet, i dette tilfelle 345°-015°. En tilsvarende

gjennomgang for heading i intervallet 255°-285° (ikke gjengitt) gir beslektede resultater. Vi kan derfor konkludere med at når vindretningen ligger nær opp til heading på Norne skipet viser målerne i posisjon a og b omtrent samme verdi. Når heading og vindretningene avviker kan det være betydelige forskjeller. Det er nærliggende å sette disse forskjellene i sammenheng med objekter i nærområdet til sensorene. Dette diskuteres nærmere nedenfor. d.

#### 4. Vindretning i posisjon a $\in$ {Heading Norne $\pm$ grense}

Da vindretning i forhold til heading av Norne skipet er av avgjørende betydning for den målte vindhastighet i posisjon a og b er det gjort en supplerende analyse der det tilgjengelige materiale er sortert ut ved kriterium på vindretning i posisjon a. Observasjonene tas med i denne analysen når vindretning i posisjon a ikke avviker mer enn en gitt grense fra heading av Norne skipet. Som grenser har en valgt verdier fra 1° til 15°. I figur 7, 8 og 9 er gjengitt resultatene for grensene 1°, 2.5° og 15° som gir intervall på 2°, 5° og 30° omkring heading på Norne skipet. På figurene 7 og 8 ligger punktene med liten spredning om regresjonslinjene som i begge tilfellene faller sammen med 1-1 linjen. I figur 9 er spredningen noe større, men regresjonslinjen er fremdeles svært nær 1-1 linjen. Dette resultatet understreker konklusjonen trukket i punkt 3 ovenfor.

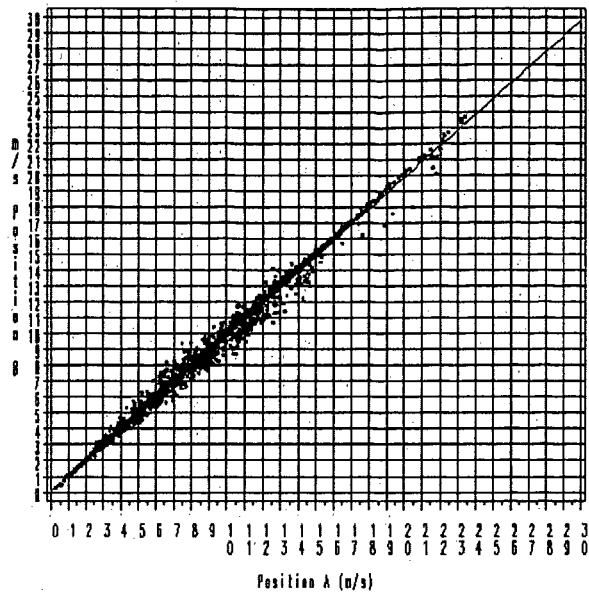
Når en setter grenseverdien slik at intervallet er 30 grader er det utplukkede materiale på 8970 observasjoner som er ca. 24 % av total materialet i samme periode.



Figur 7. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b når vindretning i posisjon a ikke avviker mer enn  $\pm 1^\circ$  fra heading på Norne skipet. Diagrammet er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000.

## NORNE 1999—2000

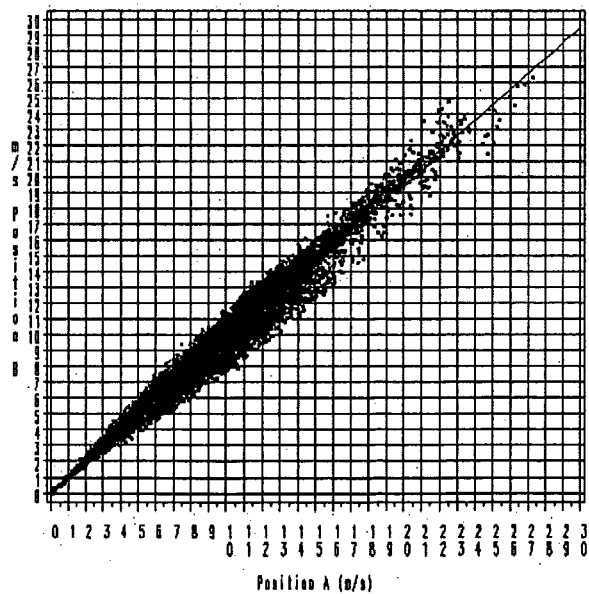
If uben wind direction (A) and heading of vessel are in the same 5 degree sector  
Period '12Feb1999:11:20:00'dt to '01Aug2000:00:00:00'dt



