

# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

47/86 KLIMA

DATO

16.09.1986

TITTEL

VINDMALEPROGRAM -  
SKIEN FM/TV KRINGKASTER - VEALØS  
STATUSRAPPORT SEPTEMBER 1986

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAKSGIVER

TELEDIREKTORATET - TRK

OPPDRAKSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten omhandler formålet med vindmålingene. Videre beskrives måleopplegget, herunder hva som skal måles, instrumentering og databehandling. Tidsplan og budsjettering for måleprogrammet er også tatt med. Rapporten gir også en oversikt over saksgangen hittil i vindmåleprogrammet. All korrespondanse i saken er tatt med som vedlegg.

UNDERSKRIFT

*Knut Harstveit*

.....  
Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

.....  
Bjørn Aune

FAGSJEF

## Innholdsfortegnelse

s.

1.	INNLEDNING	2
2	MÅLEOPPLEGG, INSTRUMENTERING OG DATABEHANDLING	5
2.1	Beskrivelse av målested	5
2.2	Sensorbeskrivelser	5
2.3	Dataoverføring	6
2.4	Beregningsprosedyre	7
3.	BUDSJETT OG SAKSGANG	8
3.1	Budsjett	
3.2	Saksgang	

### VEDLEGG

Liste over korrespondanse

## 1. INNLEDNING

Etter en del diskusjon og planlegging er det nå satt igang et vindmåleprogram for antennemast Vealøs, Skien. Programmet er finansiert av Tele-direktoratet, TRK. Prosjektet er utformet gjennom et samarbeid mellom Det norske meteorologiske institutt (DNMI) og konstruktøren av masten, Rambøl & Hannemann (R&H). Også ønsker fra Bonde & Co (Gunnar Folkestad) er tatt hensyn til. En har også trukket inn erfaring oppnådd av J.J. Jensen (SINTEF) og hans medarbeidere ved målinger på Vega antennemast.

Den praktiske ledelsen av prosjektet er lagt til DNMI. Firmaet EDAS-Eidsvoll er engasjert til å utføre selve arbeidet med innsamling og tilrettelegging av data.

Bakgrunnen for vindmåleprogrammet kan kort skisseres slik:

Ved vindlastvurderingene på Vealøs antennemast (Vedlegg 2) er det benyttet en ekstremvindanalyse fra Ferder fyr. Ferder fyr er en fast vindregistreringsstasjon i DNMI's regi.

Ved vurdering av sammenhengen mellom Ferder fyr og Vealøs er en henvist til å benytte et skjønn der en tar hensyn til de forskjellige effekter som er virksomme. Disse er til dels meget vanskelige å tallfeste.

Ved måling av middelvinden på Vealøs i topp av mast (150 m over bakken) og ved fot av mast (10 m over bakken) vil en etter en tid kunne tallfeste sammenhengen mellom vinden på Ferder og Vealøs. Dette vil gi et langt mer pålitelig estimat av vindlastene.

Ved måling av middelvinden også i 30 m nivå samt turbulensintensiteter og vindgust i de tre nevnte nivåer kan da også gi pålitelige estimater av forventede vindprofiler, ekstreme vindkast og turbulensintensiteter.

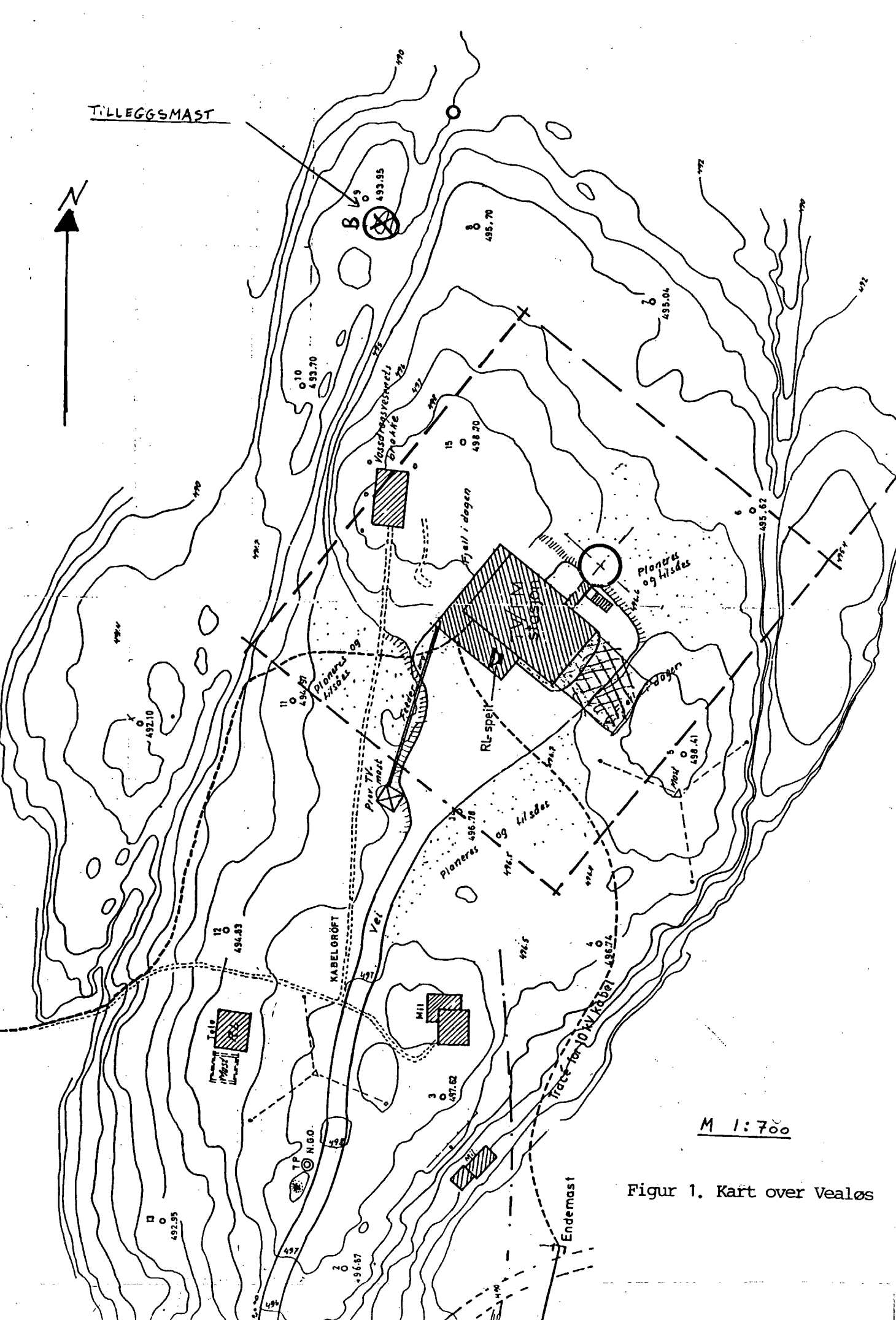
Det er meget nyttig også for en generell kartlegging av vindforholdene over Østlandet og Sørlandet å få målt disse tre parameterne på et sted som er såvidt fritt over terrenget. Ved tolking av disse resultatene vil en kunne få bedre forståelse for hvilke effekter som er mest virksomme (overflateruhet, avbøyet kaldluft, oppbremsing mot høyere fjell, skjerming, le-vinder), og tallfesting av dem. Dette vil være til stor nytte ved vurderinger av vindlaster på andre master i denne regionen.

Vealøs ligger også meget lett tilgjengelig til. En er nå i ferd med å innkjøre et opplegg for automatstasjoner med overføring av sanntids data direkte til DNMI gjennom et samarbeid med EDAS.

Tilpasning til forholdene som gjelder ved antennemaster og til de krav som en stiller til måling og beregning av aktuelle paramere er under arbeid. Det er en stor fordel at denne utviklingen skjer på et sted som er lett tilgjengelig.

Vi kan da summere opp formålet med vindmålingene på Vealøs:

- 1) Finne mer pålitelige estimater av vindlaster på masten.
- 2) Generell kartlegging av vindlaster over fjelltopper.  
Tallfesting av fysiske effekter.
- 3) Innkjøring av et passende måleprogram til bruk på antennemaster i andre regioner.



M 1:700

Figur 1. Kart over Vealøsskardet

## 2. MÅLEOPPLEGG, INSTRUMENTERING OG DATABEHANDLING

### 2.1 Beskrivelse av målested

Vealøs ligger ca. 6 km nordøst for Skien. Sted og topografi er beskrevet i DNMI/KLIMA 10/86 (vedlegg 2).

Det er plassert et målepunkt i toppen av selve antennemasten (152 m over Vealøs-toppen). For ikke å få for stor innflytelse av selve antennemasten på målingene i 10 og 30 m's nivå, har en valgt å benytte en tilleggs mast ved målinger i disse nivåer.

Plasseringen av tilleggs masten måtte tilfredsstillende det mikrometeorologiske krav om representativitet av tilleggs masten i forhold til antennemasten. Dvs. målingene må representere toppen av Vealøs. Dessuten skulle visse krav om å unngå "skyteretninger" fra speilrefleksantennener i området også tilfredsstilles.

En mener å ha funnet et sted som kan aksepteres, punkt B (Fig. 1) ca. 60 m nordvest for antennemasten. Det måles der 15 m og 35 m over bakken. Dette antas representere nivåene 10 m og 30 m over topppunktet på Vealøs.

### 2.2 Sensorbeskrivelser

I alle tre nivåer settes det opp sensorer for måling av vindhastighet, vindretning og lufttemperatur.

#### Anemometer

Vindhastighetsmåleren er av type Vaisala WAA 15. Dette er et skålkorsanemometer. Distansekonstanten er oppgitt til 1.5 m, dvs. at anemometeret er følsomt for hurtige variasjoner (ned til 1 sek.) i vinden. Måleområdet er angitt til 0 - 75 m/s, terskelverdi 0.4 m/s, nøyaktighet under 10 m/s :  $\pm 0.1$  m/s og nøyaktighet fra 10 til 75 m/s :  $\pm 2\%$ . Anemometeret har digital utgang og gir ved en samplingfrekvens på 1 Hz, oppløsningen 0.1 m/s. Anemometeret er utstyrt med en varmetråd slik at det kan oppvarmes ved isingsfare.

#### Vindretningsmåler

Vindretningsmåleren er av type Fridrichs vindfane. Distansekonstanten er oppgitt til 1.3 m ved 5 m/s og  $45^{\circ}$  initial avbøyning fra vindretningen. Dempningskoeffisienten er oppgitt til 0.57. Vindretningsføleren er således også tilstrekkelig følsom for hurtige variasjoner i

vinden. Måleren er videre angitt til å tåle 60 m/s. Den har en analog utgang som digitaliseres og gis oppløsning 0.1<sup>0</sup>. Sensoren er utstyrt med en varmetråd slik at den kan oppvarmes ved isingsfare.

#### Termometer.

Det benyttes et motstandstermometer utarbeidet av firmaet Thermo - Electro, levert med kalibreringskurve. Denne kurve legges inn på et beregningskort plassert på en ytre feltstasjon nær målepunktet. Nullpunktet blir kontrollert med en iskalibrering før utplassering. En antar at måling i tre nivåer og daglig (arbeidsdager) mulighet for inspeksjon av data gir gode muligheter for å følge med i evt. forskyvninger i kalibreringsnivået. Nøyaktighet og oppløsning er 0.1<sup>0</sup>C.

Strålingsbeskytteren er en skjerm produsert av Thermo - Electro. Det er en relativt romslig sylinder med skrånende lag over hverandre med god avstand mellom hvert lag. Skjermen er hvitmalt. En er ikke sikker på hvor god skjermen er ved sterk stråling i stille vær, men den fungerer trolig godt ved god ventilasjon, dvs. ved middels og sterk vind.

### 2.3 Data-overføring

Sensorene avses hvert sekund av to ytre feltstasjoner (se vedlegg 6) plassert hhv. i 150 m/s nivå i hovedmast og ved tilleggs mast. Hver måleperiode settes til 10 min. Inntil 20 sek (trolig mindre, dette er ennå ikke ferdig utviklet) av hver 10 min periode benyttes til beregninger og overføringer. All beregning skjer på de ytre feltstasjoner. De ferdige data blir overført til hovedfeltstasjonen plassert inne i FM/TV stasjonen, for lagring.

All dataoverføring mellom ytre stasjoner og hovedfeltstasjonen skjer via fiberoptiske kabler. Dette øker sikkerheten i systemet, i det både elektrisk støy og overspenningen i tordenvær reduseres. Elektriske kabler fra sensorer til ytre stasjon er skjermet. Ytre stasjoner har også særlig skjermingsutstyr mot TV-mastens nærhet under sending. Det er plassert en lynavleder over sensorene i 150 m/s nivå. Alle stasjonene har innlagt ekstra sikring mot overspenninger.

Hovedfeltstasjonen oppringes automatisk 1 gang pr. døgn av en mottagerenhet plassert på DNMI. Her vil videre bearbeiding og lagring av data foregå. Evt. overføring til andre samarbeidspartnere vil skje herfra.

## 2.4 Beregningsprosedyre

### Beregninger i felt.

For alle tre nivåer gjelder:

Data innsamlet over en periode på 10 min (- beregningstid) blir bearbeidet på ytre feltstasjoner. Det dannes midler av vindhastighet og vindretning gjennom en vektormidlings-prosedyre (vedlegg 10). Dette oppfattes med god tilnærming som 10 min midler.

Det beregnes også glidende midler av vindhastigheten over 3 s, 5 s og 1 min. De maksimale verdier av disse, i tillegg til maksimal "instantan" vind (1 s) oppfattes som vindkast med de angitte varigheter. Deretter beregnes gustfaktorer ved å dividere på middelhastigheten over 10 min.

Videre beregnes turbulensintensiteten i vindens retning (longitudinalt) og på tvers (transversalt) (se vedlegg 10 og 17). En spesiell turbulensparameter der covariansen mellom instantanverdien av vinden langs og på tvers av vindretningen er viktigste ledd, inngår også. Avvik fra null her avslører inhomogeniteter i vindfeltet.

Temperaturen lagres bare som 10 min midler. Temperaturprofilen definerer graden av statisk stabilitet i umettet luft.

Vi får nå 3 10 min midler, 4 gustfaktorer og 3 turbulensparametre pr. nivå. Dette blir 30 verdier pr. 10 min, eller 4320 verdier pr. døgn til lagring.

### Beregninger og lagring på mottagerstasjonen

De innringte data vil etter hvert bli lagret på disketter. Det vil i tillegg til dette datasett bli beregnet flere parametre på mottagerstasjonen. Dette er i sin helhet ennå ikke helt klarlagt, men det synes klart at en vindprofilparameter (friksjonshastigheten,  $U_*$ ) og en terrengparameter (ruheten,  $Z_0$ ) vil bli beregnet (se vedlegg 10) rutinemessig. Også stabilitetsmodifikasjoner kan tenkes studert i en del enkeltilfelle.  $Z_0$  og  $U_*$ 's avhengighet av vindretningen er aktuelle problemstillinger.

