

# DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

05/87 KLIMA

DATO

02.02.1987

TITTEL

**KLIMALASTER FOR HEIBERG RADIOLINJESTASJON**

UTARBEIDET AV

**KNUT HARSTVEIT**

OPPDRAAGSGIVER

Tron Horn A/S for Teledirektoratet - TBA

OPPDRAAGSNR.

SAMMENDRAG

50-årsverdien av 10 min middelvind på Heibergmasten er i topp av mast (44m) satt til 33 m/s. 10 m over bakken er verdien 22 m/s, logaritmisk økende til 33 m/s i 30 m høyde og deretter konstant lik 33 m/s. 50-årsverdien av 3 - 5 s vindkast er satt til 50 m/s over hele masten. Disse vindlastene kommer fra sør til sørøstlig sektor. 50-årsverdien for islast er 5 cm på fagverkselementene med tetthet  $0.7 \text{ kg/cm}^3$  og bygging mot nordøst til sør. Største vindhastighet ved is i masten antas til 25 m/s.

UNDERSKRIFT

*Knut Harstveit*

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune

FAGSJEF

1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er en henvendelse fra Tron Horn A/S av 20. november 1986 (vedlagt).

2. STED OG TOPOGRAFI.

Heiberg RL-stasjon ligger på Heiberg ved Søndeled, Risør kommune, 10 km nordvest for Risør sentrum. Hovedmasten er 30 m høy. Den har en forlengelse på 14 m slik at total høyde blir 44 m.

Heiberg er en skogkledd ås, 239 m o.h.. Typisk terrenghøyde i området er 100 - 200m o.h.. Heiberg utgjør således en isolert topp, 140 m over typisk terrengnivå. Åsen har en horisontal skala på 2 km. Mastetoppens høyde o.h. blir 283 m, 100 - 200 m over typisk terrengnivå.

Mot NØ - Ø er typisk terrenghøyde 150 m o.h., mot SØ 50 m, mot S 100 m og mot SV - N 200 m. Hele området er skogkledd, unntatt en og annen sjøflate. Området er preget av åser og dalfører.

Regionalt ligger området ved kysten av Sørlandet, 10 km innenfor kystlinjen (i nordvestlig retning) i Aust - Agder fylke. Mot nordvest stiger terrenget oppover mot Setesdalsheiane / Hardangervidda. Mot sørvest og nordøst er terrengnivået forholdsvis jevnt, det vil si at utjevne høydekoter løper i sørvestlig - nordøstlig retning.

3. VINDFORHOLD.

Der er tidligere utført en ekstremvindanalyse på vinddata fra Ferder fyr (1), og vi har kjørt en tilsvarende analyse fra Oksøy fyr, se tabell 1.

Tabell 1  
Beregnete verdier av 10 min middelvind(m/s) med 50 års returperiode på Ferder og Oksøy fyr. Tabellen viser også interpolerte verdier for kysten av Aust-Agder.

SEKTOR	FERDER	OKSØY	KYSTEN AV AUST-AGDER
N	27	23	25
NØ	24	28	26
Ø	23	30	25
SØ	28	29	28
S	32	28	30
SV	35	33	34
V	26	36	29
NV	25	27	26
ALLE	37	38	36

Vi antar at forholdene utenfor Heiberg ligger midt mellom Oksøy og Ferder, med unntak av vestlig og østlig vind som er forsterket ved Oksøy pga. kystformen. Vind fra disse sektorer trekkes derfor noe mot Ferder. Også sørøstvind er trukket mot Ferder fordi den ansees mindre bremsset på Oksøy enn utenfor Aust-Agder. Estimert vind for Aust-Agder kysten blir da som vist nederst i tabell 1. Som vi ser er det sørvestlig vind som er sterkest.

#### Vind fra SV - V - NV - N - NØ

Vind i hele sektoren SV - V - NV - N - NØ strømmes over et skogsområde og har såvidt lang strømningsbane over skogen at et fullstendig grenselag definert ved skogens ruhet, 0.5 - 1 m, er oppbygget. Siden sørvestlig vind ansees som den sterkeste, benyttes resultater fra denne sektor som dekkende for hele landsektoren.