Figur 8. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b når vindretning i posisjon a ikke avviker mer enn  $\pm 2.5^\circ$  fra heading på Norne skipet. Diagrammet er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000.

## NORNE 1999—2000

If uben wind direction (A) and heading of vessel are in the same 30 degree sector  
Period '12Feb1999:11:20:00'dt to '01Aug2000:00:00:00'dt



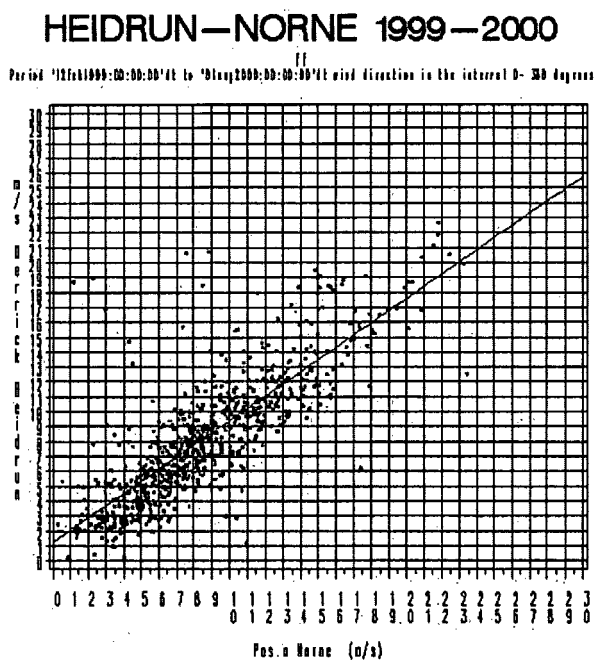
Figur 9. Sprednings diagram av vindhastighet målt i posisjon a og b når vindretning i posisjon a ikke avviker mer enn  $\pm 15^\circ$  fra heading på Norne skipet. Diagrammet er basert på samtidige målinger i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000.

## 5. Akselerasjon i forhold til et uforstyrret vindfelt.

Enhver vindmåler vil på en eller annen måte kunne påvirke det vindfeltet det skal gi en representativ verdi for. Når i tillegg objekter er tilstede i området nær måleren kompliseres dette ytterligere. Det er vanskelig å avgjøre mulig påvirkning ved en visuell vurdering.

Ved hjelp av målingene i perioden 12.02.1999 – 01.08.2000 har en ovenfor dokumentert at ulike detaljer ved Norne skipet har stor innflytelse på målingene der sensorene står i dag.

Det bør videre bemerkes at målingene fremstilt i figur 7, 8 og 9 som viser meget god overensstemmelse mellom de to målepunktene også kan være påvirket i forhold til et uforstyrret vindfelt. For å få et begrep om dette er data fra punkt a når avviket til heading er innenfor 2 graders intervallet plottet mot samtidige data fra Heidrun. Resultatet er gjengitt i figur 10.