Når stasjonen har løpt en tid slik at en har fått rimelig dekning med sterk vind innenfor alle sektorer, vil en studere sammenhengen mellom vinden på Ferder og Vealøse mer inngående. Dette vil, sammen med målte

turbulensintensiteter, gi grunnlag for oppdaterte vindlaster som bør legges til grunn ved oppsett av en toppantenne. En regner med minst to år for å få tilstrekkelig mengde med data. Det tas sikte på en halvårig rapportering av prosjektet, der erfaringer, data og beregninger inngår.

### 3. BUDSJETT OG SAKSGANG

#### 3.1 Budsjett

Budsjett for opprettelse av EDAS målestasjon m. sensorer i tre nivåer på Vealøs (se vedlegg 6 og 14).

EDAS målestasjon i felt inkl. programmering og kabler for optisk overføring fra sensorer til feltstasjon.	240.000	Nokr
5 vindhastighetsfølere a 5000.- (2 reservefølere inkludert)	25.000	"
3 vindretningsfølere	21.00	"
3 temperaturfølere m. strålingsbeskytter	15.000	"
Sum	301.000	"
20% m.v.a.	60.000	"
Sum automatstasjon inkl. m.v.a.	360.000	"

Installasjon (reiser og arbeid) kommer i tillegg.

#### Årlige driftsutgifter for vindmålerprosjekt, Vealøs

Service + reiser	40.000	Nokr.
Datainnsamling	10.000	"
Rapportering	50.000	"
	100.000	"

#### 3.2 Saksgang

Det skal bare gis en kort repetisjon i saksgangen hittil i prosjektet. All dokumentasjon finnes i vedleggene til rapporten.

3. mars 1985 kom R & H med et interessant forslag til et vindmålerprogram (vedlegg 1). Man foreslo der målinger i 2, 10 og 30 m's høyde. Etter en del diskusjon kom en fram til at dette forslaget var noe for ambisiøst hva turbulensmålinger angår. Dessuten var en særlig opptatt på også å måle i topp av antennemast (150 m), siden det er belastningen i øvre del av mast som har mest å si for mastens respons. Ut fra dette fikk DNMI høsten 1985 i oppdrag å utarbeide et nytt forslag til måleopplegg.

Det var nå naturlig å satse på det nye automatiseringssystemet og samarbeidet som DNMI hadde innledet med EDAS. På den måten kunne en utnytte erfaringer som allerede var vunnet, hva angår overføring av meteorologiske data.

Gjennom dette systemet ble det økonomisk mulig å satse også på turbulensmålinger, dog i noe forenklet form i forhold til R & H's forslag. Et forslag om måling i 10 m og 150 m ble framsatt (vedlegg 2).

Dette ble funnet interressant av oppdrags- og samarbeidspartnere. To tilleggsforslag fra R & H ; først utvidelse til måling også i 30 m's nivå, og senere også beregning av transversal turbulensintensitet, er senere inkludert i prosjektet (vedlegg 3 og 12). Budsjettrammen økte derved fra 220.00 (mars 1986) til 360.00 (juli 1986). Noe av denne økningen skyldes dog også at EDAS gikk over til en sikrere innsamlingsprosedyre i sitt endelige tilbud. Se vedlegg 2, 6, 14 og 15.

Det var opprinnelig planlagt å starte målingene i september 1986. På grunn av uforutsette begivenheter (leveringsvansker med sensorer, kommunikasjonsproblemer i ferietiden) er prosjektstart utsatt til primo oktober 1986.

## V E D L E G G

### LISTE OVER KORRESPONDANSE

1. 1985. 03.06. "VINDMÅLINGER". Notat fra R&H vedrørende forslag til måleopplegg på Vealøs.
2. 1986. 03.07. "SKIEN FM/TV KRINGKASTER - VEALØS". Rapport nr. 10/86, DNMI/KLIMA. Inneholder vind og isvurderinger, forslag til vindmåleprogram, måleopplegg og budsjett, samt foreløbigt tilbud fra EDAS.
3. 1986. 04.16. "Ved.: MÅLEPROGRAM FOR VEALØS, SKIEN. KOMMENTARER TIL FRESENDT FORSLAG OG BUDSJETT". Brev fra R&H.
4. 1986. 04.30. "INSTRUMENTERING VEALØS SKIEN". Bestillingsbrev fra DNMI til EDAS.
5. 1986. 05.13. "MØTEREFERAT". Referat fra EDAS vedr. møte mellom EDAS og DNMI (v. K. Harstveit). Omhandler praktiske og teoretiske sider ved måleopplegget på Vealøs.
6. 1986. 05.15. "TILBUD INSTRUMENTERING SKIEN FM/TV KRINGKASTER VEALØS". Bindene tilbud fra EDAS.
7. 1986. 05.21. "INSTRUMENTERING SKIEN FM/TV KRINGKASTER VEALØS". Anbefaling fra DNMI på EDAS' tilbud.

8. 1986. 06.04. "MØTEREFERAT". Referat fra EDAS fra befaring på Vealøs.
9. 1986. 06.06. "FAKTURA". Faktura fra EDAS for møte og befaring.
10. 1986. 06.10. "VEDR. VINDMÅLINGER VEALØS". Oversending av forslag til beregningsprossedyre. DNMI.
11. 1986. 06.10 "VEDR. ANTENNEMAST VEALØS - VINDMÅLINGER". Vedrørende plassering av 30 - meters mast. DNMI.
12. 1986. 06.11. "VEDR.: REKVIRERING AF KLIMAREGISTRERINGS-PROSJEKT PÅ ANTENNEMAST VEALØS". Endelig bestilling på vindmålingsprosjektet fra R&H. Omhandler også et tilleggsforslag.
13. 1986. 06.17. "BEKREFTELSE AV BESTILLING. TILLEGGS-BESTILLING". Bestilling fra DNMI på EDAS' tilbud. Omfatter også forespørsel om tilleggsberegninger for "acrosswind - turbulens" som er ønsket av R&H.
14. 1986. 06.27. "TILBUD PÅ TILLEGGSSOFTWARE TIL INSTALLASJON PÅ VEALØS". EDAS svar på forespørsel.
15. 1986. 07.08 "VED. VINDMÅLINGER - VEALØS". DNMI's anbefaling på deler av EDAS' tilbud.
16. 1986. 07.14. "VEDR.: BREV FRA DNMI DATERT 86-07-08". Effektiv bestilling fra R&H på DNMI's anbefaling av EDAS' tilbud.

17. 1986. 08.13 "VEDR.: ANTENNEMAST VEALØS, VINDMÅLINGER. DERES BREV DATERT 86-07-08." Kommentarer fra R&H på den teoretiske behandling av dataene.
18. 1986. 08.25. "ANTENNEMAST VEALØS. VINDMÅLINGER". DNMI's reaksjon på kommentarene.

## Vindmålinger

### 1. Mast:

30 m høj med 3 tværbomme med 25 mm dorne påsat til montage af instrumenter. Masten skal være forsynet med centralrørsforlængelse. Bommene skal have en længde på mindst  $3.5 \times$  mastens tværsnitsmål. Bommene placeres i 3, 10 og 30 m over terræn. Masten jordes effektivt.

### 2. Instrumenter:

3 stk. cupanemometre med analogt signal ud, og en længde konstant på højst 2 m.

1 vindretningsføler med analogt signal ud, og en længde konstant på højst 2 m og en intern dæmpning på ca. 0.5 af kritisk dæmpning.

Vindretningsføleren monteres på centralrøret mindst 1 mastediameter over masten. Anemometrene monteres på hver sin bom i en afstand fra masten på minimum  $2.5 \times$  mastens lokale tværmål. Bommene orienteres med anemometrene mod den hyppigst forekommende vindretning:

Ved foden af masten placeres en vandtæt kasse indeholdende alle signaladaptorer - eventuelt med beskyttelsespanel af transientabsorbere til modvirkning af skader fra lynnedslag. Fra denne kasse føres alle signaler i et fælles kabel (10 ledere m.skærm) til et hus eller lignende, hvor EDB maskinen og strømforsyning til instrumentadaptorer er placeret. Strømforsyning af adaptorer føres frem i separat kabel.

### 3. EDB-Anlæg:

Signalerne terminerer i et beskyttelsespanel af transient-absorbere på mindst 50 kV. Fra dette panel føres alle signaler differentielt ind i regnemaskinens AD kort. Maskinen skal have tilstrækkelig hukommelse til at kunne beregne FFT transformationer på 2048 tal ad gangen. Dvs. min 128 k bytes RAM. Desuden skal den have en lagerkapacitet (DISK kapacitet) til ca. 1 måneds resultater. Det bør i denne forbindelse overvejes, om maskinen skal udstyres med automatisk telefonsvarer og modem til transmission af måleresultaterne, fremfor at man hver måned selv skal hente disse. Hertil kan yderligere tilføjes, at en manuel hentning af data i de fleste tilfælde kræver, at man råder over endnu et anlæg af samme type for at kunne læse dem, uden store vanskeligheder.

### 4. Resultater:

Man bør bestræbe sig på at foretage alle relevante beregninger på anlægget, og kun gemme relevante resultater.

#### 4.1 Langsom Scanning:

Med en scannefrekvens på 0.5 Hz over ialt 10 min af hvert kvarter aflæses 3 hastigheder og 1 vindretning. Ved hjælp af faste kalibreringudtryk transformeres alle målinger til fysiske enheder:

I en NS-EW koordinatsystem beregnes hvert kvarter:

$$\mu_{uj} = \frac{\sum U_i \cos \theta_i}{120}$$

$$\mu_{vj} = \frac{\sum U_i \sin \theta_i}{120}$$

$$\sigma_{uj}^2 = \frac{\sum (U_i \cos U_i - \mu_u)^2}{119}$$

$$\sigma_{vj}^2 = \frac{\sum (U_i \sin U_i - \mu_v)^2}{119}$$

$$\text{COV}_{uvj} = \frac{\sum (U_i \cos \theta_i - \mu_u) (U_i \sin \theta_i - \mu_v)}{119}$$

$$\text{COV}_{uu}^{jk} = \frac{\sum (U_i (z_j) - (\mu_u^2 + \mu_v^2)^{\frac{1}{2}}) (U_i (z_k) - (\mu_u^2 + \mu_v^2)^{\frac{1}{2}})}{119}$$

$$\mu_\theta = \text{Atan2} (\mu_v, \mu_u)$$

Desuden bestemmes den vinkel  $\phi$ , hvor

$$\text{COV}_{uv} \equiv 0$$

$$\tan 2\phi = 2 \frac{\text{COV}_{uv}(z_3)}{\sigma_v^2 - \sigma_u^2}$$

I et horisontalt homogent terræn er

$$\phi \equiv \mu_\theta$$

Middelværdier og varianser beregnes for middelvindretningen og vinkelret herpå:

( $u_1$  retningen med vinden,  $u_2$  retningen vinkelret herpå mod højre):

$$\mu_{u1} = \mu_u \cos \mu_\theta + \mu_v \sin \mu_\theta$$

$$\mu_{u2} = \mu_u \sin \mu_\theta - \mu_v \cos \mu_\theta$$

$$\sigma_{u1}^2 = \sigma_u^2 \cos^2 \mu_\theta + 2 \text{COV}_{uv} \sin \mu_\theta \cos \mu_\theta + \sigma_v^2 \sin^2 \mu_\theta$$

$$\sigma_{u2}^2 = \sigma_u^2 \sin^2 \mu_\theta - 2 \text{COV}_{uv} \sin \mu_\theta \cos \mu_\theta + \sigma_v^2 \cos^2 \mu_\theta$$

$$U_* = \frac{\bar{U}(z_3)}{2.5 \ln \frac{z_3 - D}{z_0}}$$

Desuden bestemmes turbulensintensiteter

$$I_{u_1}(z_j) = \frac{\sigma_{u_1}(z_j)}{\mu_{u_1}(z_j)}$$

$$I_{u_2}(z_j) = \frac{\sigma_{u_2}(z_j)}{\mu_{u_2}(z_j)}$$

$$I(z_j) = \left( \frac{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}{\mu_u^2 + \mu_v^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

og korrelationer:

$$R_{uv}(z_j) = \frac{\text{Cov}_{uv}(z_j)}{\sigma_u(z_j) \cdot \sigma_v(z_j)}$$

$$R_{uu}(z_j, z_k) = \frac{\text{Cov}_{uu}^{jk}}{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2(z_j))^{\frac{1}{2}} (\sigma_u^2(z_k) + \sigma_v^2(z_k))^{\frac{1}{2}}}$$

Histogrammer for

$$\phi(1), I_{u_1}(3), I_{u_2}(3), I(3), R_{uv}(3), R_{uu}(3)$$

$$\text{og } D/H, z_0/H \text{ og } \frac{(\sigma_u^2(z_j) + \sigma_v^2(z_j))^{\frac{1}{2}}}{U_*} \quad (3)$$

samt  $U_*10$  opdateres hvert kvarter, idet man på forhånd har valgt et relevant antal retningssektorer og en passende hastighedsskala.

## 4.2 Hurtig Scanning:

Dersom  $\bar{U}(z_2) > U_k$ , hvor  $U_k$  vælges passende høj til at vi ikke drukner i data på den ene side, medens vi på den anden side gerne skulle opnå mindst 100 tilfælde i løbet af en måned, skal regneanlægget, så snart det er færdigt med behandlingen af 10-minutters-dataerne, påbegynde en hurtig scanning med en scannefrekvens på min. 10 Hz per instrument.

Da vi primært er interesseret i spektre under stærk vind (dvs. under tilnærmelsesvis neutral stratificering) skal  $U_k$  mindst sættes til 10 m/s. På grundlag af en Weibull hastighedsfordeling baseret på vejrskibet OWS "M" forekommer middelhastigheder større end 10 m/s 61,4% af tiden på årsbasis. I sommerhalvåret er hyppigheden dog næppe mere end 2/3 heraf. Ønsker man ca. 100 tilfælde per måned, skal  $U_k$  derfor være ca. 15 m/s.

Man er specielt interesseret i spektrenes forløb fra frekvenser med maksimalt energiindhold og op til frekvenser vel inde i det såkaldte Kolmogorov inertiområde. Det vil sige over et frekvensområde fra ca. 5 Hz til ca. 0.01 Hz eller ialt ca. 2.7 dekode. Regner man med at bestemme laveste frekvens med en effektiv variationskoefficient på  $\pm 0.8 \cdot \frac{S(f_0)}{S(S(f_0))}$  skal vi ialt måle 6 delserier hver på 2048 elementer. Mindste frekvens bliver da  $f_0 = 0.0049$  Hz, og største frekvens  $f_{\max} = 5$  Hz.

Der scannes på alle 3 hastigheder og på vindretningen, eventuelt med en frekvens større end 10 Hz for gennemløbende middelværdidannelse at fjerne eventuel højfrekvent støj.

