

# DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

25/85 KLIMA

DATO

06.06. 1985

TITTEL

**SOGDAL FM/TV KRINGKASTER - STORHOGEN  
IS OG VINDLASTER**

UTARBEIDET AV

**KNUT HARSTVEIT  
SVEIN M. FIKKE**

OPPDRAGSGIVER

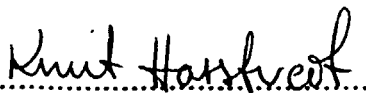
**TELEDIREKTORATET - TRK**

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

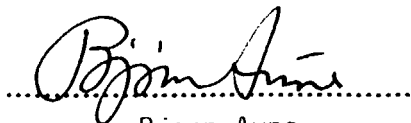
Dimensjonerende middelvind settes til  $45 \text{ ms}^{-1}$  og turbulensintensitet til 15%. Islastene settes til 1 m i topp av mast ( $d = 1.6 \text{ m}$ ), 25 cm for  $d = 4 - 5 \text{ m}$ , 15cm for  $d = 9 \text{ m}$  og 10 cm for  $d = 14.6 \text{ m}$ . Tallene er gjennomsnittstall for isbelegg i vestre halvsektor og isens tetthet vurderes til  $600 - 700 \text{ kg/m}^3$ . Ved dimensjonerende middelvind kan islaster være 75% av full islast.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune

FAGSJEF

# SOGNDAL FM/TV KRINGKASTER

## STORHOGEN

### DIMENSJONERENDE KLIMALASTER:

#### A. VIND

1. 10 min. middelvind :  $45 \text{ ms}^{-1}$
2. Turbulensintensitet: 15% i topp av mast
3. Vindprofil: Tilnærmet konstant over mastens høyde
4. Mest utsatte vindretninger: SV - NV, SØ
5. Sterkest turbulens: NV - N, SØ

#### B. IS

1. Maks gjennomsnittlig istykkelse over vestlig halvsektor:
  - plastkappe 1 (d = 4 m): 25 cm
  - ----"---- 2 (d = 5 m): 25 cm
  - ----"---- 3 (d = 9 m): 15 cm
  - ----"---- 4 (d = 14.6 m): 10 cm
  - øverste antenedel (d = 1.6 m): 1 m
2. Isens tetthet:  $600 - 700 \text{ kg/m}^3$
3. Kombinert is og vind: Maksimal vindhastighet og 75% av full islast.

## 1. INNLEDNING

Grunnlaget for denne rapporten ble formulert ved befaring på Storhogen den 25.04.85 og senere i et møte hos o.ing. A. Valen i Teledirektoratet den 30.05.85.

Som Teledirektoratet er kjent med, er deler av arbeidet med is- og vindlaster organisert i samarbeid mellom DNMI og Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt (EFI) ved at EFI lønner en forsker som er faglig underlagt DNMI. Vedkommende er delforfatter til denne rapport og hans tidsforbruk blir fakturert av EFI.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

Storhogen fjernsyns sender skal bygges på Storhogen (1165 m o.h.), 6 km sør for Sogndal sentrum (Fig. 1). Den nye masten blir 122 m høy inkl. toppantenne på 16 m. Et gammelt anlegg på stedet har en høyde på 50 m.

### 2.1 Regional og storskala topografi

Området er skjermet mot nord og nordøst av terreng som har stor horisontal mektighet og som når opp i over 2000 m høyde (Jostedalsbreen, Breheimen, Jotunheimen). Mellom Jotunheimen og Breheimen er terrenget dog noe lavere. Mot øst og sørøst er fjellrekken lavere (1500 m) og mindre mektig. Mot sør ligger de sørlige deler av Langfjellene (Hardangervidda, Hardangerjøkulen, Hallingskarvet) med stor mektighet og høyder over 1500 m. I sektoren sørvest til nordvest er terrenget mer åpent, dog med Stølsheimen /Fresvikbreen i sørvest og Gaularfjellet/stigning mot Jostedalsbreen i nordvest.

Mot vest løper Sognefjorden.