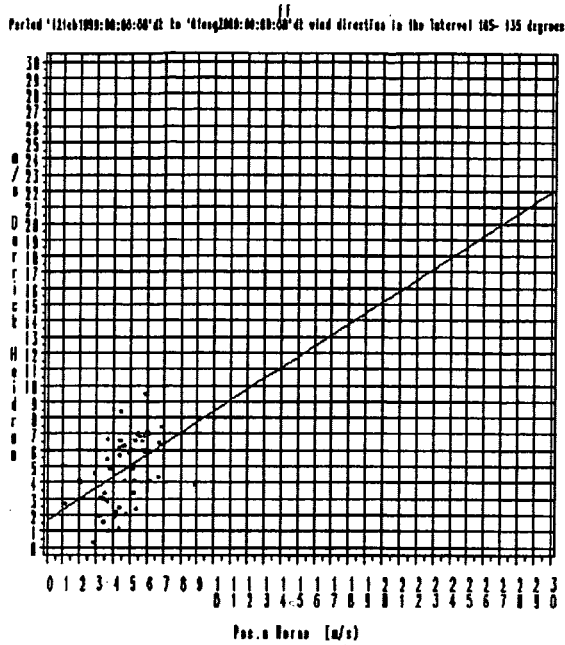
Figur 10. Sprednings diagram der vindhastighet fra sensor a på Norne er plottet mot samtidige data fra Heidrun plattformen. Vindretning i posisjon a på Norne avviker ikke mer enn  $\pm 1^\circ$  fra heading på skipet.

Det er stor spredning om regresjonslinjen i figur 10. Da det er stor avstand mellom de to feltene må en regne at avviket kan være stort i enkelt situasjoner. Det synes imidlertid ikke å være en systematisk akselerasjon tilstede når vindretningen faller sammen med heading på båten. Dette er også sannsynliggjort ved beregning av gustfaktorer (forholdet mellom 3 sek vindkast (gust) og 10 min middelvind). Når vindretning faller innenfor samme  $10^\circ$  graders intervall som båten heading er midlere gustfaktor 1.23-1.24 med standardavvik på 0.06 når vindhastigheten  $> 10$  m/s. For lavere vindhastigheter ligger midlere gustfaktorer i området 1.27-1.28 med standardavvik på 0.14-0.15. Heller ikke disse resultatene tyder på akselerasjon over båten når vindretning og heading på båt faller sammen.

For vindretning i posisjon a i intervallet  $105^\circ$ - $135^\circ$  finner en midlere gustfaktor på 1.32 i målepunkt a og 1.56 i målepunkt b. Det er tydelig at de to målepunktene blir påvirket. Påvirkningen er en blanding av akselerasjon og skjerming. Effektene er vanskelige å

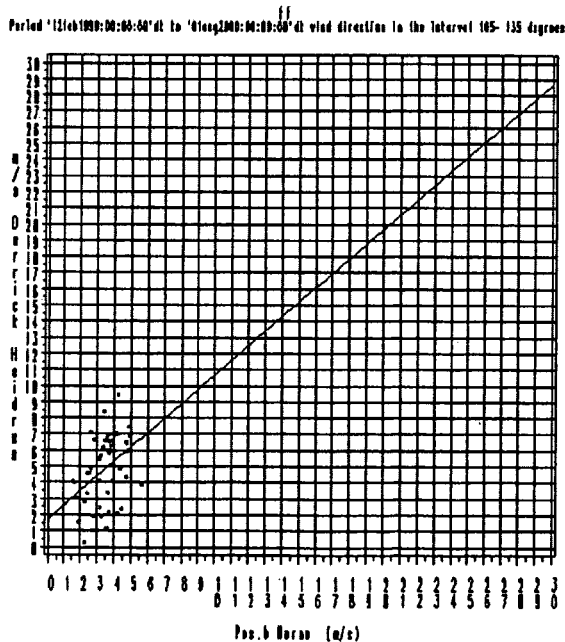
kvantifisere hver for seg. Som ovenfor er vindverdiene i disse situasjonene sammenholdt med samtidige målinger fra Norne.