Middelspektre over ialt 6 enkeltspektre bestemmes derefter på

$$\begin{aligned} U_1(t) &= U(t) \cos \mu_\theta + V(t) \sin \mu_\theta \\ V_1(t) &= U(t) \sin \mu_\theta - V(t) \cos \mu_\theta \end{aligned} \quad (1)$$

for alle tre højder.  $\mu_\theta$  er middelvindretningen, som denne er målt i sidste periode før hurtigscanningen startes. På grundlag af (1), bestemmes ligeledes coherensfunktionen og fasespektret over højderne  $(Z_1-Z_3)$ ,  $(Z_2-Z_3)$ . Hvert spektrum repræsenteres ved 24 tal dvs. 8 tal per dekade. Hver scanningperiode fører til 8 middelspektre til lagring. Lagringskapaciteten skal derfor være:

$$8 \times 24 \times 100 \times 3 (\text{bytes/tal}) = 57600 \text{ bytes.}$$

Nødvendig lagerplads til spektrumberegning

$$5 \times 2048 \times 6 \times 3 = 183320 \text{ bytes.}$$

Langsomscanningen kræver en lagerkapacitet på:

$$4 \text{ tidsserier } (\bar{U}(z_3), \sigma_{u_1}(z_3), \sigma_{u_2}(z_3), \mu_\theta).$$

$$4 \times 4 \times 24 \times 30 \times 3 = 34560 \text{ bytes}$$

22 histogrammer a f.eks. 8 (sektorer)  
x 25 (hastighedsintervaller).

$$22 \times 25 \times 8 \times 3 = 13200 \text{ bytes}$$

Desuden er der behov for en tidsgruppe per periode. Denne kan f.eks. bestå af 2 tal, et for dagnummeret og et for kvarternummeret i døgnet. Hver disk kan da under initialiseringen påskrives årstal, dato og klokkeslet for dens ibrugtagen.

Lagerbehovet er derefter:

$$4 \times 2 \times 24 \times 30 \times 3 = 17280 \text{ bytes.}$$

Lagerkapacitetsbehov i alt: 305960 bytes.

BUDGET1. Mast:d.kr.  
excl.moms.

E.R. Electric A/S, Fredericia

Type 31X0053 29.8 m + 4.5 m toprør ab fabrik 16.500

160 m 8 mm barduner med ankere 1.000

32 m 70 mm<sup>2</sup> kobberlynafloder m.spyd 1.000

3 stk. tværbomme m. beslag 2.000

1. Ialt 20.500 20.500

2. Instrumenter:

3 stk. anemometre Type Risø 12.000

1 stk. vindretningsgiver Type Risø 7.300

3 stk. adaptorer til anemometre 22.800

1 stk. adaptor til vindføler 7.300

1 stk. 1 Amp <sup>+</sup> 15V spændingsforsyning 1.000

1 stk. Regntæt kasse ved mastefod 1.000

2 stk. 5 kanal transientabsorberpanel (&gt;50 kV) 4.000

120 m Coaxkabel, 6 mm<sup>2</sup>, 0.58 mm<sup>2</sup> 500

200 m 10 leder skærmet kabel (5x2x0,7 mm) 2.200

200 m 3 leder Neopren (3x1 mm<sup>2</sup>) 1.300

2. Ialt 59.400 59.400

3. Computer:

Apple 2E 10.600

2 stk. disc's a 140 k bytes 9.300

1 stk. disc a 140 k bytes ekstra 5.300

Monitor skærm 2.300

Udvidet 80 karakterkort (128 k b Ram)	3.500	
AD konverterkort (12 bits, .16 porte)	10.000	
Pascal compiler system	3.000	
Fast fourier transform (FFT) program	5.000	
Automatisk telefonsvarer:		
Super seriel card m. Rs 232 port	1.900	
Clock card m. pro DOS Operativ System	2.000	
Software til interrupt styring	1.500	
Modem (i Danmark) V22	1.300	

3. Ialt 55.700 55.700

4. Installation:

Transport og rejsning af mast	5.000	
Programmering af computer (200 h)	70.000	
Transport og installation af udstyr	10.000	

4. Ialt 85.000 85.000  
 Anskaffelse og installation ialt d.kr. 220.600 220.600  
=====

5. Driftsudgifter

Reparation og vedligeholdelse:		
3% af kapitaludgift, pr. site	4.100	
Aflæsning af data og rapportering, per site	10.000	
Transport og installation, per site (max 1000 km)	12.500	

5. Ialt d.kr. 26.600  
=====

TIDSPLAN

Installation på 1. site 10 uger efter ordreafgivelse.

# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

10/86 KLIMA

DATO

07.03.1986

TITTEL

**SKIEN FM/TV KRINGKASTER - VEALØS  
-IS OG VINDLASTVURDERING AV 25.10.85  
-FORSLAG TIL VINDMALEPROGRAM**

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

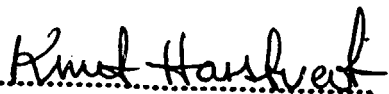
OPPDRAKSGIVER

TELEDIREKTORATET - TRK  
OPPDRAKSNR.

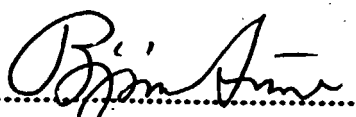
SAMMENDRAG

Rapporten bygger på en ekstremvindanalyse utført på data fra Ferder fyr. Det er så foretatt en skjønnsmessig overføring til Vealøs. Dimensjonerende middelvind er satt til 35 m/s og turbulensintensitet til 12%. Sterkeste vindkast, 3-5s, er satt til 45 m/s. Dimensjonerende islast er satt til 50 cm i toppantenne, 10 cm i øvre del av betongtårn og 5 cm i nedre del av betongtårn. Fagverket vil kunne pakke seg helt i de mest ugunstige isings situasjoner. Isen bygger ut mot sørøst. Isens tetthet er satt til 700 kg/m<sup>3</sup>. Sterkeste vind ved is i masten er satt til 20 m/s. Rapporten omhandler også et forslag til vindmåleprogram på Vealøs. Formål, måleprogram, budsjett og tidsplan er inkludert.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit  
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune  
FAGSJEF

S K I E N   F M / T V   K R I N G K A S T E R  
V E A L Ø S

DIMENSJONERENDE KLIMALASTER:

A. VIND

1.	10 min. middelvind	(50år)	:	35m/s
2.	"	(10år)	:	30m/s
3.	Sterkeste vindkast, 3-5s.	(50år)	:	45m/s
4.	Turbulensintensitet		:	12%
5.	Vindprofil		:	Tilnærmet konstant
6.	Mest utsatte vindretninger		:	NØ, S, SV, V, NV
7.	Retninger med sterkest turbulens		:	N, V, NV

B. IS

1.	Utsatt sektor		:	SØ
2.	Maks istykkelse på toppantenne (d=1.6m)		:	50 cm
3.	Maks istykkelse på betongtårn (d=4.4m)		:	10 cm
4.	Maks istykkelse på betongtårn (d=6.6m)		:	5 cm
5.	Fagverk i ståltårn		:	Kan pakkes helt ved ugunstigste isingsforhold
6.	Isens tetthet		:	700 kg/m <sup>3</sup>
7.	Største vindhastighet ved is i masten		:	20 m/s

## 1. INNLEDNING

Grunnlaget for denne rapporten ble formulert i møte hos o.ing. A. Valen i Teledirektoratet den 14. juni 1985. Det er også gjennomført en befaring på Vealøs den 20. februar samme år.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

Vealøs fjernsynssender ligger på Vealøs (498 m o.h.), 6 km nordøst for Skien sentrum (Fig. 1). Masten er 152 m høy, hvorav et 38 m høyt ståltårn er montert oppå et 114m høyt betongtårn. Det er planlagt en toppantenne på topp av ståltårn, lengde 10 m, bredde 1,6 m.

### 2.1 Regional og storskala topografi.

---

Området ligger 150 km øst for vannskillet i sørlige Langfjell (Fig. 3). Langfjellene løper i nord - sør retning opp til Jotunheimen. Høyden stiger fra typiske verdier på 1200 m i sørlige del til 2000 m i nordlige del. Fjellrekken bøyer videre av mot nordøst over Dovre/Rondane mot Sylene. Høyden varierer mellom 1000 m (Rørosvidda) og 1800 m.

Regionalt (skala 10 - 50 km, Fig.2) stiger terrenget fra kysten og innover. I sektoren øst - sør - vest varierer høyden mellom 0 og 400 m med typiske verdier på 100 - 200 m. Mot nordøst er gjennomsnittshøyden 250 m med variasjoner mellom 50 og 500 m og mot nordvest 300 m (15 - 600 m). Sektoren mot nord mellom disse skråner opp mot 800 m (Skrim) og har typisk høyde på 400 m.

Terrenget er gjennomskåret av større og mindre dalfører slik som Skiensvassdraget fra Nordsjø og ut Frier, Siljan ned mot Farris - Larvik og Lågendalen.

## 2.2 Lokal topografi.

---

Vealøstoppen har en horisontal skala på 1 - 2 km. Fjelltoppen består egentlig av flere mindre topper på 450 - 500 m og med en slags "platahøyde" på 450 m.

Området er skogbevokst unntatt på enkelte av toppene. Dette gir lav ruhet på toppen, men denne er representativ bare ganske få meter over bakken.

Toppen har fri beliggenhet på lokal skala, da nærmeste terreng med høyere nivå ligger 5 km borte (mot nordnordvest).

## 3. VINDFORHOLD

### 3.1 Regionale og storskala vindforhold.

---

Østlige til sørlige vinder vil bremses mot høyereliggende terreng. Synoptisk sett er sørlige vinder hyppige og sterke slik at det likevel vil forekomme en del tilfelle med sterk vind i disse sektorer. Vindfelt som opprinnelig er østlige eller sørøstlige vil ofte dreie nordøstlig over området i det luftstrømmen viker unna fjellene i stedet for å strømme over.

Sørvestlige vinder vil føle en føringseffekt, men da terrenget er svært ruglete sørvest for Vealøs vil dette redusere noe av denne effekten. Det er sannsynlig at det går en sterkere sørvestlig sone noe lenger utover mot kystlinjen.

Vestlige og nordvestlige vinder strømmer over de sørlige Langfjell i høyere luftlag. Sterk vind hentes ned fra høyden ved diverse effekter knyttet til fjellbølger. Vinden vil være sterk mange steder i Telemark, men fjellmassiver som Gausta, Lifjell og Blefjell vil modifisere vindfeltet ytterligere. Det er grunn til å tro at vinden på Vealøs kan bli sterk i denne sektor.

Nordlige vinder vil gå utenom Telemark og slik vind blir bare sterk i typiske føringssoner. Vinden blir sterkere både lenger øst og lenger vest enn tilfellet er for Vealøs. Dette skyldes splitting av vindfeltet og skjerming bak de nordlige og sentrale strøk av Langfjellene (Jotunheimen). Unntaksvis kan spesielle lavtrykksmønstre gi sterk nordlig vind.

Nordøstlige vinder vil ha betydelige føringseffekter i området. Sterk nordøstvind forekommer ofte vinterstid når kald luft glir langs fjellene og aksellerer mot lavere trykk.

### 3.2 Lokale vindforhold. Turbulens.

---

Nordlige vinder vil være noe divergente over Skrim og øvrige høyereliggende strøk nord for Vealøs og vil således være noe svekket. Nordvestlige og nordøstlige vinder forsterkes av føringseffekter langs de samme høyledrag og vil øke noe i styrke i Vealøsområdet.

Umiddelbart over en topp vil vinden øke raskt med høyden. Denne vindøkningen avtar med økende friksjon. Friksjonen er igjen avhengig av toppens form og øker med helning og overflateruhet oppover mot selve toppen. Dess større friksjon dess høyere opp går vindøkningen. På Vealøs anslås en høyde på 10-20 m. I denne høyde har vindprofilet en svak maksimalverdi. Over denne er vinden tilnærmet konstant med høyden opp til nivå med mastetopp (150m over fjelltoppnivå).

I det nedre grenselag (under 10-20 m) er vinden relativt turbulent, bestemt av ruhet og helning oppstrøms på selve toppen. I de nærmeste nivåer over dette (50-100 m over toppen) er turbulensforholdene bestemt av ordinær overflateruhet i nærmeste 5-10 km, mens ca. 100 m over toppnivå virker både vanlig ruhet og topografien i et større område. Sistnevnte faktor overtar etterhvert som vi beveger oss mot høyere nivåer. Turbulensen over ca. 100 m på Vealøs er således retningsavhengig. Det er sannsynlig at turbulensen øker med dreining av vinden fra sørvest til nord og avtar raskt ved dreining til nordøst og øst. Sørlige og sørøstlige strømmer er lite turbulente i dette nivå.

Turbulensintensiteten,  $I = \frac{\sigma_w}{\bar{u}}$  er forholdet mellom standardavviket,  $\sigma_w$ , dannet av variansen,  $\sigma_w^2$ , integrert over hele frekvensspekteret, og middelvindhastigheten,  $\bar{u}$ . Usikkerheten ved tallfesting av turbulensintensiteten,  $I$ , over norske fjelltopper er stor i det en har liten måle-erfaring med profiler av  $I$  over slike fjelltopper. Topografien er imidlertid meget mildere enn f.eks. på Storhogen, Sogndal der  $I$  ble vurdert til 15 %. For de mest turbulente sektorer anslås da  $I=12\%$  ved sterk vind å være et tilstrekkelig konservativt valg for Vealøs.

### 3.3 Datagrunnlag og vurderinger.

Det er utført en ekstremvindanalyse etter Gumbel's metode på registreringsdata fra Ferder fyr. Den sterkeste 10 min middelvind for hvert år i hver av de 8 hovedkompassretningene over en periode på 31 år er avlest. I denne perioden kan dataene fra Ferder ansees homogene og uten alvorlige feil.

Tabell 1. Beregnede verdier av 10 min. middelvind med returperiode 10år og 50år på Ferder. Tilsvarende verdier på Vealøs estimert etter en vurdering av beliggenheten av de to lokaliteter.

Sektor	FERDER		VEALØS	
	10år	50år	10år	50år
N	24m/s	27m/s	20m/s	25m/s
NØ	21m/s	24m/s	25m/s	30m/s
Ø	20m/s	23m/s	20m/s	25m/s
SØ	24m/s	28m/s	20m/s	25m/s
S	27m/s	32m/s	25m/s	30m/s
SV	29m/s	35m/s	25m/s	30m/s
V	23m/s	26m/s	25m/s	30m/s
NV	21m/s	25m/s	25m/s	30m/s
ALLE	30m/s	37m/s	30m/s	35m/s

Ut fra diskusjonen i kap. 3.1 og 3.2 kan vi nå anslå dimensjonerende 10 min middelvind på Vealøs. Typisk overflate-ruhet er 0.1 - 1 m, mens den ruglete topografi vil virke bremsende på vinden også i høyder på 300 m over typisk terrengnivå (mastetoppnivå). Denne effekt er sterkest for nordlige vinder, men er også tilstede i sektor sørvest til nordvest og nordøst. Sørvestlige vinder har for øvrig mindre "angrepssonè" enn på Ferder idet dreining mot VSV gir skjerming og dreining mot SSV gir oppbremsing. Dette bidrar til å redusere antall tilfelle med ekstremt sterk sørvest vind på Vealøs.