### 2.2 Lokal topografi

Toppen ligger åpent til på en halvøy mellom Sognefjorden og Sogndalsfjorden (Fig. 1). Halvøya har dimensjonen 5x15 km, og langs lengdeaksen ( $240^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ ) løper fjellkammen der Storhogen er høyeste topp.

Toppen stiger brattest opp fra sørøst og nordvest til nord, men er uten utpregede stup.

Nærliggende fjellpartier av samme høyde (nordlig sektor) eller noe høyere (sørlig sektor) finnes i en avstand av ca. 10 km.

### 3. VINDFORHOLD

#### 3.1 Regionale og storskala vindforhold.

De meget hyppige og sterke sørvestlige og vestlige høydevinder (nivå 1000 - 2000 m) vil bremses en del på regional skala på grunn av heving mot høyere-liggende terreng. Også nordvestlige vinder vil føle en slik oppbremsing, men denne blir motvirket av en føringseffekt mellom fjellområdene i nord/nordøst og sør. Nord og nordøstlige vinder vil være sjeldne og relativt svake p.g.a. skjerming fra de samme fjellmassiver.

Nordøstlige og østlige vinder er relativt sjeldne høydevindsretninger i den fri atmosfære i området. Sørøstlige vinder er hyppige, og disse vil dessuten øke både i frekvens og styrke ved føringseffekter og ved lebølger dannet over fjellpassasjer. Dette kan også medføre en del bakgrunnsturbulens dannet ved brytning av bølger og sterke vindskjær. Fjellmassivene i sør og i nord/nordøst vil gi en betydelig skjerming for sørlige vinder. I slike vindfelt dreier vinden ofte sørøst over de vestlige Langfjell.

#### 2.2 Lokale forhold

Toppen er utsatt for alle vindretninger på skala < 10 km. Trolig vil vestlig vind dreies vestsørvest over toppen. For øvrig må en regne med en generell vindforstrekning over toppen. Ved nord til nordvestlig og ved sørøstlig vind vil trolig en del av denne økningen være økning i turbulensintensitet. Effekten er størst i de første 50 m over toppnivå.

#### 3.2 Datagrunnlag og vurderinger

Nærliggende vindstasjoner er sterkt influert av lokale forhold og vil bare være av begrenset verdi for vurdering av vindforholdene på Storhogen. Sogndal flyplass ligger f.eks. meget godt skjermet i forhold til Storhogen og vindregistreringene derfra gir liten informasjon. Den beste referensestasjonen er Fanaråken som var operativ 1932 - 1978. Toppen ligger imidlertid betydelig høyere (2062 m o.h.) og mer utsatt på regional skala. Der er dessuten bare utført manuelle observasjoner på stedet, (dog med håndvindmåler) noe som fører til varierende datakvalitet på vindstyrkedataene. Vindretningsangivelsene skulle imidlertid være av bra kvalitet, og man kan også få en idé om i hvilke

retninger det er sterk vind.

Figur 2 viser at det er mest vind i sektor sørvest til vest, samt sørøst, men at dette mønsteret forskyver seg ved sterk vind. For orkan er vestnordvest den langt hyppigste sektor, men det har forekommet orkan i hele sektoren sørøst til nord i tiden 1957 - 78. Storhogen antas å ha en tilsvarende frekvensfordeling som Fanaråken, men med en generell svakere vindstyrke. Særlig gjelder dette sektor sørvest og vest der oppbremsingen er større enn på Fanaråken. Videre er Storhogen neppe utsatt for sterke sørlige og nordlige vinder, mens toppen trolig er like utsatt for sterk sørøstlig vind som Fanaråken.

Som en oppsummering kan da sies at Storhogen er utsatt for sterk vind mellom sørvest og nordvest samt sørøst. Den dimensjonerende vindhastighet vurderes ut fra

- Toppens store høyde og fri beliggenhet på lokal skala.
- Regional oppbremsing av de hyppigste høydevindretninger sørvest og vest.
- Regional forsterkning av sørøstlig vind.
- Regional skjerming av sørlige og nordlige til nordøstlige vinder.
- Sammenligninger med vindstatistikk fra Fanaråken .