50 - års verdien av 10 min. middelvind fra sørvest er på kysten beregnet til 34 m/s. Grenselaget over sjøen ansees være 250 m tykt (2). Vi benytter nå ligningen

$$u(z) = 0.285 VG (VG/fz_0)^{-0.065} \ln(z/z_0) \quad (3.1)$$

etter (2), hvor  $f$  er coriolisparameteren ( $1.2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ),  $z_0$  ruheten (0.003 m ved ekstremt sterk vind over hav),  $z$  målehøyden (10 m) og  $u(z)$  vindhastigheten i målehøyden (34 m/s). Vi får da som gradientvind, VG (vind over friksjonslaget) 50 m/s. Dette er i full overenstemmelse med det en kan anta som gradientvind fra sørvest i området.

Ved sørvestlig vind er typisk terrenghøyde 200 m. Mastetoppen på Heibergmasten er i nivå 283 m, altså 100 m over typisk terrengnivå i sørvestens "hukommelse". Vi kan da benytte formelen over, idet en antar samme gradientvind (men selvsagt et mye tykkere friksjonslag). Med  $z_0 = 0.5$  m, fåes da  $u(100\text{m}) = 31$  m/s, og med  $z_0 = 1$  m fåes 28 m/s. 30 m/s brukes da som et estimat for 50 - års vinden (10 min. middelvind) fra sektor SV til NØ i øvre del av mast.

#### Sektor Ø - SØ - S

I sørlig sektor må vinden som kommer inn fra havet krysse et landområde på 16 km før den når Heiberg. En regner med at oppbygningen av nytt grenselag med høyde  $H$  følger formelen

$$H/z_0 = 0.48 (x/z_0)^{0.76} \quad (3.2)$$

Formelen er beregnet ut fra (3, Fig.1). Her er  $z_0$  skogens ruhet og  $x$  horisontal avstand fra kystlinjen. Med  $x = 16$  km får vi da  $H = 640$  m for  $z_0 = 0.5$  m og  $H = 750$  m for  $z_0 = 1$  m. Dette ansees som høyden over typisk terreng, mens Heibergmastens er topp er 200 m over typisk terreng i denne sektor. Vi tenker oss nå at vinden i 640 m (750 m) nivå over Heiberg ( $u(z_2)$ ) er identisk med gradientvinden på kysten, 44 m/s (lign. 3.1 med  $u(10\text{m}) = 30$  m/s) og bruker formelen

$$u(z_2)/u(z_1) = (z_2/z_1)^n \quad (3.3)$$

Her er  $n$  en eksponent for vindøkning med høyden i grenselaget. For  $z_0 = 0.5$  m brukes 0.25 og for  $z_0 = 1$  m brukes 0.30. Vi får da  $u(z_1 = 200\text{m}) = 33$  m/s og 30 m/s i de to tilfellene.

Ved sørøstlig vind er 50-årsvinden på kysten 28 m/s og lign. (3.1) gir gradientvinden til 41 m/s. Avstanden,  $x$  til kysten er nå 10 km, og mastetoppens høyde over typisk terreng 230 m. Vi får da  $H(z_0 = 0.5\text{m}) = 450$  m og  $H(z_0 = 1\text{m}) = 530$  m fra lign. (3.2). Fra lign. (3.3) får vi da  $u(230\text{m}) = 35$  m/s og 32 m/s respektivt. Østlig vind gir lavere verdier enn dette pga. lavere utgangshastighet på kysten og lenger kystavstand enn ved sørøstlig vind.

Nå må det forventes at ekstremvinden fra en samlesektor kan bli høyere enn for to delsektorer dersom disse har samme 50-års vind. Dette er en ren statistisk lov. Som eksempel er ekstremvinden på Ferder i sørlig sektor 32 m/s og i sørvestlig sektor 35 m/s. Totalekstremen for de to sektorer er derimot 37 m/s. Antas  $z_0$  til mellom 0.5 og 1 m får vi 31.5 og 33.5 m/s for sør og sørøst på Heiberg. Disse tall må imidlertid korrigeres for topografisk bremsing (bremsing ved heving) inn mot Langfjella. Dette medfører at 50-års vinden fra samlesektoren kan settes ned til 33 m/s med 31 m/s fra sør og 32 m/s fra sørøst.