I sektor øst til sør virker også en oppbremsingseffekt som følge av stigende verdi på typisk terrengnivå. Vest og nordvestvind har for øvrig sterkere overstrømmingseffekter enn på Ferder, samt noe føring, og for nordøst er det sterkere føringseffekter. Dette summerer seg da opp til de anslag som er gjort for ekstremvind-hastighetene på Vealøs i tab.1. Ved en forholdsvis kort måleserie (1 - 2 år) på Vealøs vil det være mulig å vurdere hvorvidt disse anslagene er gode.

Ut fra vurdering om moderat turbulens og verdien 35 m/s på 10 min middelvind med 50 års returperiode, synes det rimelig å fastsette dimensjonerende vindkast (50 år, 3-5s) til 45 m/s.

#### 4. ISING

En redegjørelse for isingsforholdene og bakgrunn for de presenterte islaster er under arbeid. Denne vil bli presentert i en senere DNMI - rapport.

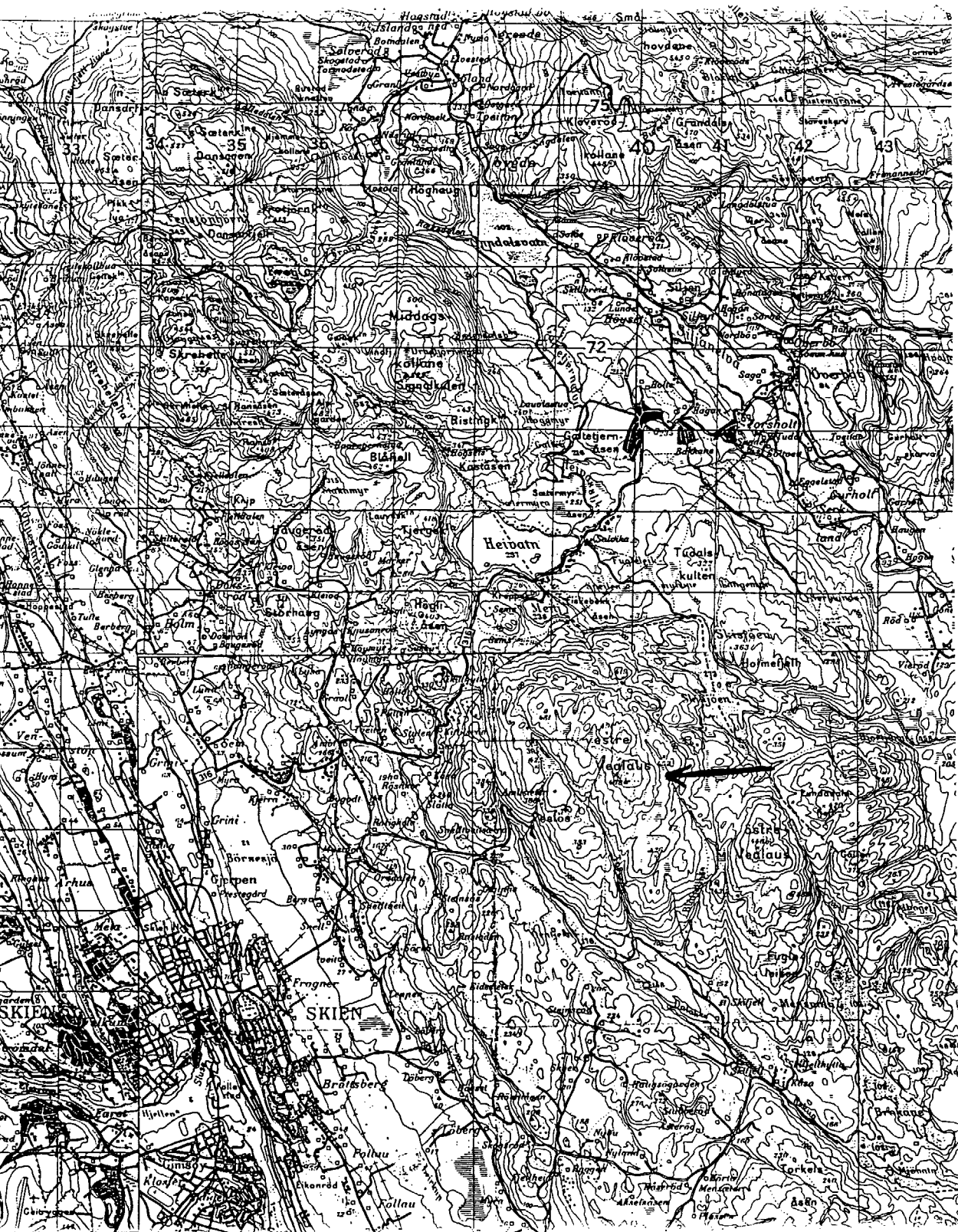
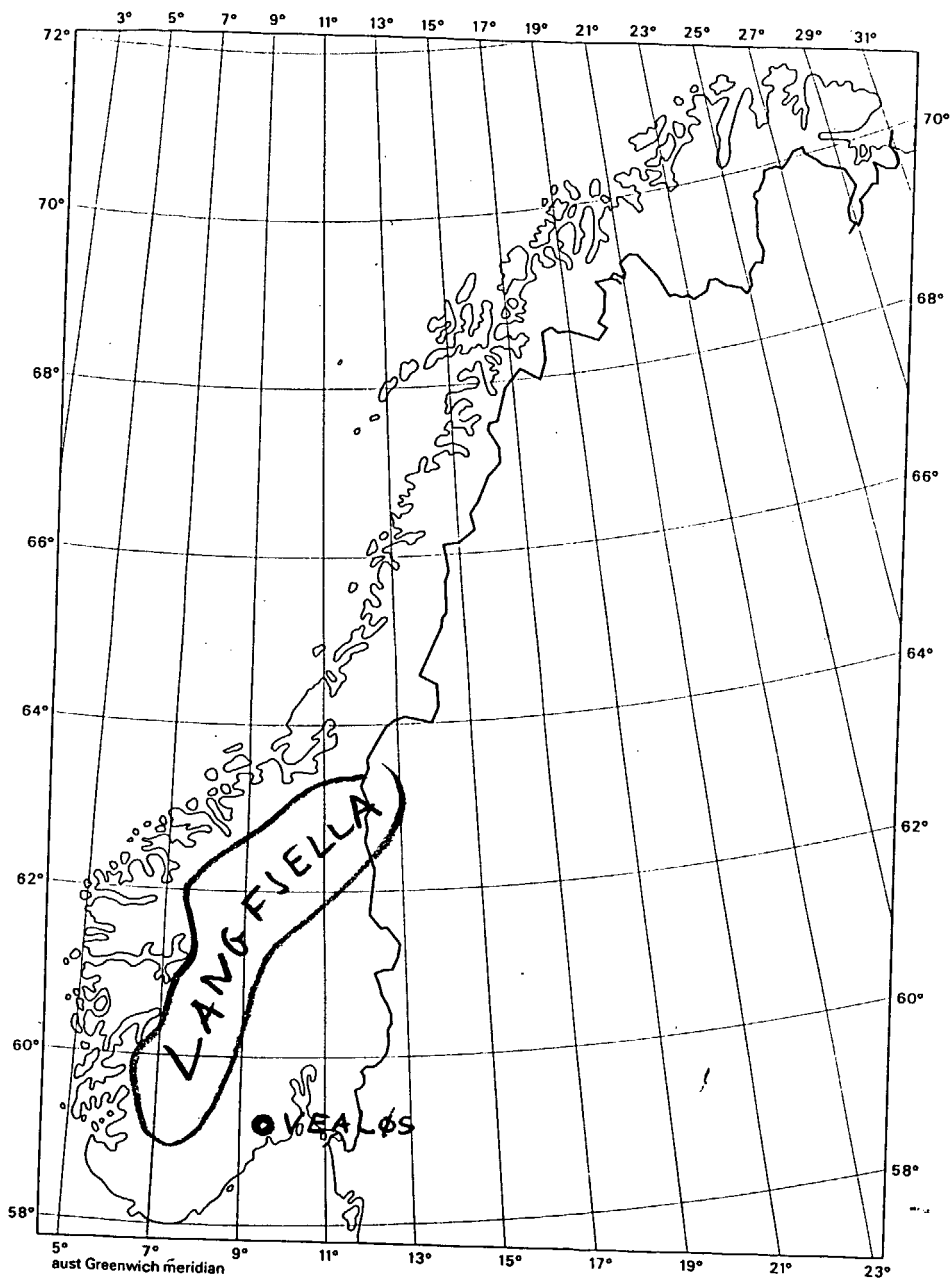


FIG. 1. Kart over Veales, Rottestoll 1:50 000



Fig. 2. Kart over Moelva. Målestokk 1:400 000



© Norges geografiske oppmåling 1981.

Fig. 3.

**BASISKART NORGE 1:10000000**

NASJONALATLAS FOR NORGE  
 HOVEDTEMA 1: KARTGRUNNLAG OG OVERSIKTSKART  
 EMNE 1.1.: BASISKARTEKSEMPLER

## VINDMALEPROGRAM FOR ANTENNEMAST VEALØS

Ved vindlastvurderingene på Vealøs antennemast, Skien er det benyttet en ekstremvindanalyse fra Ferder fyr. Ferder fyr er en fast vindregistreringsstasjon i DNMI's regi.

Ved vurdering av sammenhengen mellom Ferder fyr og Vealøs er en henvist til å benytte et skjønn der en tar hensyn til de forskjellige effekter som er virksomme. Disse er til dels meget vanskelige å tallfeste.

Ved måling av middelvinden på Vealøs i topp av mast (150 m over bakken) og ved fot av mast (10m over bakken) vil en etter en periode kunne tallfeste sammenhengen mellom Ferder og Vealøs. Dette vil gi et langt mer pålitelig estimat av vindlastene.

Ved måling av turbulensintensiteten og vindgustene i tilsvarende nivåer vil en også kunne gi pålitelige estimater av både 3-5 s vindkast og turbulensintensiteten.

Det vil være meget nyttig også for en generell kartlegging av vindforholdene over Østlandet og Sørlandet å få målt disse tre parameterne på et sted som er såvidt fritt over terrenget. Ved tolkning av disse resultatene vil en kunne få bedre forståelse for hvilke effekter som er mest virksomme (overflateruhet, oppbremsing mot høyere fjell, skjerming, le-vinder), og tallfesting av dem. Dette vil være til stor nytte ved vurderinger av vindlaster på andre master i denne regionen.

Vealøs ligger også meget lett tilgjengelig til. En er nå i ferd med å innkjøre et opplegg for automatstasjoner med overføring av sann-tids data direkte til DNMI. Et slikt utstyr må tilpasses forholdene som gjelder ved antennemaster og de krav som en stiller til måling og beregning av aktuelle parametre. Videre må valg av sensorer tilpasses systemet. Det er en stor fordel at en slik utvikling skjer på et sted som er lett tilgjengelig. En vil selvsagt trekke inn den erfaring som er oppnådd av J.J.Jensen og hans medarbeidere ved målinger på Vega antennemast.

Vi kan da summere opp formålet med vindmålingene på Vealøs:

- 1) Finne mer pålitelige estimater av vindlaster på masten.
- 2) Generell kartlegging av vindlaster over fjell-topper. Tallfesting av fysiske effekter.
- 3) Innkjøring av et passende måleprogram til bruk på antennemaster i andre regioner.

## VINDMÅLEPROGRAM FOR ANTENNEMAST VEALØS.

## 1. Måleopplegg.

Det måles i 2 nivåer:	150m (mastetopp) 10m (egen mast)
Sensorer pr. nivå :	1 vindhastighetsmåler (u) 1 vindretningsmåler (θ) 1 temperaturmåler (T)
Krav til vindhastig- hetssensorer :	Tilstrekkelig rask responstid til sampling med frekvens 5 Hz.
Sampling :	Det samples med frekvens 5Hz. Etter 10 min av hvert 15. min beregnes $\bar{u}$ , $\bar{\theta}$ og $\bar{T}$ for begge nivåer.
Sampling ved signifikant vind :	Dersom $u > 10$ m/s beregnes maksimalverdiene av $u_{1min}$ , $u_{3sek}$ , $u_{3s}$ , $u_{1s}$ , $u_{0.25s}$ ; varians, $\sigma_u^2 =$ $1/N \sum (u - \bar{u})^2$ , og turbulensintensitet, $I =$ $\sigma_u / \bar{u}$ - i begge nivåer.

Etter hver beregningsrunde sendes data til mottager, evt. lagres et passende antall data før sending. Gamle data blir slettet på samplingsstasjonen etter sending.

## 2. Tidsplan.

Planen settes ut i verk så snart som mulig, slik at operasjonell drift kan påregnes fra september 1986.

Målingene bør løpe over en to års periode, evt. lenger etter behov. Dette for å få tilstrekkelig antall tilfelle med signifikant vind fra forskjellige retninger.

Det tas sikte på en halvårlig rapportering der data og bearbeidelse av dem blir presentert.

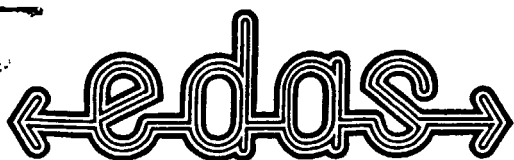
3. Budsjett for opprettelse av EDAS målestasjon  
m. sensorer i to nivåer (10m, 150m) på Vealøs.

EDAS målestasjon i felt inkl. programmering og kabler for optisk overføring fra sensorer til feltstasjon.	140.000	Nokr
4 vindhastighetsfølere á 5000,- (2 reservefølere inkludert)	20.000	"
2 vindretningsfølere	14.000	"
2 temperaturfølere m. strålingsbeskytter	10.000	"
Sum	184.000	"
20 % m.v.a.	36.800	"
Sum automatstasjon inkl. m.v.a.	~220.000	"

Installasjon (reiser og arbeid) kommer i tillegg.

4. Arlige driftsutgifter for vindmålerprosjekt, Vealøs.

Service + reiser	40.000	Nokr
Datainnsamling	10.000	"
Rapportering	50.000	"
Sum inkl. m.v.a.	100.000	"



# EDAS MÅLESYSTEMER A/S

Eidsvoll, 28.2.86

DNMI  
att: B. Aune  
Postboks 320 Blindern  
0314 Oslo 3

METEOROLOGISK INSTITUTT	
Jnr. 01042	04. MRS. 86
Beh. <i>KL</i>	
Ark. 331	Eksp.

## Vedr. instrumentering Vealøs Skien.

Pris for målinger som antydnet på vedlagt skisse.

2 alternativer er aktuelle:

- a) Bruk av standard EDAS utstyr med optisk dataoverføring fra 150 m måling og ned.

