

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 VINDHALEPROGRAM**

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

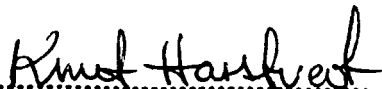
OPPDRAGSGIVER

TELEDIREKTORATET - TRK
OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten bygger på en ekstremvindanalyse utført på data fra Ferder fyr. Det er så foretatt en skjønsmessig 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 isingsituasjoner. Isen bygger ut mot sørøst. Isens tetthet er satt til 700 kg/m³. 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

SKIEN FM/TV KRINGKASTER
VEALØS

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 ³
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 høydedrag 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 vindprofilen 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, σ_w , dannet av variansen, σ_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 sterkere for nordlige vinder, men er også tilstede i sektor sørvest til nordvest og nordøst. Sørvestlige vinder har for øvrig mindre "angrepssoner" 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 ekstremvindhastighetene 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.

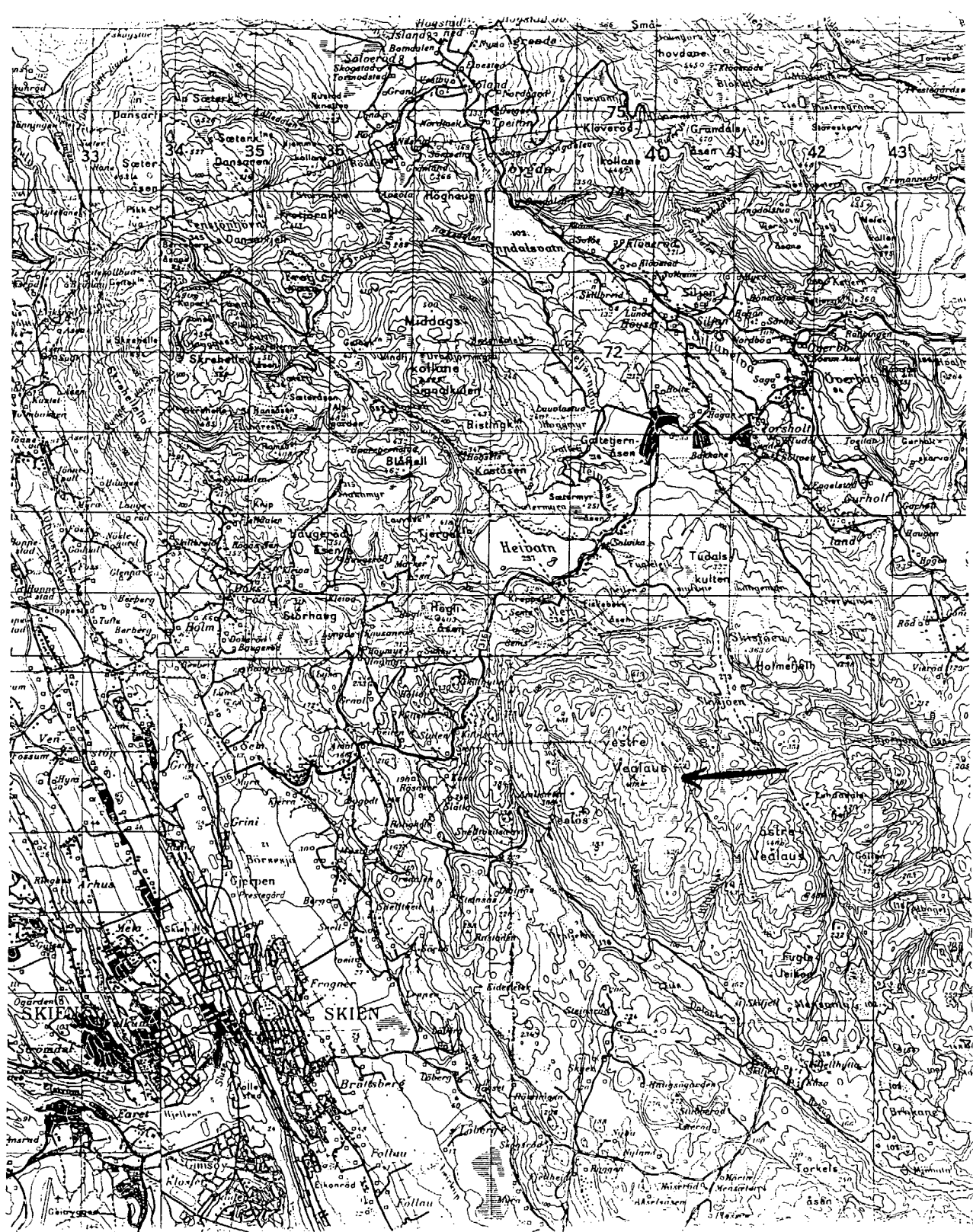
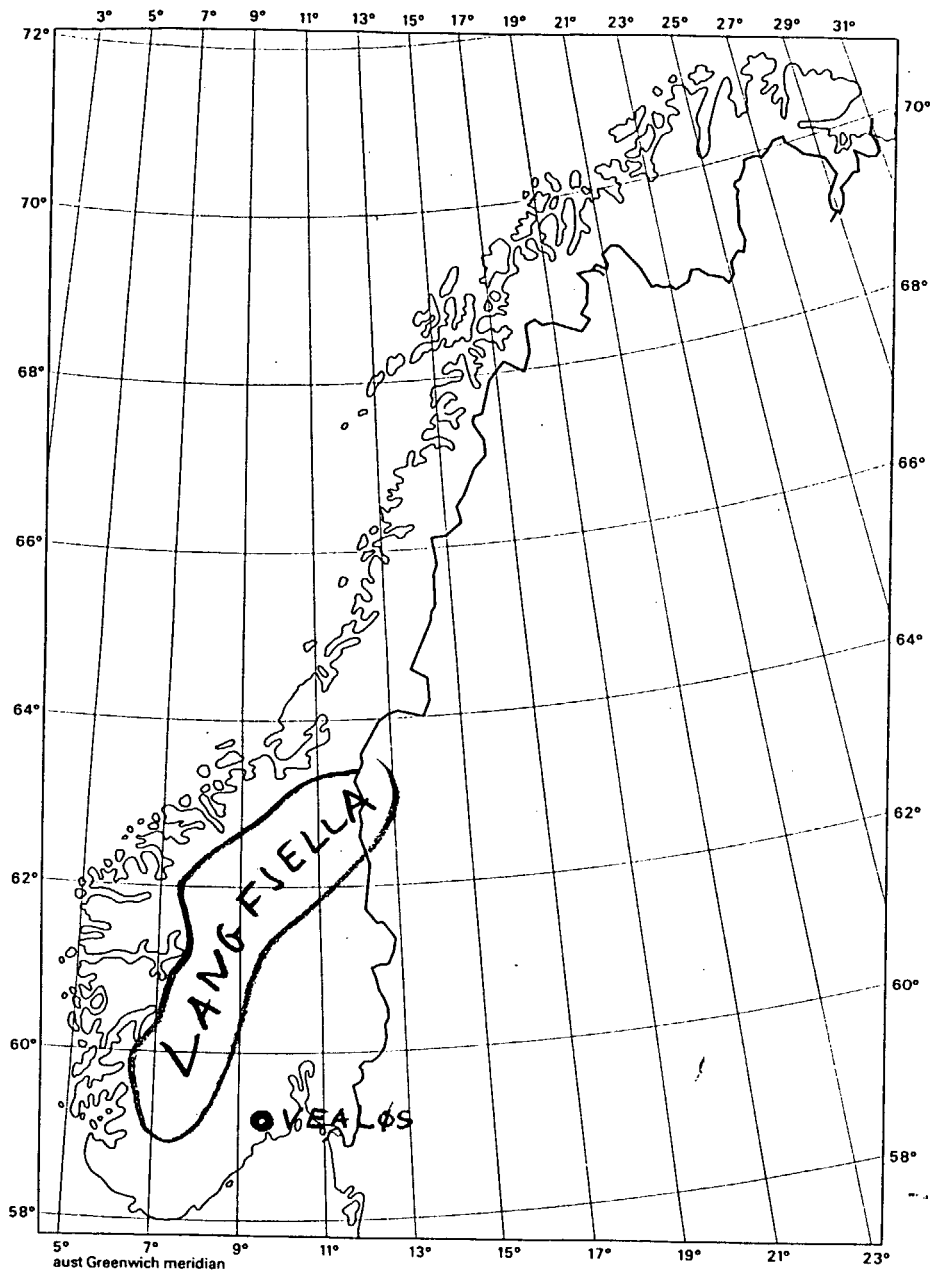