#### Vindkast og vindprofil.

Over selve Heiberg-toppen utsettes overnevnte utgangsvind (33 m/s for 50-års vinden i sør og sørøstlig sektor) for to effekter:

Åsens skogbevokste overflate virker friksjonsfremmende og vil bygge opp et nytt grenselag. Dette virker bremsende på vinden. Dersom vinden antas strømme over toppen fra nivået 150 m av, er  $x$  i lign. (3.2) 500m. Settes skogsruheten over toppen til 0.5 m, gir dette en lokal grenselagshøyde på 45 m, dvs. omtrent lik mastehøyden. Dette stemmer godt med en undersøkelse av strømmingen over en skogbevokst ås i Australia med omtrent samme dimensjon som Heiberg (4).

Dette lokale grenselag vil dog også føle en akselerasjonseffekt over åstoppen fordi strømlinjene konvergerer. Det viser seg at ved røe overflater vil en slik effekt forandre vindprofilet fra et logaritmisk vindprofil over hele masten til et logaritmisk vindprofil i nederste del og et tilnærmet konstant vindprofil i øvre del. Effekten kan med rimelighet antas størst i noe over halve høyden av det lokale grenselag, dvs. i 30 m høyde over åstoppen. Her kan ventes samme vind som i mastetoppen. Ved beregning av 50-års vinden i 10 m nivå etter lign. (3.3) må en ta hensyn til trekronehøyden. Skogen er glissen, slik at faktisk trekronehøyde settes til 5 m. Teorien bør imidlertid ikke benyttes under 10 m's høyde og  $z$  må erstattes med  $z-5\text{m}$ . Vi får da 22 m/s som 50-års vind i 10 m's høyde. Under trekroneene er det vanskelig å si noe eksakt utover det at vinden må minke ytterligere.

Vi benytter nå formelen for kastfaktorens endring med høyden,  $z$  ved ruhet  $z_0$

$$GF = 1 + 2.77 / (\ln z / z_0) \quad (3.4)$$

utledet etter (5). Denne formel gjelder i det logaritmiske grunnskikt.

og kan således anvendes for mastetopp med  $z = 230$  m og  $z_0 = 0.5 - 1$  m. Lign. (3.4) gir da  $GF = 1.48$ . Dette ville gi en 50 - årsverdi på 3 - 5s vindkast på 49 m/s. I 10 m s høyde over åsen kan formelen brukes på det lokale grenselag, når vi erstatter 10 m med 10 - 5 m. Dette gir  $GF = 2.12$  og vindkast på 49 m/s. Nå vil kastene kunne være noe større opp mot midten av masten fordi vindkastene øker noe med høyden i det lokale grenselag. Det er vanskelig å gjøre noen eksakt beregning for dette fordi akselerasjonseffekten kompliserer det teoretiske grunnlaget. Vi antar derfor en 50 års-verdi på 3-5s vindkast på 50 m/s med gyldighet for hele mastens lengde.

#### Konklusjon.

Vi kan nå konkludere med følgende: Dimensjonerende vindlast (10 min middelvind, 50 års returperiode) settes til 33 m/s. Fra sørøst er vindlasten 32 m/s, fra sør 31 m/s og fra sørvest 30 m/s. Fra øvrige sektorer er verdiene lavere. Lastene gjelder øvre del av mast (30 - 44 m over bakkenivå). 10 m over bakken er 50-årsverdien i vilkårlig retning 22 m/s. Vindprofilen er logaritmisk fra 10 til 30 m og konstant fra 30 til 44 m. I formlene må nullplansforskyvningen på 5 m legges inn som en reduksjon i reell høyde over åstoppen.

Dimensjonerende vindlast (3-5 s vindkast, 50 års returperiode) settes til 50 m/s, mest sannsynlig kommer dette fra sektor sørøst til sørvest. Denne vindlast har konstant profil over hele mastens lengde.

#### 4. ISING.

De store skyismengder på Sørlandet vil forekomme ved sterk pålandsvind. Da kommer vinden inn over Skagerrak og vil være påvirket av sjøens overflatetemperatur. Mastetoppens nivå, 283 m o.h. tilsier derfor at skyis ikke er noe problem, da temperaturen er for høy.

Ising på Heiberg forekommer derfor nesten bare i form av nedbøris. Slik nedbøris forekommer oftest ved sterke snøfall og temperaturer over  $0^{\circ}$  C. Ising kan også forekomme ved mer varierende nedbørsintensiteter i form av underkjølt regn eller yr når temperaturen er noe under  $0^{\circ}$  C.