Pris: total hardware kr. 100.640,-  
software til-  
passning  
100 t a kr 390 kr. 39.000,-  
kr. 139.640,-

Sensorer er ikke inkludert.  
Typisk vil være ca. 15000

- b) Bruk av Aanderaa sensorer og loggutstyr.

Total pris inkl. sensorer kr. 150.000,-  
software tilpassning  
100 t a kr. 340,-  
kr. 39.000,-  
kr. 189.000,-

Ved alternativ a) vil avsøking av sensorer kunne skje opptil 5 ganger pr. sek.

Ved alternativ b) vil sensorene selv beregne f.eks. max gust o.s.v. i måleperioden og overføre disse til laringsstasjonen f.eks. for hvert 1/2 minutt.

Innstallasjon tilbys etter medgått tid og materiell.

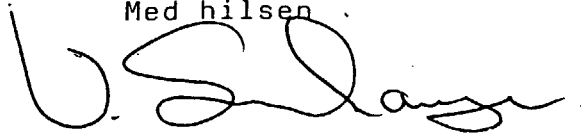
Reise og diett etter statens takster.

Det forutsettes at strøm og nødvendige signalkabler er lagt.

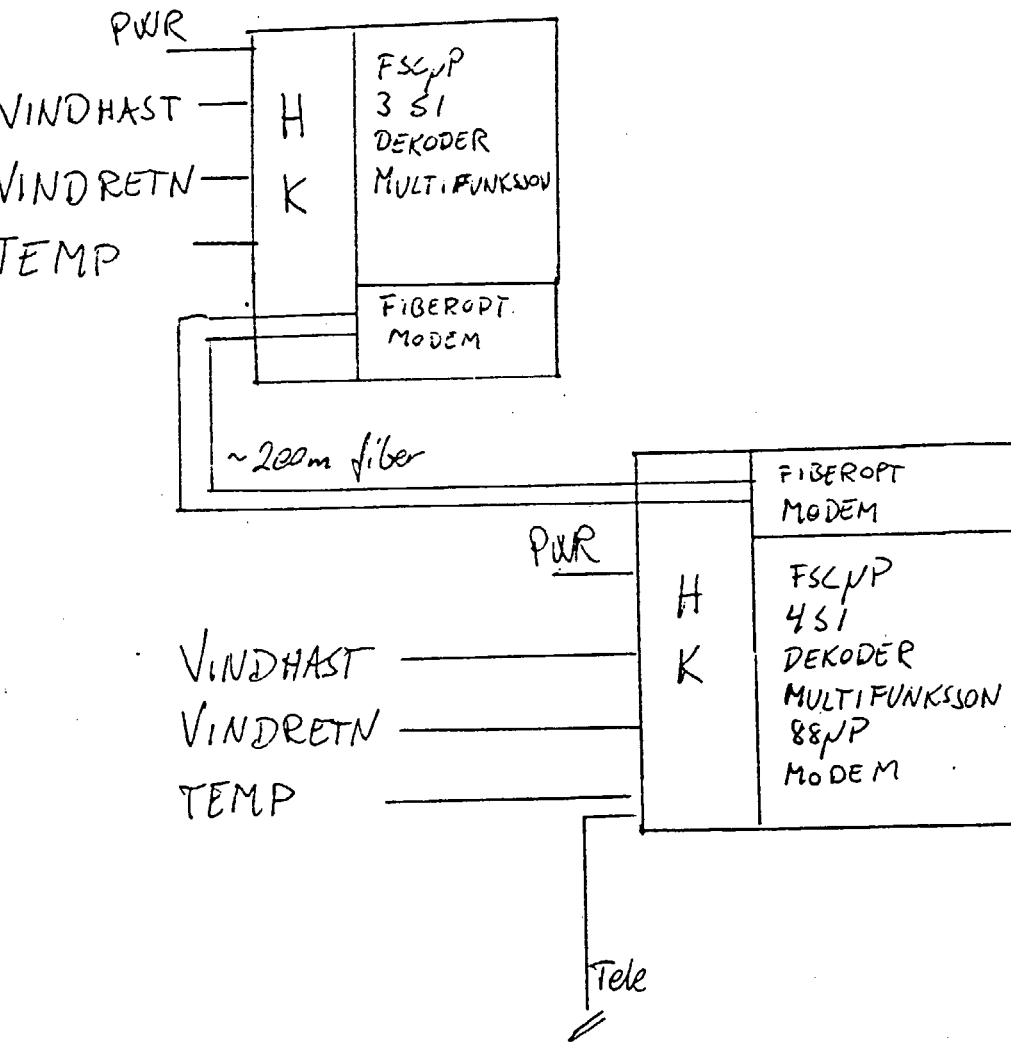
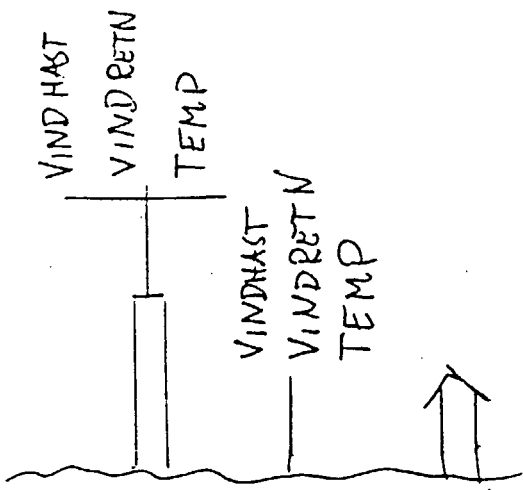
Postadresse	Kontoradresse	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Postboks 194 2081 EIDSVOLL	Holstangen 2080 EIDSVOLL	(06) 96 52 00	5114.05.11823	4 13 36 90

fram til målepunktene. Likeså at telefon er tilgjengelig ved lagringsstedet.

Med hilsen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'V. Sannerhaugen', written in a cursive style.

Vidar Sannerhaugen  
daglig leder



1986-04-16  
MHF/AN  
R&H sag nr.  
66.057.22

Det norske meteorologiske  
institut, klimaafdelingen  
Postbox 320, Blindern  
N - 0314 Oslo 3.

Att.: Hr. B. Aune

Vedr.: Måleprogram for Vealøs, Skien. Kommentarer til fremsendt  
forslag og budget

Efter aftale kommenterer vi hermed det fremsendte vindmåleprogram  
for antennemast Vealøs, inkluderet i DNMI-rapport nr. 10/86 kli-  
ma, dateret 86-03-07.

1. Kommentarer til programmet

a) formål

Vi vil gerne uddybe nogle detaljer i pkt. 2) "generel  
kartlegging"...

Bl.a. bør der beregnes værdier for terrænruheder og  
vindhastighedsprofiler i de forskellige vindretninger, og  
derved udtryk for eventuelle skyggevirkninger fra  
fjeldformationer og lign.

b) måleoplæg

1) vi vil anbefale, at der måles i 3 højder, d.v.s. min 30  
m i tillæg til 10 m og 150 m.

TEGNESTUER:

Esbjerg	Nykøbing F	Hamburg
Frederikshavn	Nørresundby	Oslo
Helsingør	Odense	Tunis
Holstebro	Skive	
Kolding	Slagelse	
København	Sønderborg	
Køge	Århus	

Dette mener vi er nødvendigt for at kunne beregne terrænruheder og vindhastighedsprofiler.

2) sensorer og samplingsfrekvens finder vi o.k., event. kunne vindretning og temperaturmåling udgå i højde 30 m.

3) vi vil være tilfredse med følgende beregnede værdier:

- signifikant vind er  $> 10$  m/s i 10 m's højde.
- der beregnes:  $U_{10 \text{ min.}}$  og  $U_{5 \text{ sek.}}$ , og der beregnes både middelværdier og varianser af disse.
- turbulensintensitet "I" beregnes for  $U_{10 \text{ min.}}$  værdierne, men i alle 3 højder.

c) tidsplan, rapportering

- vi ville meget gerne have rådata udsendt 1 gang pr. måned, f.eks. i form af tabeller eller diagrammer.
- totalrapport hvert 1/2 år er o.k.
- måleperiode min. 2 år er o.k.

d) budgetter

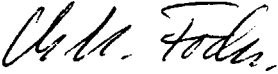
- det er uklart for os, om mast, bomme og lignende nødvendige konstruktioner er inkluderet i budgettet fra EDAS?
- vi formoder, at der er forudsat og inkluderet en computer på stedet, således at alt beregnes straks og sorteres/udskrives senere.

- vi foreslår, at man ikke anvender Aanderaa sensorer sammen med EDAS, men det er nok heller ikke meningen?

Iøvrigt har vi ingen kommentarer til valget af EDAS udstyr, kun fremgår omfanget ikke af tilbudet.

Hvis der skulle være spørgsmål i forbindelse med ovenstående, eller detaljer ønskes uddybet, bedes i kontakte os.

Med venlig hilsen  
Rambøll & Hannemann

  
Mogens H. Foder

kopi til: TD, att.: oi A. Valen  
TD, att.: oi J. Qvigstad  
Bonde & Co, att.: G. Folkestad  
SINTEF/FCB, att.: J.J. Jensen

# DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

DAS MÅLESYSTEMER A/S  
ostboks 194

081 EIDSVOLL

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

Brev av 28.02.1986

331/1042/86 BA/MB

30. april 1986

## INSTRUMENTERING VEALØS SKIEN

Vi viser til Deres tilbud av 28.02.1986 og bestiller herved på vegne av Teledirektoratet - TRK instrumentering for Skien FM/TV kringkaster Vealøs. Bestillingen gjelder alternativ a) i Deres tilbud til en pris av kr.139.640 eksklusive sensorer. Instrumenteringen skal være i samsvar med spesifikasjoner gitt i DNMI-RAPPORT 10/86 KLIMA, vedlegg DNMI - Notat 22.01.86 (vedlagt).

Bestillingen utvides til også å gjelde et sett målinger i 30 meters høyde over marka. Her kan målinger av vindretning og lufttemperatur diskuteres, hvis det ikke er det enkleste å ha samme måleprogram i alle tre nivå. Vi ber om å få oppgitt justert pris på grunn av utvidelsen sammen med ordrebekreftelsen.

Målingene i 10 og 30 meter skal foretas i en separat mast. Den vil bli anskaffet og montert av Teledirektoratet.

Måleprogram i 30 meter, sensorvalg og detaljer i måleprogram og beregningsprosedyre forventes nøyere drøftet med statsmeteorolog Knut Harstveit.

adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Postadresse:  
Postboks 320 - Blindern  
N-0403 OSLO 3

Kontoradresse:  
Niels Henrik Abels vei 40

Telegramadresse:  
Meteorologen  
Oslo 3

Telefon:  
(02) 60 50 90

Telex:  
19931

Postgiro nr.:  
5 05 26 00

Instrumenteringen skal være ferdig montert og utprøvet tidsnok til at operasjonell drift kan settes i gang fra slutten av september i år.

Med hilsen

Arne Grammeltvedt  
direktør



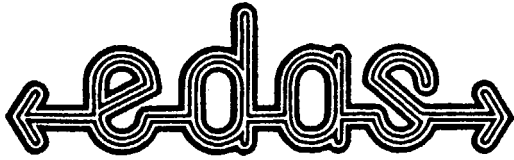
Bjørn Aune

Kopi til: Teledirektoratet - TRK

SINTEF - Forskningsinstituttet for cement og betong  
v/dr.techn. J.J. Jensen

Rambøll og Hannemann

Ingeniørene Bonde & Co.



## EDAS MÅLESYSTEMER A/S

### M Ø T E R E F E R A T

Vealøs 1/EDAS 13.5.86

Tilstede: Knut Harstveit DNMI  
Vidar Sannerhaugen EDAS  
Arne Veidel EDAS

Erling Strand EDAS  
Harald Pedersen EDAS  
Håvard Østby EDAS

Møtereferat også til:

Overing. Valen, TRK, Teledirektoratet  
Dr.tech J.J.Jensen, SINTEF  
Rambøll & Hannemann, Rådgivende Ingeniører, Danmark  
Siv.ing. Gunnar Fokestad, Ingeniørene Bonde & Co.

#### a). Sensorer.

Det var litt diskusjon på hva slags type vindhastighetssensor som burde brukes. Harstveit hadde opplysninger om en type som danskene hadde brukt i lignende forhold. Han får tak i tekniske spesifikasjoner på den, slik at vi kan tilpasse et SI-kort til den. Vi skal ha spesifikasjonen senest fredag 23. mai. Kontakt mot Østby.

Den vindhastighetssensoren som blir brukt i landbruksprosjektet er mindre egnet, fordi den gir ut pulser som må telles opp over en viss tid. Ved så hurtige målinger som skal gjøres på Vealøs, 5 Hz sampling, vil tiden man teller over bli fort kort til å oppnå ønsket nøyaktighet.

Det kan være nødvendig med spesiell skjerming av sensorene og bruk av spesialskjermet ledning fra sensorene og inn til stasjonen. Hvordan dette skal utføres må diskuteres med folk fra bl.a. Televerket, som kjenner til Em-felter rundt antennen. Dette må skje på befaringen. Denne ekstra-skjermingen må bekostes og utføres av Televerket.

Eventuelle problemer med ising av sensorene må også løses av Televerket. Dette bør også diskuteres på befaringen.

Skjerming av sensorene mot lyn må også diskuteres på befaring. Om dette viser seg å kreve ekstra opplegg, må dette utføres / belastes av Televerket.

Når det gjelder innkjøp og ansvar for sensorer, ser det ut til at det ikke bør ligge under EDAS. Det ligger så mye rundt selve sensorene, slik som skjerming osv., som EDAS ikke skal bekoste/utføre. Derfor er det mer naturlig at sensorene også bør ligge under de som skal foreta den skjermingen. Dette bør diskuteres videre. Vi (EDAS) tar ikke med dette punkt i vårt tilbud.

**b) Tidsplan.**

- EDAS (v/Østby) får data på sensorer snarest (før 23. mai)  
Dette skaffer K. Hartsveit.
- Hartsveit arrangerer også en befaring på Vealøs. Der bør folk fra Televerket (installatører, strålingsfelteksperter) være med. En fra SINTEF som har arbeidet med Vega bør også være med. Hartsveit bør få denne befaring arrangert tidlig i juni f.eks. en dag i uke 23.
- Stasjonen skal være i drift i slutten av september.  
Innstillinger bør derfor gjøres i slutten av august/begynnelsen av september.
- Hvor all rapportering/fakturering skal sendes sjekker K. Hartsveit.