Dette tilsier en dimensjonerende middelvind (50 års returperiode) på noe i overkant av en middels utsatt tv-sender i Norge. Usikkerheten er stor, men sannsynligste område vurderes til  $40 - 45 \text{ ms}^{-1}$  med  $45 \text{ ms}^{-1}$  som et konservativt valg. Vindprofilen antas tilnærmet konstant langs hele mastens lengde ut fra filosofien om lokal forsterkning like over fjell-ets topp-punkt.

### 3.4 Turbulensforhold

Storhogen er utsatt for en viss bakgrunnsturbulens i sørøstlige vinder. Videre vil det ved nordvestlige til nordlige og sørøstlige vinder dannes en del turbulens over selve toppen som følge av bratt terreng oppstrøms. Betydninger av denne turbulensen avtar imidlertid raskt med høyden over toppen og har bare begrenset innflytelse i 100 m's høyde.

Turbulensintensiteten,  $I = \frac{\sigma_u}{\bar{u}}$  er forholdet mellom standardavviket,  $\sigma_u$ , dannet av variansen,  $\sigma_u^2$ , integrert over hele frekvensspekteret, og middelvindhastigheten,  $\bar{u}$ . Turbulensintensiteten vil således vanligvis falle raskt av med høyden både fordi  $\bar{u}$  øker og  $\sigma_u$  minker. Usikkerheten ved tallfesting av turbulensintensiteten,  $I$ , over norske fjelltopper er stor i det en har liten måle-erfaring med profiler av  $I$  over slike topper.

En er derfor tvunget til å foreta et konservativt valg. På Storhogen antas  $I = 15\%$  å være tilstrekkelig konservativt. Dette ligger betydelig over det som kan beregnes 100 m over grov sjø på fritt hav (11%).

#### 4. ISING

##### 4.1 Generelt

Storhogen ligger 1165 m o.h., men som det framgår av den topografiske omtalen i avsnitt 2.1 er stedet omgitt av høyereliggende terreng nesten på alle kanter. Mot vest (Sognefjorden) er imidlertid terrenget mer åpent og Storhogen er derfor utsatt for skyis (ising p.g.a. underkjølte vanndråper i skyluft) i denne sektor. I tillegg kan det dannes snøbelegg i forbindelse med våt snø og vind i hele sektoren sørvest til nordvest.

Temperaturen i forbindelse med snøbelegg vil være omkring  $1 - 2^{\circ}\text{C}$ . Under dannelsen av skyis er temperaturen oftest mellom  $-5$  og  $0^{\circ}\text{C}$ .

##### 4.2 Data grunnlag

Dessverre har vi lite data å bygge på vedrørende islaster på master og tårn. De lastene som har vært gitt, har derfor bygget på antagelser og skjønn, og praksis har endret seg noe etter hvert som man har fått mer erfaringsmateriale.

Siden 1980 har det vært en rapporteringsrutine om islaster på en del av Televerkets mest utsatte stasjoner. Isobservasjonene blir ført på et skjema og sendt til EFI. Siden ismengdene på et tårn er vanskelige å måle, valgte en i første omgang å konsentrere målingene av isdimensjonene til barduner, kraftledninger o.l.. Slike observasjoner er også lettere å sammenligne innbyrdes.

På Storhogen er ismengdene målt på 2" merkestaker, og den største diameteren som er målt er 90 cm. Plastkappen utenpå TV-antennen er stort sett dekket av et islag mot vest storparten av vinteren.

Tykkelsen har vært vanskelig å anslå, men det er sannsynlig at isen er tykkest på "sidene" og tynnest på midten.

Strukturen er trolig noe variabel, men det mest vanlige er kanskje en slags "blomkål" - struktur, med større og mindre hulrom.

Når isingen er så kraftig som her, vil trolig konstruksjonens form, dimensjoner, overflate o.l. ha stor betydning. Det nye tårnet på Storhogen blir svært likt tårnet på Geitfjellet (Grong). Geitfjellet er også svært isingsutsatt og denne stasjonen er også med i israpporteringen. Største isdiameter på bardunene har vært målt til 40 cm (05.12.1980)

Istykkelsen på plastdekslene har etter det vi har fått opplyst vært anslått mellom 10 og 20 cm (mot vest) i de mest ekstreme situasjonene. Tykkelsene skal representere et gjennomsnitt over hele den isbelagte halv sylindren.