Typisk isingsektor vil derfor være Ø - SØ - S. Delvis vil også ising kunne forekomme ved NØ vind, når denne vind er et uttrykk for avbøyet stabil luft i nedre skikt. Noen hundre meter over bakken vil da vindretningen være Ø eller SØ.

En analyse av tilfelle med sterk nedbør i temperaturintervallet  $-5^{\circ}$  C -  $+5^{\circ}$  C på værstasjonen Nelaug (35 km V for Risør, 169 m o.h.) viser at i 80% av tilfellene var vinden på kysten (Lyngør fyr) øst eller sørøst. Dette til tross for at disse retninger bare representerer 12 % av tiden. Årsaken er selvfølgelig at store nedbørutløsninger ofte henger sammen med betinget instabilitet. Det er det latente varmetilskudd som oppnås når luften heves og fortettes til skyer og tåke som gjør luften lettere enn sine omgivelser. Da vil vinden på kysten ikke bli dreiet, men blåser rett mot og oppover landområdene.

Vi har nå vist at risikoen for ising er størst i sektor Ø - SØ, men at den også kan forekomme ved nordøstlig og sørlig vind. På grunn av den lave høyden ute ved kysten er det likevel ikke grunn til å regne med at isingen kan akkumuleres til særlig store dimensjoner. Etter

personlig kommunikasjon med S. Fikke som innehar en del erfaring med isingsproblemer, har vi satt 5 cm som øvre grense på isbygningen. Isen vil bygge ut som faner mot vindretningen på alle fagverkselementene i masten. Isens tetthet vurderes til  $0.7 \text{ kg/cm}^3$ . Da mange av tilfellene med sterkeste pålandsvind vil forekomme ved regn og høyere temperaturer enn  $0^\circ \text{C}$ , er det liten sannsynlighet for sammenfallende begivenheter: ekstremt sterk vind, sterk ising. Vindhastigheten antas derfor være begrenset til 25 m/s i topp av mast ved tilfelle med sterk ising.

5. REFERANSELISTE

- (1) Harstveit, K.: "Skien FM/TV kringkaster Vealøs. Is og vindlastvurdering av 25.10.85. Forslag til vindmåleprogram." DNMI-Klima 10/86.
- (2) Engineering Meteorology. Edited by Plate, E., Chpt. 12: "The interaction of wind and structures", by Davenport, A.G.. Elsevier, Amsterdam, 1982.
- (3) Jackson, N.A.: "The propagation of modified flow downstream of a change in roughness." Q.J. Roy. Met. Soc., 102, 924, 1976.
- (4) Bradley, E.F.: "An experimental study of wind speed, shearing stress and turbulence at the crest of a large hill." Q.J. Roy. Met. Soc., 106, 101, 1980.
- (5) Environmental Loads. Oljedirektoratet 1978.