**c) Måledata.**

Man skal måle og regne ut maks middelvind over seks forskjellige intervaller; 0.2 s , 1 s , 3 s , 5 s , 1 m og 10 m. Alle intervaller skal være glidende bortsett fra 10 m. Hvis alle verdier er mindre enn 10 m/s skal kun middelvind over en 10 minutters intervall lagres og tidsstemples. Hvis en verdi er over 10 m/s skal alle maks middelvindverdier lagres. I tillegg skal maks gustvind , g, og turbulensintensiteten, I , over 10 minutters perioden lagres.

$$g = \bar{U}_{5s} \quad (\text{Maks gustvind})$$

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{N} \sum (\bar{U}_{10m} - U)^2$$

$$I = \frac{\sigma_u}{\bar{U}_{10m}} \quad (\text{Turbulensintensitet})$$

Hvis det blir problemer med lagringsplass, kan  $\bar{u}_{3s}$  sløyfes. Generelt har middelvindverdiene denne prioritetsrekkefølge;

1.  $\bar{U}_{5s}$  , 2.  $\bar{U}_{1m}$  , 3.  $\bar{U}_{1s}$  , 4.  $\bar{U}_{0.2s}$  , 5.  $\bar{U}_{2s}$  ,  
 $\bar{U}_{10m}$  må alltid regnes ut og lagres.

Temperatur og vindretning kan måles og middelvindverdi regnes ut. Denne verdi blir lagret. Lagring hvert 10. min.

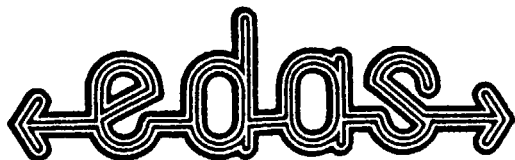
Alle verdier blir samlet inn i løpet av en 10 min periode. Deretter blir de overført til 88-kortet hvor all prosessering skjer. Det blir da kun ca. 5 sek av en 10. min periode hvor det ikke blir foretatt noen måling.

**d) Generelt.**

Begrunnelsen for hvorfor disse verdier var interessante, ble gjennomgått på en utmerket måte av Knut Hartsveit.

Når det gjelder oppfølging/vedlikehold, kan vi bli kontaktet da det er nødvendig, og vi kan da utføre reparasjon/vedlikehold etter regning.





## M Ø T E R E F E R A T

Tilstede: Knut Harstveit DNMI  
Vidar Sannerhaugen EDAS  
Arne Veidel EDAS

Erling Strand EDAS  
Harald Pedersen EDAS  
Håvard Østby EDAS

Møtereferat også til:

Overing. Valen, TRK, Teledirektoratet  
Dr. tech J.J.Jensen, SINTEF  
Rambøll & Hannemann, Rådgivende Ingeniører, Danmark  
Siv.ing. Gunnar Fokestad, Ingeniørene Bonde & Co.

Rettelser til møtereferat etter møte om Vealøs 13.5.86  
hos EDAS.

Etter samtale med Knut Harstveit, DNMI, 16.5.86 ble det etter  
en diskusjon om vindhastighetsensorer konkludert med  
følgende:

Selve sensorene reagerer selv så tregt på raske variasjoner  
i vindhastigheten, (ca. 1 sek.), at en samplingsrate på  
0,2 sek er meningsløs. Minste samplingsintervall ble derved  
bestemt til 1,0 sek.

Den valgte sensoren er en Vaisala som gir ut pulser  
proposjonalt med vindhastigheten. Tekniske spesifikasjoner  
oversendes EDAS snarest.

Ellers er det ingen forandringer. Eventuelle videre  
forandringer meddeles snarest.

  
.....  
H. Østby

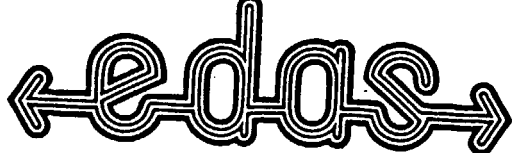
Postadresse  
Postboks 194  
2081 EIDSVOLL

Kontoradresse  
Holstangen  
2080 EIDSVOLL

Telefon  
(06) 96 52 00

Bankgiro  
5114.05.11823

Postgiro  
4 13 36 90



# EDAS MÅLESYSTEMER A/S

Eidsvoll, 15.5.86  
VS/VR

DNMI  
Att.: B.Aune  
P.boks 320 Blindern  
0314 OSLO 3

## Tilbud instrumentering Skien FM/TV kringkaster Vealøs.

På bakgrunn av vårt brev av 28.2.86, Deres brev av 30.4.86 og møte med Knut Harstveit 13.5.86 vil vi få komme med et fullstendig tilbud vedrørende instrumenteringen.

Den vedlagte blokkskjema viser omfanget av utstyrsleveransen.

Det benyttes fiberoptisk overføring fra både 150 meter og 30 meter. Målingene i 10 og 30 meter, blir slått sammen mot 1 automatstasjon. Målingene i både 150 og 10/30 meter blir overført til automatstasjonen inne i hytten.

### Utstyr:

Måling 150 meter:

1 Hovedtilkobling med overspent beskyttelse	kr 8400,-
3 stk sensorkort á kr 3200,-	" 9600,-
1 stk automatstasjon	" 15900,-
1 stk beregningskort	" 6800,-
1 stk fiberoptisk modem	" 1500,-
1 stk mont. kabinett	" 2900,-
Div. ekstra strålingsbesk.	" 3000,-
Sum	<u>Kr 48100,-</u>

Postadresse	Kantoradresse	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Postboks 194 2081 EIDSVOLL	Holstangen 2080 EIDSVOLL	(06) 96 52 00	5114.05.11823	4 13 36 90



## Tilbud forts.

Måling 10/30 meter:

1 stk Hovedtilkoblingsenhet med overspent beskyttelse	kr 8400,-
6 stk sensorkort á kr 3200,-	" 19200,-
1 stk automatstasjon	" 15900,-
1 stk fiberoptisk modem	" 1500,-
1 stk mont. kabinett	" 2900,-
1 stk beregningskort	" 6800,-
Div. ekstra strålingsbesk.	" 3000,-
Sum	<u>Kr 57700,-</u>

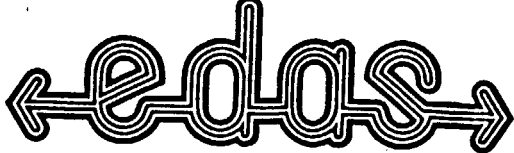
## I målehytte:

1 stk Hovedtilkoblingsenhet med overspent strålingsbesk.	Kr 8400,-
2 stk mottakskort á kr 3200,-	" 6400,-
2 stk fiberopt. modem á kr 1500,-	" 3000,-
1 stk lagringskort	" 6800,-
1 stk modem	" 5400,-
1 stk mont. kabinett	" 2900,-
1 stk mont.sett for vegg	" 2500,-
1 stk automatstasjon	" 15900,-

Softwaretilpasning 100 stk á kr 390,- Kr 39000,-

Den totale summen Kr 196100,-

Postadresse	Kontoradresse	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Postboks 194 2081 EIDSVOLL	Holstangen 2080 EIDSVOLL	(06) 96 52 00	5114.05.11823	4 13 36 90



## Tilbud forts.

Softwaretilpasning omfatter programering i forbindelse med sensorbehandling som avtalt i møtereferatet og dokument: Vindmåleprogram for antennemast Vealøs.

Tilbudet omfatter ikke sensorer.

Det forutsettes at nødvendige kabler blir strukket ved de aktuelle installasjonspunktene og at egen montør stilles til disposisjon i installasjonsfasen.

Installasjonene innebærer store usikkerheter med hensyn til strålingsfelter og ekstreme utladninger slik at rimelig skjønn bør utvises med hensyn til forhold utenfor vår kontroll.

Installasjoner, befaringer og møter faktureres etter medgått tid og materiell. Reise og opphold etter Statens takster.

Timebelastning: reise kr 250,-  
arbeid kr 390,-

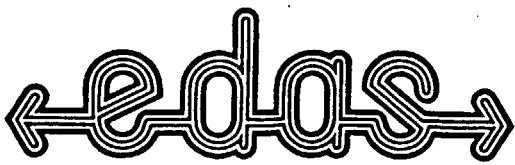
## Garanti:

Garantitiden er 12 - tolv - måneder etter idriftsettelse, dog maksimalt 18 måneder etter levering. Vi påtar oss i garantitiden ansvaret for det leverte materiells fullgode beskaffenhet, slik at hvis noen del innen den angitte tid skulle bli ubrukbar på grunn av materialfeil, feilaktig fremstilling eller arbeide, så skal vi etter eget valg, fritt fabrikk, enten levere ny fullgod del eller erstatte den gamle. Garantien gjelder ikke skader fremkommet ved naturlig slitasje, uriktig eller forsømmende behandling eller omstendigheter som ligger utenfor vår kontroll.

## Dokumentasjon:

Systembeskrivelse er en del av leveransen. Kortfattet brukerdokumentasjon medfølger.

Postadresse	Kontoradresse	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Postboks 194 2081 EIDSVOLL	Holstangen 2080 EIDSVOLL	(06) 96 52 00	5114.05.11823	4 13 36 90



## EDAS MÅLESYSTEMER A/S

Betalingsbetingelser:

1/3 ved prosjektstart

2/3 ved leveranse

Prisene forstås eksklusive MVA og FOB Eidsvoll

Service:

Ved service forutsettes assistanse av montør.

Med hilsen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erling Strand', written over the printed name.

Erling Strand

---

Postadresse

Postboks 194  
2081 EIDSVOLL

Kontoradresse

Holstangen  
2080 EIDSVOLL

Telefon

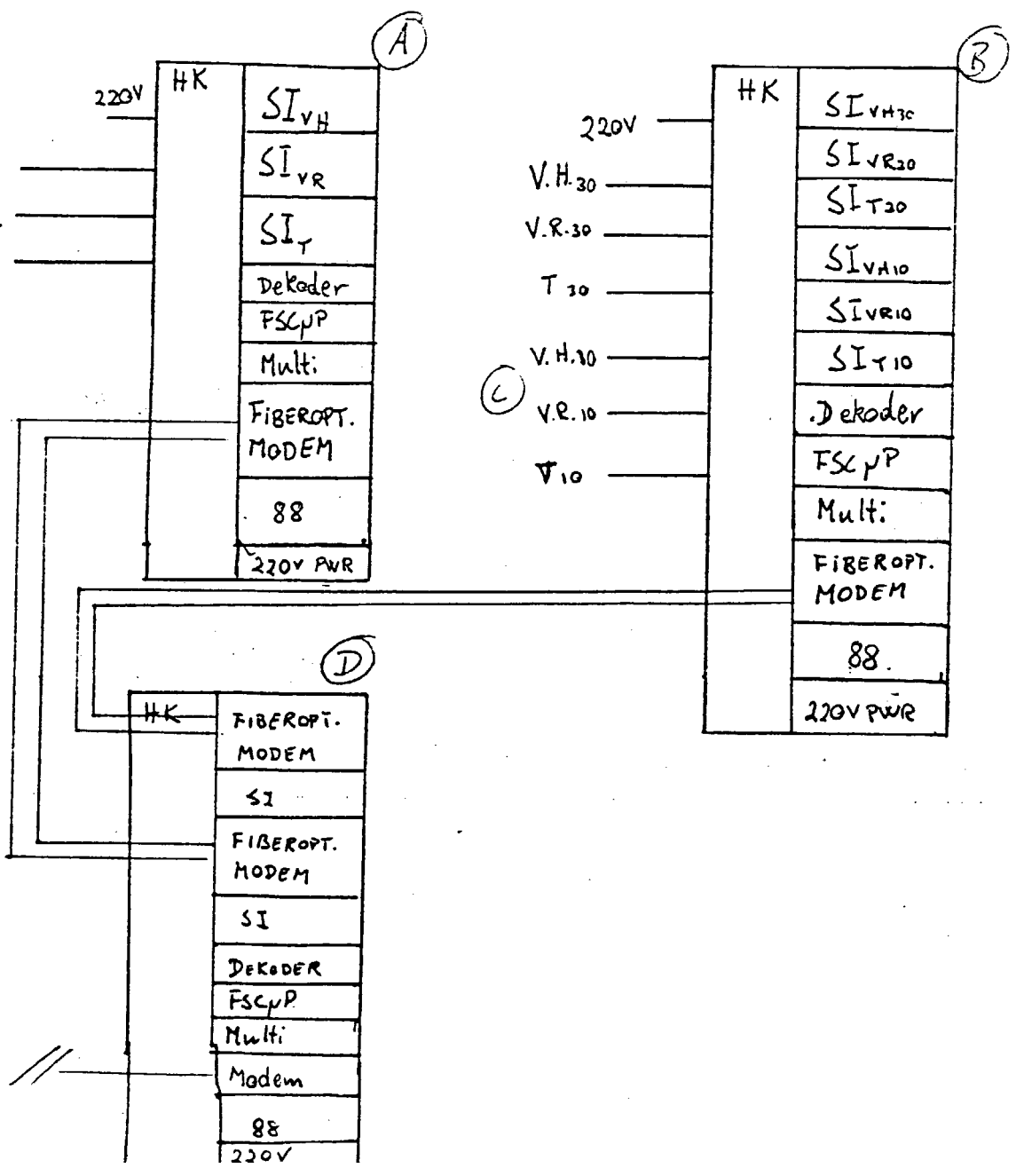
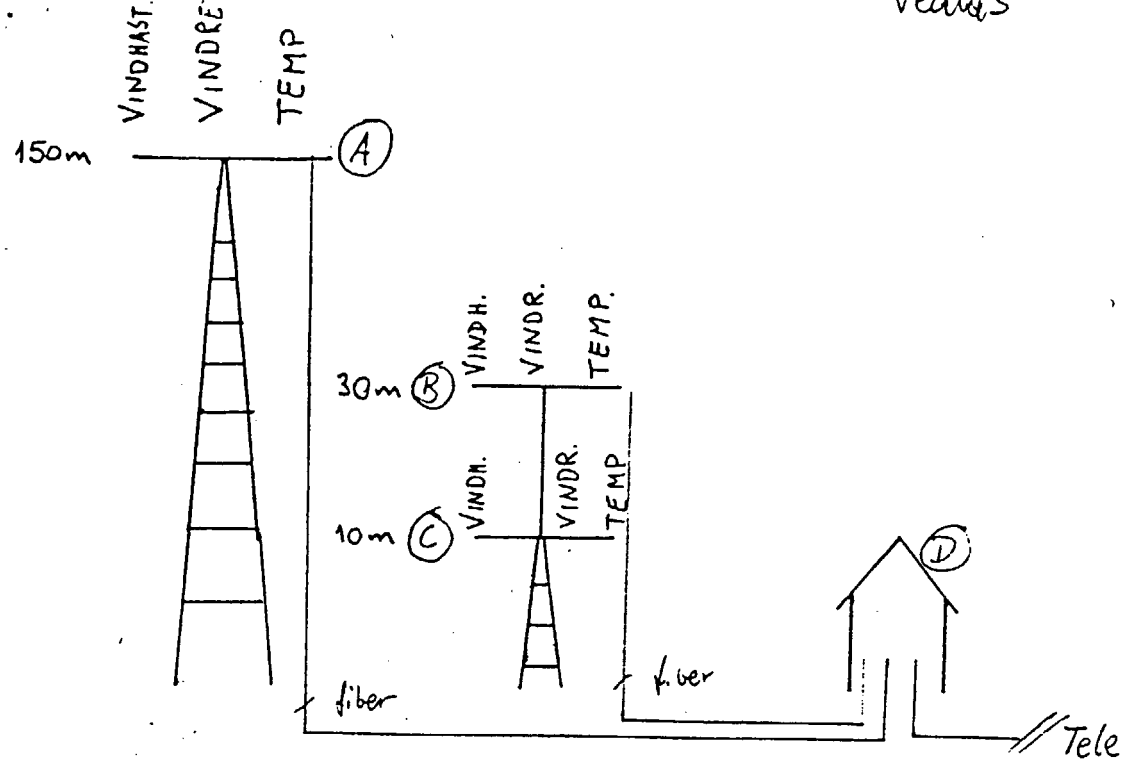
(06) 96 52 00

Bankgiro

5114.05.11823

Postgiro

4 13 36 90



# DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

ledirektoratet - TRK  
Postboks 6701 St. Olavs pl.  
0-80 OSLO 1

Emne: Overing. A. Valen

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

045.2/2206/86 KnH/gt

21. mai 1986

## INSTRUMENTERING SKIEN FM/TV KRINGKASTER VEALØS

Vi viser til vårt brev av 30. april 1986, 331/1042/86 BA/BM, til EDAS Målesystemer. Kopi av dette brevet er oversendt tidligere.