#### 4.3 Islaster for Storhogen

Vi antar at istykkelsen vil variere med diameteren til de fire plastkappene. Diametrene er henholdsvis 4, 5, 9 og 14.6 m. Plastplatene er profilert i bølgeform og "amplituden" er ca 5 cm.

Siden datagrunnlaget er såpass svakt, bør en velge konservative verdier for lastene.

Vi vil anta at en istykkelse på 25 cm utenfor de to øverste plastkappene ( $d = 4$  og  $5$  m). For den 3. plastkappen ( $d = 9$  m) kan regnes 15 cm is og for den største ( $d = 14.6$ ) bør 10 cm være tilstrekkelig. Istykkelsene skal altså representere gjennomsnittstykkelser for den vestlige halv sylindren.

For den øverste antenedelen ( $d = 1.6$  m) kan det bli et islag på anslagsvis 1 m. Under ugunstigste forhold kan isens tetthet komme opp i  $600 - 700 \text{ kg/m}^3$ , men vil normalt sannsynligvis være mindre enn  $500 \text{ kg/m}^3$ .

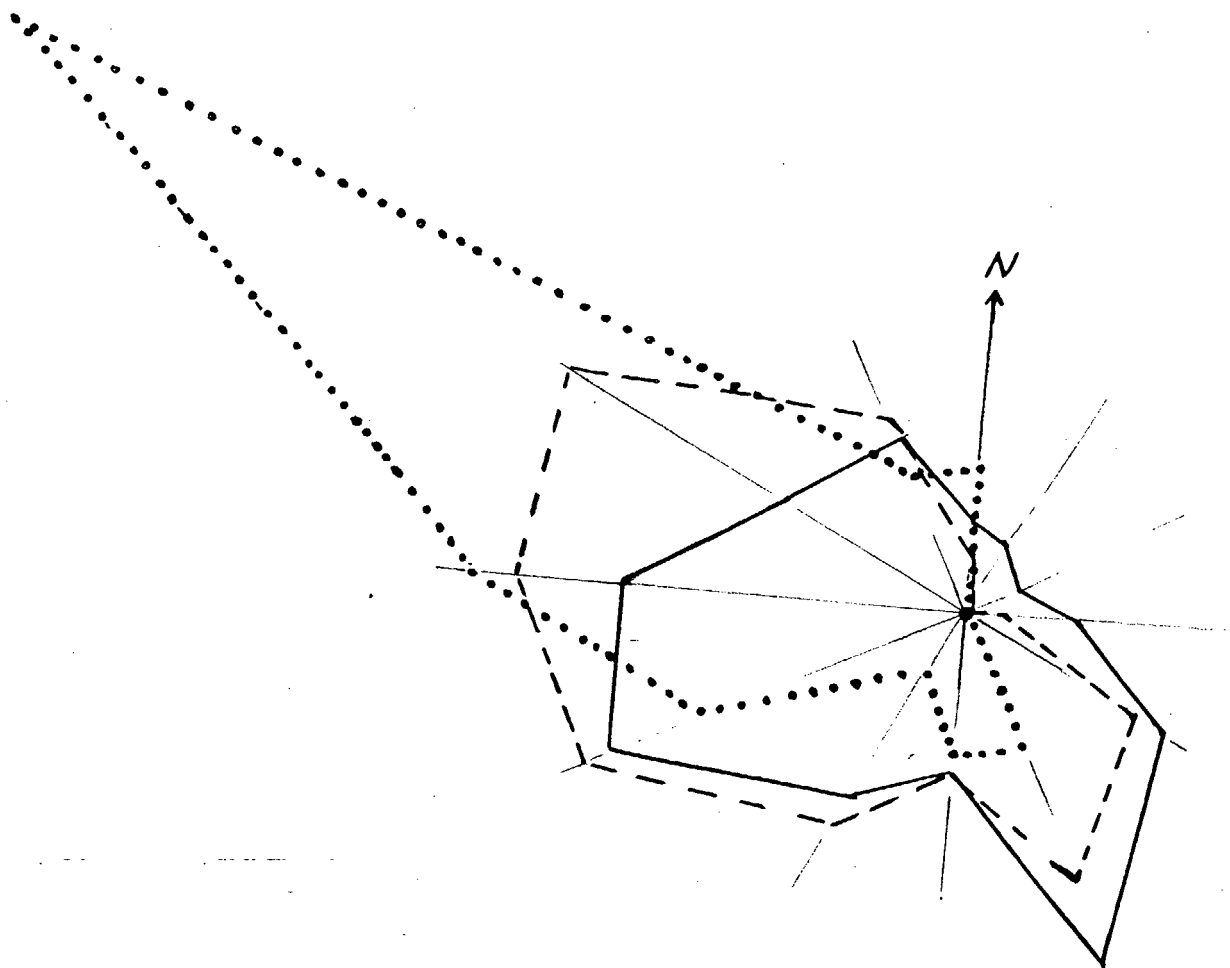
#### 4.4 Kombinert is og vind

Varigheten av islagene på Storhogen varierer fra år til år, men masten er isbelagt storparten av vinteren. Det er således sannsynlig at den maksimale vindstyrken inntreffer når det er is i masten. Kombinasjonen av ekstrem vindstyrke / ekstrem islast har likevel en lengre

returperiode enn de to hendelsene hver for seg da det ikke er full korrelasjon mellom de to begivenhetene. Det er derfor naturlig å beregne 75% av full islast ved dimensjonerende middelvind.

På grunn av at plåstkkappene har en viss elastisitet vil isen brette i stykker i sterk vind. Vi vil likevel velge å ikke legge for stor vekt på dette med nåværende erfaringsgrunnlag.





—	Alle vindstyrker	(31591 tilfelle 1957 - 78)
---	$B > 9$	(1208 " " , 3.8%)
...	$B = 12$	( 43 " " , 0.14%)

Figur 2

Relativ vindretningsfordeling på Fanaråken for alle vindstyrker, for sterk vind (liten storm eller mer) og for orkan.