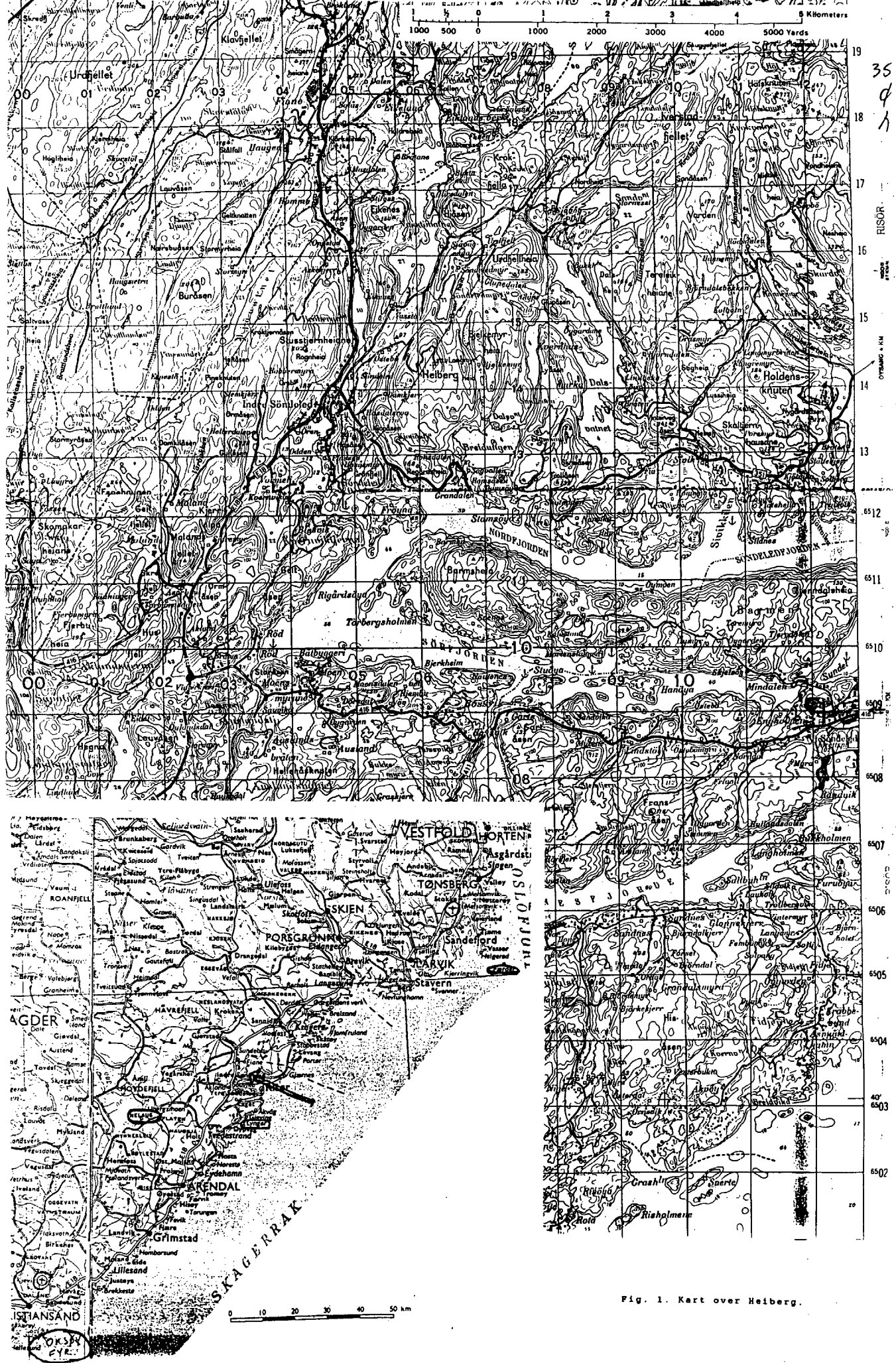
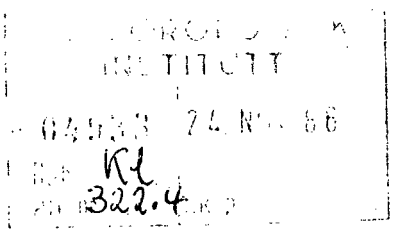


Fig. 1. Kart over Heiberg.





TRON HORN A/S

Rådgivende ingeniører

Byggeteknikk - Elektroteknikk

Bygdøy allé 21  
0262 Oslo 2

Telefon: 02/44 79 40

Telegram: NORT

Telex: 71511 thn

Telefax: 02/55 67 83

Bankgiro: 7032.05.08760

Postgiro: 2 23 11 32

Det norske Meteorologiske Institutt  
Postboks 320 Blindern

0314 OSLO 3

Vår ref.: 1029-EBa/alhj

Deres ref. Teledir. TBA v/Tby

Oslo, den 20. november 1986

### HEIBERG RL-STASJON

På vegne av Teledirektoratet avd. TBA v/overing. Bergly ber vi Dem om snarest mulig å oppgi maks vind, 10 min middelvind og eventuelle is-laster for overnevnte stasjon.

Faktura stiles til Teledirektoratet avd. TBA men sendes vis vårt firma for attestasjon.

Gjenpart av Deres skriv sendes Teledirektoratet avd. TBA v/Tby.

Med hilsen  
for Tron Horn A/S

*Andreas Carlsen*  
Andreas Carlsen

*Einar Bakke*

Einar Bakke

gj. part brev: Teledirektoratet, avd. TBA v/Tby

*Kop av bilde og kartutsnitt*