### HEIDRUN—NORNE 1999—2000



Figur 11. Sprednings diagram der vindhastighet fra sensor a på Norne er plottet mot samtidige data fra Heidrun plattformen når heading på Norne skipet er  $345^{\circ} - 015^{\circ}$  og vindretning i posisjon a på Norne er  $105^{\circ} - 135^{\circ}$ .

### HEIDRUN—NORNE 1999—2000



Figur 12. Sprednings diagram der vindhastighet fra sensor b på Norne er plottet mot samtidige data fra Heidrun plattformen når heading på Norne skipet er  $345^{\circ} - 015^{\circ}$  og vindretning i posisjon a på Norne er  $105^{\circ} - 135^{\circ}$ .

Sprednings diagram er gjengitt i figur 11 og 12 der målingene i posisjon a og b hhv er plottet mot samtidige data fra Heidrun. I begge figurene er det stor spredning omkring regresjonslinjene. Det synes å være en tendens til at verdiene fra Norne ligger høyere enn tilsvarende fra Heidrun. Det må understrekes at samlet figurene bygger på er beskjedent.

## 6. Konklusjon

Ovenstående gjennomgang dokumenterer at vindmålingene på Norne er til dels betydelig påvirket av målemiljøet på Norneskipet. Målingene er minst påvirket når vindretning faller sammen med skipets heading. Når vindretningen avviker fra denne varierer forholdet mellom vindhastigheten i de to målepunktene på en systematisk måte. For å få frem mer pålitelige vindverdier for alle retninger er det nødvendig å endre sensor oppstillingen.

Da en i 1998 tilrådte flytting var målsetting å komme unna den roterende radar antennen som står på dekk 2. I vedlegg er det gjengitt tegninger og fotografier som viser den plassering av vind sensorene en har hatt siden flyttingen 17.06.1998. Ut fra tegninger og fotografi er det åpenbart at domene omkring satellitt antennen må influere på vindmålingene i dagens posisjon og da spesielt i de retningene som påvirkning er dokumentert i sprednings diagrammene 6 a-c.

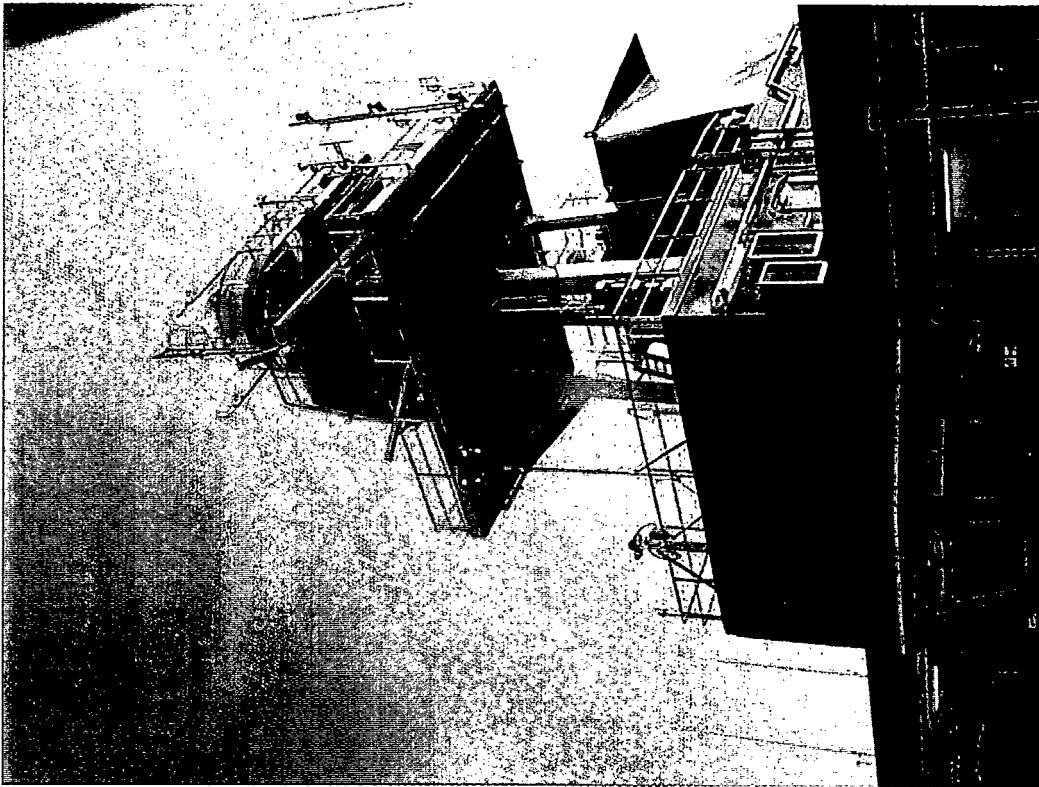
En heving av sensorene for å komme over toppen av domene vil være nødvendig. Det er imidlertid vanskelig å si hva som er tilstrekkelig heving. Modellsimuleringer vil sannsynligvis være nødvendig for å gi et optimalt råd om dette. For tiden har DNMI ikke slik programvare tilgjengelig men regner med at dette vil være på plass i nær fremtid slik at det vil være mulig å gjennomføre en modellstudie noe senere på høsten.