På bakgrunn av dette brevet og møte med statsmeteorolog Knut Harstveit 13.05 1986 (referat er oversendt tidligere), har EDAS Målesystemer kommet med et fullstendig tilbud vedrørende instrumenteringen av Vealøs. Tilbudet følger vedlagt.

Vi har studert tilbudet og vil påpeke følgende:

Prisøkningen skyldes utvidelse av måleprogrammet til også å måle i 30 meters nivå, inkludering av utgifter til skjerming mot strålingsfelt, inkludering av en ekstra feltstasjon. Det siste er gjort av sikkerhetsmessige grunner og medfører at data fra 150 m og 30/10 m går til hver sin feltstasjon før dataene overføres til målehytte.

Tilbudet omfatter ikke sensorer. Utgiftene til sensorer vil ligge på ca. kr. 60.000. Vi regner med å ha funnet vindsensorer som har tilstrekkelig rask reaksjonstid for målingene.

Driftsutgifter er ikke endret.

Vi anbefaler at tilbudet godtas, og ber om å få en skriftlig bekreftelse på dette så snart som mulig. Når det gjelder fremtidige fakturaer fra EDAS Målesystemer, foreslår vi at de stiles til Televerket, men sendes Det norske meteorologiske institutt for attestering. Vi vil så sende dem videre til Televerket.

FCB

Techn. J.J. Jensen, Trondheim  
og Hannemann, Virum, Danmark  
A/S & Co, Oslo

Med hilsen

*Bjørn Aune*  
Bjørn Aune

e.f.

*Knut Harstveit*

Knut Harstveit

Adresse:  
Postboks 320 - Blindern  
0-80 OSLO 3

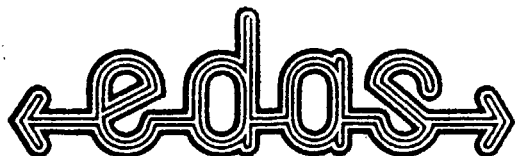
Kontoradresse:  
Niels Henrik Abels vei 40

Telegramadresse:  
Meteorologen  
Oslo 3

Telefon:  
(02) 60 50 90

Telex:  
19931

Postgiro nr.:  
5 05 26 00



## M Ø T E R E F E R A T

Vealøs 2/EDAS 4.6.86

Tilstede: Hartstveit, DNMI  
Nygård, SINTEF  
Pedersen, Teledir.  
Ellingsen, Teledir.

Qigstad, Teledir.  
Underdal, Televerket  
Strand, EDAS

Møteref. blir sendt til: Sannerhaugen , EDAS  
Aune, DNMI  
Overing.Vålen, TRK, Teledir.  
Dr.tech J.J.Jensen,SINTEF  
Rambøll & Hannemann, Rådgivende  
Ingeniører,Danmark  
Siv.ing.Gunnar Folkestad,Ing.Bonde  
& CO

### Befaring på Vealøs:

Nygård gikk igjennom detaljene på målestasjonen som var benyttet på Vega, og hvilke erfaringer man hadde gjort. Selve enheten som var plassert i tårnet, fikk EDAS låne. En erfaring man hadde gjort var at det var umulig å bruke et vanlig måleinstrument oppe i tårnet, alt lyste selvom apparatet ikke var påslått. Et annet problem er isingen, men den er minimal på Vealøs i forhold til Vega. Ising medførte bl.a. at vindhastighetsmåleren nærmest ble en forbruksartikkel.

Vi (EDAS) hadde med et forslag til kabinett. Denne tilfredsstillende IP55 og er dermed sannsynligvis ikke god nok alene. Den bør derfor bygges inn i en ny kasse. Denne ekstrakassen er ikke med i tilbudet og den hører med i "skjermingsprogrammet" som Televerket skal være med på å bekoste. Hvem som skal lage kassen og hvordan kan vi diskutere videre med Televerket. Vi gir beskjed tilbake når det er mere klart. Alle kontakter skal være runde skrutilkoblinger, slik at tilkoblingene blir enkle å utføre i tårnet.

Postadresse  
Postboks 194  
2081 EIDSVOLL

Kontoradresse  
Halstangen  
2080 EIDSVOLL

Telefon  
(06) 96 52 00

Bankgiro  
5114.05.11823

Postgiro  
4 13 36 90

Selve kabinettstørrelsen; 60 x 40 x 22,5 cm, var det relativt god plass til øverst i tårnet. Den kan plasseres "stående", med den siden som er 22,5 x 60 cm ned. Denne siden kan festes til den ene H-jernet som går mellom stagene. Vi leverer da boksen med to "stålskinner" i bakkant, som montørene kan bruke som festepunkter.

Ellers kan ikke vi på EDAS starte arbeidet før vi har fått en skriftlig bestilling. Noe usikkerhetspunkter i tilbudet ble avklart, og Ellingsen nevnte at dette skulle diskuteres senere samme dag og skriftlig tilbud skulle sendes snarest.

Vi har pr. 11.6. ennå ikke mottatt noe skriftlig!

Dette må vi ha meget snart for at vi skal få tid til å gjøre alt klart til i begynnelsen av september !

Erling Strand



Teledirektoratet, TRK  
Att: overing. Valen  
Postboks 6701 , St. Olavs pl.  
0130 Oslo 1

FAKTURA No 1207  
ES/WSH

Ordre dato	Deres ref.	Faktura dato	Siste bet. dato	Betingsler
	K.Harstveit	6.6.86	6.7.86	30 dgr.

I henhold til avtale, tillater vi oss å fakturere for møte + befaring, Vealøs.

13.5.86 Møte: Vealøs 1

2 personer, 2,5 timer a kr. 390,- kr. 1.950,-

4.6.86 Befaring på Vealøs:

Kjøretid 10 timer a kr. 250,-	kr. 2.500,-
Møte/befaring 4 timer a kr. 390,-	kr. 1.560,-
Kjøring: 490 km a kr. 2,25	kr. 1.102,50
Diett	kr. 310,-
Parkering	kr. 10,-
	kr. 7.432,50
M.v.a.	kr. 1.486,50
	kr. 8.907,-

Etter forfall beregnes 2% rente pr. påbegynt måned.

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

Post	
Antall	
Pris/kvantum	
Etterregnet	
Attesteres	

Postadresse  
Postboks 194  
2081 EIDSVOLL

Kontoradresse  
Holstangen  
2080 EIDSVOLL

Telefon  
(06) 96 52 00

Bankgiro  
5114.05.11823

Postgiro  
4 13 36 90

MALESYSTEMER  
boks 194  
EIDSVOLL

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

045.2/2541/86 KnH/gt

10. juni 1986

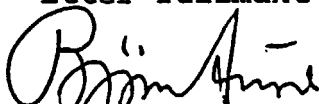
VEDR. VINDMÅLINGER VEALØS

Vi refererer til telefonsamtale med Østby og samtaler med Strand.

./.  
Vedlagt følger en ønsket beregningsprosedyre. Forslaget medfører sampling også med LHZ på vindreting, og forutsetter Vaisala vindfane.

En forutsetter at det hele kan foregå innenfor det foreslåtte hardware utstyr, men at programmeringspostutgiften kan økes noe utover de foreslåtte 100 timer. En ber om vurdering av dette punkt.

Etter fullmakt

  
Bjørn Aune

  
Knut Harstveit

# Prinsipper ved vektormiddling og beregning av noen turbulensparametre

Måler  $u_i, \theta_i$  der

$i = 1, 2, \dots, n$  .  $i$  er

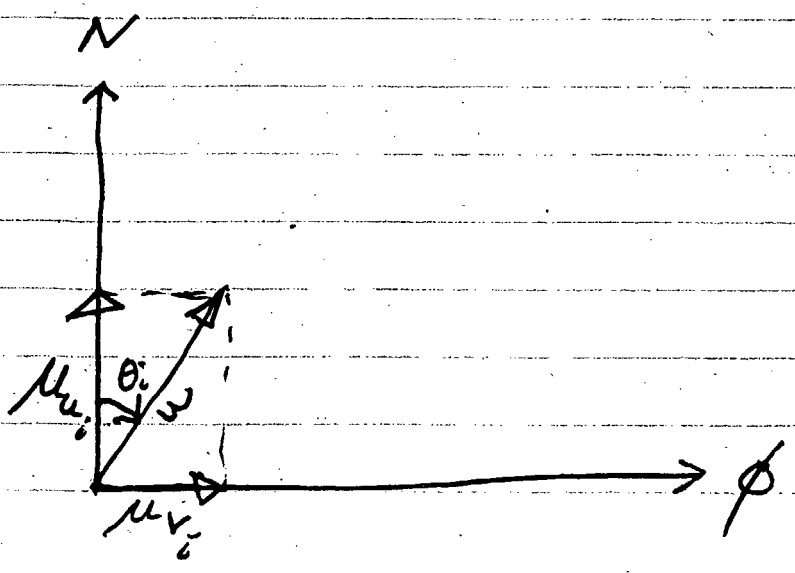
1 sek. verdier.  $n = 10 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} = 600 \text{ s}$

eller uvesentlig  $(10-20 \text{ s}) \ll 600 \text{ s}$ .

$\theta$  måles i intervallet ~~0-360~~

$(\Delta\theta, 2\Delta\theta, \dots, 360^\circ)$

med oppløsning  $\Delta\theta$ .



Beregn

$$\overline{u}_{10 \text{ min}} = \sum \frac{u_i}{n}$$

$$\mu_u = \sum_{i=1}^n \frac{u_i \cos \theta_i}{n}$$

$$\mu_v = \sum_{i=1}^n \frac{u_i \sin \theta_i}{n}$$

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i \cos \theta_i - \mu_u)^2$$

$$\sigma_v^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i \sin \theta_i - \mu_v)^2$$

Nå beregnes  $\mu_\theta$  (middelv. over 10 min)

$$\mu_\theta = \text{Arctan} \left( \frac{\mu_v}{\mu_u} \right)$$

$$\begin{cases} \mu_u > 0, \mu_v > 0; \mu_\theta \in (0, 90) \\ \mu_u < 0, \mu_v > 0; \mu_\theta \in (90, 180) \\ \mu_u < 0, \mu_v < 0; \mu_\theta \in (180, 270) \\ \mu_u > 0, \mu_v < 0; \mu_\theta \in (270, 360) \end{cases}$$

$$(\mu_\theta = 0 \Rightarrow \mu_\theta = 360^\circ)$$

$$\text{COV}_{uv} = \frac{1}{n-1} \sum (u_i \cos \theta_i - \mu_u)(u_i \sin \theta_i - \mu_v)$$

(3)

Beregn nå middeltall med  
vinden (1) og vinkelrett mot høyre (2)

$$\mu_{u1} = \mu_u \cos \mu_\theta + \mu_v \sin \mu_\theta$$

$$\mu_{u2} = \mu_u \sin \mu_\theta - \mu_v \cos \mu_\theta$$

og varianser, longitudinelt (1) og  
transversalt (2):

$$\sigma_{u1}^2 = \sigma_u^2 \cos^2 \mu_\theta + 2 \operatorname{cov}_{uv} \sin \mu_\theta \cos \mu_\theta + \sigma_v^2 \sin^2 \mu_\theta$$

$$\sigma_{u2}^2 = \sigma_u^2 \sin^2 \mu_\theta - 2 \operatorname{cov}_{uv} \sin \mu_\theta \cos \mu_\theta + \sigma_v^2 \cos^2 \mu_\theta$$

# Turbulensintensiteter beregnes

Longit.  $\sigma$

$$I_{u_1} = \frac{\sigma_{u_1}}{\mu_{u_1}}$$

Transversal  $\sigma$

$$I_{u_2} = \frac{\sigma_{u_2}}{\mu_{u_2}}$$

$$I = \sqrt{\frac{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}{\mu_u^2 + \mu_v^2}}$$

Ovenstående gælder  
alle tre nivåer

Dessuten beregnes

$$u_* = 0.25 (\bar{u}(150) - \bar{u}(30))$$

$$z_0 = 150 e^{-\frac{\bar{u}(150)}{0.62 (\bar{u}(150) - \bar{u}(30))}}$$

Det dannes desuden  
glidende midler over ~~tid~~

for  $\tau = 3 \text{ sek}, 5 \text{ sek}$  og  $1 \text{ min}$  af  
vindhastigheden alene.

Det beregnes så

$$g_\tau = \frac{\max(u_\tau)}{\bar{u}_{10 \text{ min}}}$$

der  $\tau = 1 \text{ sek}, 3 \text{ sek}, 5 \text{ sek}$  og  $1 \text{ min}$

⑥  
Vi får nå følgende verdier  
til lagring etter hver 10 min:

$U_{10min}, U_0, I_{u1}, I_{u2}, I,$

$I_{sek}, I_{3sek}, I_{5sek}, I_{1min}$  og  $\bar{T}_{10min}$

for alle tre nivåer = 30 verdier

Dessuten  $U_x$  og  $Z_0$

Dette gir 32 verdier pr. 10 min

eller 4608 verdier pr. døgn

til overføring

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

Teleledirektoratet, TRK  
Postboks 6701 - St. Olavs plass

130 OSLO 1

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

045.2/2506/86 KnH/kk

10.06.86

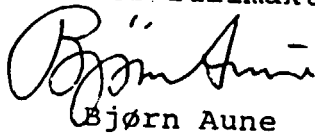
Att.: O.ing. A.Valen

VEDR. ANTENNEMAST VEALØS - VINDMÅLINGER

./.  
Ved befaring den 04.06.86 ble det funnet 2 aktuelle plasseringssteder for en 30 m vindmast. Det gunstigste stedet er vurdert innenfor det skraverte området (1). Da en innser at det kan være konfliktfyllt å få masten plassert på dette sted, har en også tatt ut to alternativer til, skraverte områder (2) og (3).