Fig. 2. Kart over Vealøe. Målestokk 1:400 000



© Norges geografiske oppmåling 1981.

Fig. 3. BASISKART NORGE 1:10 000 000

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 fjelltopper. 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 u , θ og T for begge nivåer.
Sampling ved signifikant vind :	Dersom $u > 10$ m/s beregnes maksimalverdiene av u_{1min} , u_{5sek} , u_{3s} , u_{1s} , $u_{0.25s}$; varians, $\sigma_u^2 =$ $1/N \sum (u - \bar{u})^2$, og turbulensintensitet, $I =$ σ_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.

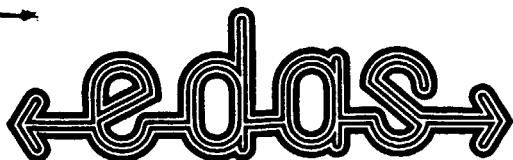
3. Budsjett for opprettelse av EDAS målestasjon
m. sensorer i to nivåer (10m, 150m) på Vealøs.

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.

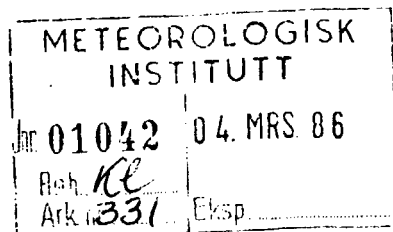
Service + reiser	40.000	Nokr
Datainnsamling	10.000	"
Rapportering	50.000	"
Sum inkl. m.v.a.	100.000	"



Eidsvoll, 28.2.86

DNMI
att: B. Aune
Postboks 320 Blindern

0314 Oslo 3



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 larningsstasjonen 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
Postboks 194
2081 EIDSVOLL

Kontoradresse
Holstangen
2080 EIDSVOLL

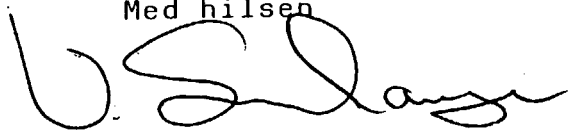
Telefon
(06) 96 52 00

Bankgiro
5114.05.11823

Postgiro
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'. The signature is fluid and cursive, with a large initial 'V' and 'S'.

Vidar Sannerhaugen
daglig leder

d. Vealøs Skien. Televerket