## VEDLEGG

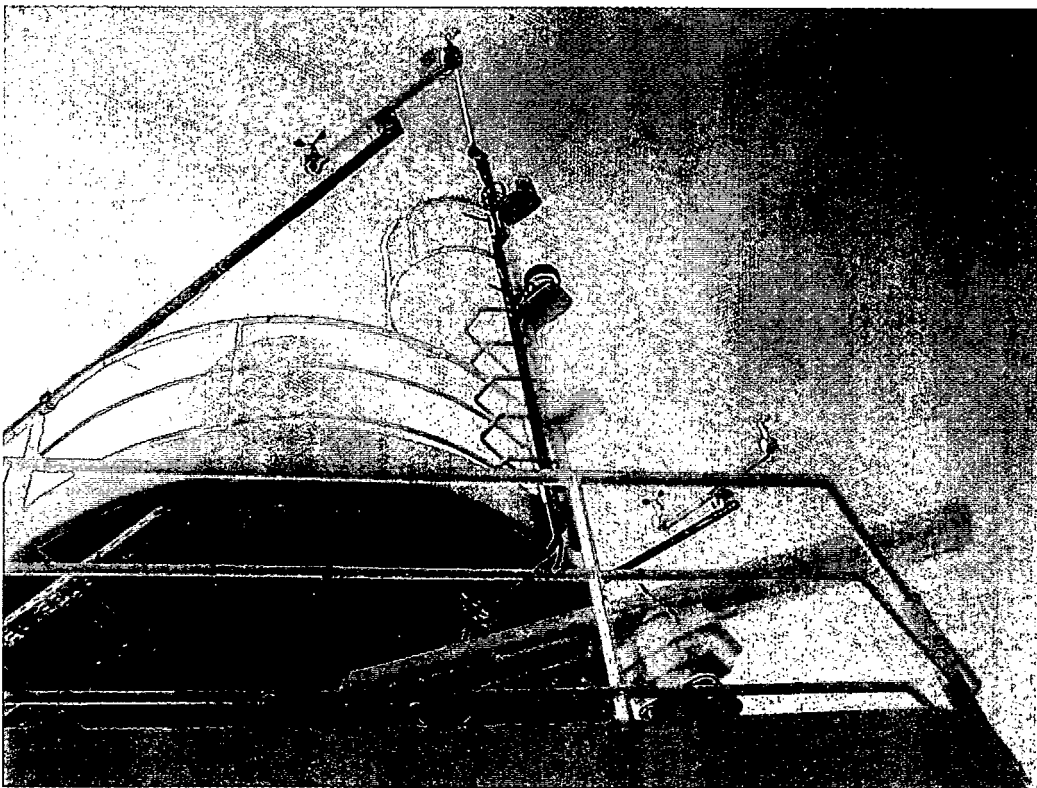
Bilder og tegninger formidlet av teknisk sjef Guttorm Hanssen , RC Symek. Fotografiene om bord i Norne skipet er foretatt av Norne Tele og Data ved Rolf Bakkemo i august 2000. Det opplyses at draft ved last/barlast er 18/10 m. Sensor høyden over havet blir derfor ca. 46-54 m. De to vind målerne som befinner seg på dekk 2 ovenfra tilhører DP (dynamisk posisjonering) systemet og må ikke forveksles med EMS systemet.