Ved vurdering av plasseringen har en lagt vekt på å komme i rimelig avstand fra TV-masten for å unngå for mye vindforstyrrelser fra selve antennemasten. Samtidig har en lagt vekt på å ikke bevege seg vesentlig ned fra selve Vealøstoppen da dette vil gi feil informasjon om forholdene nær TV-masten. Ved alternativ (2) må man kompensere for høydetap og noe vegetasjon ved å plassere stasjonene der i 13 og 33 m. Det blir således nødvendig med en mast på 33 m på dette sted. Ved (3) er tilsvarende tall 15 m og 35 m. En gjør oppmerksom på at forslagene er satt opp i prioritert rekkefølge.

Etter fullmakt



Bjørn Aune



Knut Harstveit

adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Adresse: Postboks 320 - Blindern OSLO 3	Kontoradresse: Niels Henrik Abels vei 40	Telegramadresse: Meteorologen Oslo 3	Telefon: (02) 60 50 90	Telex: 19931	Postgros nr.: 5 05 26 00
---	---	--	---------------------------	-----------------	-----------------------------

1986-06-11  
MHF/AN  
66 057.22

Det Norske Meteorolo-  
giske Institut  
Klimaafdelingen, Postboks 320  
Oslo 3, Norge

Att.: Hr. asj. B. Aune

Vedr.: Rekvirering af klimaregistreringsprojekt  
på antennemast Vealøs

På vegne af Teledirektoratet, Oslo, rekvirerer vi Dem herved til  
at udføre klimaregistreringer på antennemast Vealøs, Skien.

Registreringsomfanget fremgår af Deres brev dateret 21. maj 86,  
samt brev fra EDAS dateret 15. maj 1986 og mødereferater, dateret  
13. maj 1986.

I tillæg kommer vort brev, dateret 16. april 1986, hvor vi her  
skal understrege, at når vi ønsker beregninger for turbulensin-  
tensitet "I" gælder det både "alongwind" og "acrosswind".

Derfor vil vi gerne, som allerede telefonisk drøftet med Dem,  
have beregnet varianser for vindretningen på 10 minutters inter-  
vallerne. Derved har vi mulighed for at bedømme "I-acrosswind",  
uden at det burde koste ekstra udstyr eller nogen særlig ekstra  
indsats.

Vi beder Dem, som aftalt telefonisk, undersøge denne mulighed og  
den budgetmæssige konsekvens af at indføre variansberegningen.

Derefter tages der stilling til eventuel gennemførelse af denne  
detalje.

TEGNESTUER:

Esbjerg	Nykøbing F	Hamburg
Frederikshavn	Nørresundby	Oslo
Helsingør	Odense	Tunis
Holstebro	Skive	
Kolding	Slagelse	
København	Sønderborg	
Køge	Århus	

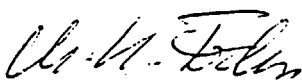
Vi vil understrege vigtigheden af tidspunkt for driftsstart af registreringerne.

I mødereferat er nævnt ultimo september 1986, og dette mener vi er absolut seneste tidsplan, da vi må have alt interessant med, som kan ske i efteråret 1986.

Vi foreslår, at man hellere må stile efter driftsstart primo september 1986.

Vi afventer en udtalelse fra Dem vedrørende budgettramme for variansberegningen.

Med venlig hilsen  
Rambøll & Hannemann

  
Mogens H. Foder

Kopi til: TD, att.: A. Valen og J Qvigstad  
Bonde & Co, att.: G. Folkestad  
SINTEF, FCB, att.: J.J. Jensen

# DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

DAS Målesystemer A/S  
Postboks 194  
081 EIDSVOLL

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

321.3/2623/86 BA/gt

17. juni 1986

## BEKREFTELSE AV BESTILLING. TILLEGGSBESTILLING

Vi bekrefter herved bestilling på vegne av Teledirektoratet på registreringssystem for antennemast Vealøs, Skien. Vi viser til vedlagte kopi av brev datert 11.6.1986 fra hovedkonsulentene Rambøll & Hannemann hvor omfanget av registreringssystemet er beskrevet i det andre avsnittet.

I tillegg til tidligere bestilling kommer nå også beregninger av turbulensintensitet på tvers av hovedvindretningen (acrosswind).

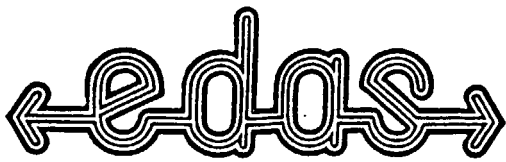
Vi ber derfor om å få et tilleggstilbud på inkludering av beregninger av varianser for vindretningen på 10 minutters intervallene i registreringssystemet. Dette er tidligere diskutert av E. Strand og K. Harstveit.

Med hilsen

Bjørn Aune  
e.f.

adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Adresse: Postboks 320 - Blindern OSLO 3	Kontoradresse: Niels Henrik Abels vei 40	Telegramadresse: Meteorologen Oslo 3	Telefon: (02) 60 50 90	Telex: 1993:	Postgiro nr.: 5 05 26 00
---	---	--	---------------------------	-----------------	-----------------------------



# EDAS MÅLESYSTEMER A/S

Eidsvoll, 27.6.86

Teledirektoratet, TRK  
Att.: Overing. Valen  
P.boks 6701, St. Olavs pl.  
0130 OSLO 1

Deres ref.: -DNMI 321.3/2623/86 BA/gt. datert 17.6.86  
-Notat: Prinsipper ved vektormidling og beregning av noen turbu-  
lensparametre.

## Tilbud på tilleggssoftware til installasjon på Vealøs.

Vi deler dette tilbudet i 2 faser:

1. Den del som skal ligge ved målepunktene.  
Fra side 1 til side 5 i notatet, og nederst på side 5
2. Den del som må ligge inne ved samlingsstasjonen.  
Øverst på side 5.

Enten kan begge deler velges, eller kun en del.

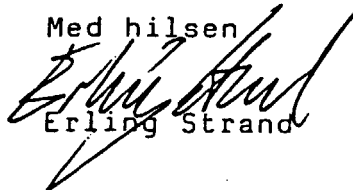
Fastpriser på software:

1. Kr 45.000,-
  2. " 35.000,-
- Kr 80.000,-

Prisene forstås eksklusive MVA og FOB Eidsvoll.

For å rekke å få dette ferdig til september, må vi ha svar  
på dette snarest mulig. Vi setter en svarfrist til 14.7.86.  
Betalingsbetingelser: 1/3 ved prosjektstart, 2/3 ved leveranse.

Med hilsen



Erling Strand

Postadresse	Kontoradresse	Telefon	Bankgiro	Postgiro
Postboks 194 2081 EIDSVOLL	Holstangen 2080 EIDSVOLL	(06) 96 52 00	5114.05.11823	4 13 36 90

Teledirektoratet TRK  
Att.: Overing. Valen  
Postboks 6701 St. Olavs pl.

0130 OSLO 1

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)  
045.2/2904/86 KnH/HG

Dato  
8. juli 1986

VEDR. VINDMÅLINGER - VEALØS

Vi viser til bestillingsbrev 1986-06-11 fra Rambøll & Hannemann. Det ble oversendt et notat fra DNMI til EDAS vedr. vektormidling og beregning av turbulensintensitet (transversal og longitudinal). EDAS har kommet med et tilbud på dette. DNMI anbefaler at man velger del 1 i dette tilbud (kr. 45 000 ekskl. MVA). Del 2 utføres vesentlig billigere av mottager selv, da dette kan gjøres i sammenheng med annen bearbeidelse. EDAS må endre mottagerprotokollen dersom de skulle utføre dette i samlestasjonen.

På grunn av ferieavvikling er brevet fra EDAS dessverre blitt liggende noen tid. Etter diskusjon med EDAS har vi fått utsatt svarfristen til 28. juli.

Etter fullmakt

  
Bjørn Aune

  
Knut Harstveit

Rambøll & Hannemann, att.; M. Foder  
Bonde & Co, att.: G. Folkestad  
SINTEF, RCD, att.: J.J. Jensen

Brev adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Postadresse: Postboks 320 - Blindern 0130 OSLO 3	Kontoradresse: Niels Henrik Abels vei 40	Telegramadresse: Meteorologen Oslo 3	Telefon: (02) 80 50 90	Telex: 19931	Postgiro nr.: 5 05 26 00
--	---	--	---------------------------	-----------------	-----------------------------

☼  
19931 METEO N☼  
19931 METEO N  
37108 RAMHAN DK

00005

COPENHAGEN 1986-07-14  
MHF/AN

METEOROLOGISK INSTITUTT	
nr. 02999	14. JULI 86
Hoh. <i>Ve</i>	<i>Ze</i>
Ark. nr. <i>YS</i>	Eksp. <i>14.7.86</i>

*002*

TO : DNMI, KLIMAAFDELINGEN  
ATT. : HR. K. HARSTVEIT

TO : TELEDIREKTORATET  
ATT. : HR. A. VALEN

COPY TO : SINTEF, FCB  
ATT. : HR. J.J. JENSEN

COPY TO : BONDE OG CO  
ATT. : HR. G. FOLKESTAD

FROM : RAMBOELL + HANNEMANN

-----  
VEDR. BREV FRA DNMI DATERET 86-07-08  
-----

VI HAR DEN 11/7 1987 MODTAGET OVENNAEVNTE KOPI AF BREV FRA  
JER MED BILAG.

VI SKAL BLOT MEDDELE, AT VI ER ENIGE I JERES INDSTILLING  
VEDR. PROJEKTDDEL 1, SOM VI OGSAA ANBEFALER INKLUDERET I MAALE-  
PROGRAMMET.

VI KAN P.G.A. SOMMERFERIE IKKE KOMMENTERE DET DETALJEREDE  
INDHOLD I BILAGET FRA EDAS, MEN VI VENDER TILBAGE TIL DETTE  
PRIMO AUGUST.

DET MAA DOG VAERE KLART, AT EDAS IKKE SKAL AFVENTE YDERLIGERE  
OPLYSNINGER, MEN STARTE DET EGENTLIGE ARBEJDE OMGAAENDE, OG  
DER KAN SIKKERT IKKE VAERE AFGOERENDE KOMMENTARER FRA OS TIL  
DISSE SIDSTE DETALJER, NAAR I OGSAA ER ENIGE I OPLAEGGET.

MED VENLIG HILSEN  
RAMBOELL + HANNEMANN

MOGENS H. FODER

*Mollatt 14/786*  
*Arne*

☼  
19931 METEO N

*2904/86*

1986-08-13

MHF/MC

R&H Sag nr. 66.057.22

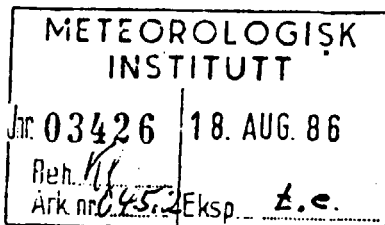
Det Norske Meteorologiske  
Institut

Klimaafdelingen

Postboks 320

Oslo 3, Norge

Att.: Hr. asj. B. Aune



Vedr.: Antennemast Vealøs, vindmålinger.  
Deres brev dateret 86-07-08.

Hermed følger vore detaljerede kommentarer til oplægget fra EDAS,  
jvf. vor telex dateret 86-07-14.

Kommentarer

1) Af hensyn til nøjagtigheden ved bestemmelse af  $I_v = \frac{\sigma_v}{U_1}$ , bør  $\Delta \theta$  ikke vælges større end  $1^\circ$ , og dette er i overensstemmelse med tidligere aftaler med Dem, hvor vi enedes om at ændre instrumentet til opløsning på max 1 grad.

2) Vi foreslår, at følgende turbulensintensiteter lagres:

$$I_{u1} = \frac{\sigma_{u1}}{\mu_{u1}}, \quad I_{u2} = \frac{\sigma_{u2}}{\mu_{u1}} \quad \text{og} \quad I = \frac{\sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}}{\mu_{u1}}$$

men ikke  $I_{u2} = \frac{\sigma_{u2}}{\mu_{u2}}$ , der principielt er uendelig. I stedet

TEGNESTUER:

Esbjerg	Nykøbing F	Hamburg
Frederikshavn	Nørresundby	Oslo
Helsingør	Odense	Tunis
Holstebro	Skive	
Kolding	Slagelse	
København	Sønderborg	
Køge	Århus	

for I (ovenfor), foreslår vi følgende I beregnet og lagret:

$$I = \frac{\text{Cov } u_1 u_2}{\mu_{u_1}^2}$$

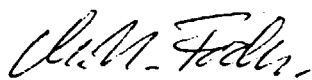
- 3) Endelig vil vi foreslå, at funktionen Arc tan ikke anvendes i beregningerne på s.3, da det kræver meget stor nøjagtighed i tabelværdierne, for ikke at introducere for stor fejl i resultaterne.

I stedet ville vi alene anvende cos- og sin-værdier til bestemmelse af vindretninger, men de direkte målte værdier til bestemmelse af  $\sigma_{u_1}^2, \sigma_{u_2}^2$  og  $\text{Cov } u_1 . u_2$

Om ønskeligt kan vi sende de nødvendige udtryk og formler.

Vi afventer Deres kommentar til ovenstående og I er velkommen med eventuelle spørgsmål.

Med venlig hilsen  
Rambøll & Hannemann



Mogens H. Foder

Kopi : TD, att. o.i. A.Valen  
Sintef, FCB., att. J.J. Jensen  
Bonde & Co., att. G. Folkestad

# DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

KOPI : KLIMA ✓

RAMBØLL & HANNEMANN A/S  
Teknikerbyen  
DK-2830 VIRUM  
DANMARK

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Dato

Brev av 13.08.86. 045.2/03426/86 BA/iba  
MHF/mc R&H  
Sag nr. 66.057.22

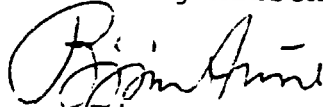
25. august 1986

## ANTENNEMAST VEALØS. VINDMÅLINGER

De tilsendte kommentarer aksepteres, og vi har tatt kontakt med EDAS om dette.

På grunn av at forsker K. Harstveit nå er på 14 dagers tjenestereise, har vi tillatt oss å si at EDAS kan henvende seg direkte til Dem hvis de har noen spørsmål i forbindelse med kommentarene

Vennlig hilsen

  
Bjørn Aune  
e.f.

KOPI: TD : att. A. Valen  
FCB : att. J.J. Jensen  
Bonde&Co : att. G. Folkestad

Alle adresser til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Postadresse:  
Postboks 320 - Blindern  
N-04 OSLO 3

Kontoradresse:  
Niels Henrik Abels vei 40

Telegramadresse:  
Meteorologen  
Oslo 3

Telefon:  
(02) 60 50 90

Telex:  
19931

Postgiro nr.:  
5 05 26 00