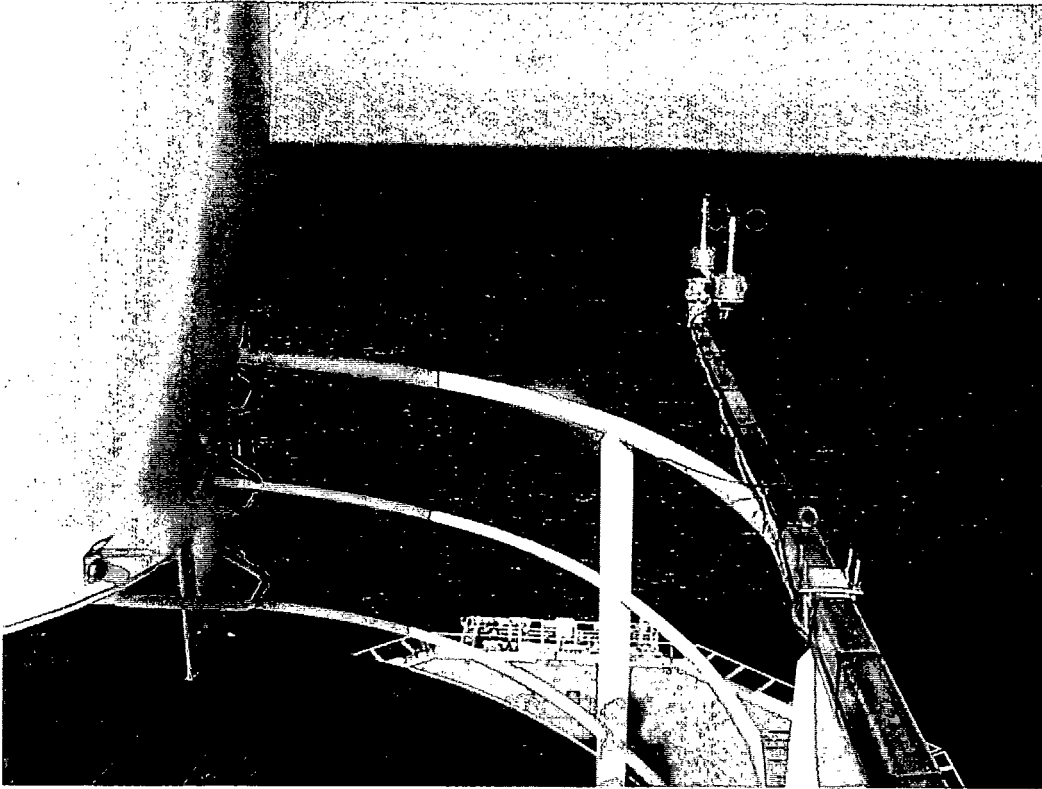




Figur 3. Antenne tårnet sett forfra på babord side. Vindsensorene som hører til EMS systemet er montert på stengene som peker fremover i forlengelsen av rekkverket på øverste plattform.



Figur 4. Vind sensorene sett forfra fra plattform 1 på styrbord side.



Figur 5. Vind sensorene på styrbord side av Norne skipet (Vindblokk A )



Figur 6 . Vind sensorene på babord side av Norne skipet (Vindblokk B )