# DNMI - KLIMAAVDDELINGENS FAGRAPPORTER

- 1/84 **NORDLIE P E:**  
KLIMAGRANSKINGAR I NVE'S PROSJEKTOGRADE  
FOR KRAFTUTBYGGING  
Statusrapportar 1983, administrativ del  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverka
- 2/84 **AUNE B:**  
ROEMMOEN BRUSTAK  
Eventuelle lokale klimaendringer  
08.06.1984  
Oppdragsgjevar: Statens vegvesen,  
Vegsjefen i Trøms
- 3/84 **FØRLAND E J:**  
PAREGVELIGE EKSTREME MEDDØRVERDIER  
03.07.1984  
Oppdragsgjevar: NVE-Hydrologisk avdeling
- 4/84 **FØRLAND E J og IDEM K A:**  
EKSTREM MEDDØR I LØPET AV 1 - 30 DØGN  
Observerte og beregnede verdier for  
49 stasjoner  
03.07.1984  
Oppdragsgjevar: Vassdragsregulantenens  
Forening
- 5/84 **NORDLIE P E:**  
E6 HOGREIMA - BOKSRUD  
Klimaavurdering av konsekvensane ved  
kryssing av Andselva  
05.07.1984  
Oppdragsgjevar: Statens vegvesen,  
Vegsjefen i Akershus
- 6/84 **NORDLIE P E:**  
KLIMAENDRINGAR PA ØRUNN AV IS I  
INDRE NORDFJORD  
05.07.1984  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverka
- 7/84 **FIKKE S M:**  
KRAFTLEDNING TIL ILULISSAT/JAKOBSHAVN  
Meteorologiske vurderinger  
25.10.1984  
Oppdragsgjevar: Grønlands Tekniske  
Organisasjon
- 8/84 **FIKKE S M:**  
KRAFTLEDNINGSSTRASSEER TIL  
ILULISSAT/JAKOBSHAVN  
Reiserapport etter studietur  
31.08.-10.09.1984  
25.10.1984  
Oppdragsgjevar: Grønlands Tekniske  
Organisasjon
- 9/84 **FIKKE S M:**  
22 KV KRAFTLEDNING TIL  
HÅNNEFJELL RL-STASJON  
Is- og vindlaster  
09.11.1984  
Oppdragsgjevar: Tron Horn A/S for  
Teledirektoratet TBE
- 10/84 **FIKKE S M:**  
22 KV KRAFTLEDNING TIL  
ISKURAS RL-STASJON  
Is- og vindlaster  
09.11.1984  
Oppdragsgjevar: Tron Horn A/S for  
Teledirektoratet TBE
- 11/84 **FIKKE S M:**  
300 KV KRAFTLEDNING DALE - FANA  
Revurdering av is- og vindlaster  
29.11.1984  
Oppdragsgjevar: Bergenshalvøens koos.  
Kraftselskap
- 12/84 **FIKKE S M:**  
64 KV KRAFTLEDNING TROLLBERGET - BEIARN  
Is- og vindlaster  
07.12.1984  
Oppdragsgjevar: Tron Horn A/S for  
NVE-Statskraftverkene
- 13/84 **FIKKE S M:**  
132 KV KRAFTLEDNING MADDOVIK - ARDALSTAMEN  
Is- og vindlaster  
21.12.1984  
Oppdragsgjevar: ASV Myset Steggje Kraft A/S
- 1/85 **NORDLIE P E:**  
KLIMAGRANSKINGAR I NVE'S PROSJEKTOGRADE  
FOR KRAFTUTBYGGING  
Statusrapportar 1984, administrativ del  
15.01.1985  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverka
- 2/85 **FIKKE S M, ANDRESEN L, HARSTVEIT K, SUNDE A:**  
SKÅNEVIKSFJORDEN. EXTREME WIND CONDITIONS  
25.01.1985  
Oppdragsgjevar: Neptun/Norwegian Contractors
- 3/85 **FIKKE S M, ANDRESEN L:**  
ALFJORDEN. EXTREME WIND CONDITIONS  
07.02.1985  
Oppdragsgjevar: Haugesund Mek. Verksted A/S
- 4/85 **FIKKE S M:**  
HÅNNEFJELL RADIOLINJESTASJON  
Is- og vindlaster  
11.02.1985  
Oppdragsgjevar: Siv.ing. Jørgen Madsen for  
Teledirektoratet
- 5/85 **FIKKE S M:**  
RL-MASTER PA LAMVIKSFJELL OG TVERRFJELLET  
Is- og vindlaster  
11.02.1985  
Oppdragsgjevar: Jarlsø Fabrikker A/S
- 6/85 **FIKKE S M, JOHANSEN K:**  
SKÅNEVIKSFJORDEN. WAVE CONDITIONS  
13.02.1985  
Oppdragsgjevar: Neptun/Norwegian Contractors
- 7/85 **FIKKE S M:**  
132 KV KRAFTLEDNING  
VARANGERBOTN - FINSKEBRENSSEN  
Is- og vindlaster  
15.02.1985  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverkene
- 8/85 **FIKKE S M, JOHANSEN K:**  
BANDSFJORDEN  
EXTREME WIND AND WAVE CONDITIONS  
15.02.1985  
Oppdragsgjevar: Norwegian Contractors
- 9/85 **ANDRESEN L:**  
VINDSKADE I NOSS  
Vurdering av vindforhold og  
hyppighet av sterke vindkast  
26.02.1985  
Oppdragsgjevar: UNI FORSIKRING
- 10/85 **HARSTVEIT K, FIKKE S M:**  
AKSLA RADIOLINJESTASJON  
Is- og vindlaster  
06.03.1985  
Oppdragsgjevar: Ing. Bonde & Co. for  
Teledirektoratet
- 11/85 **FIKKE S M:**  
22 KV AVGREINING TIL  
VIERNATH OG FOSSDALEN  
Is- og vindlaster  
27.03.1985  
Oppdragsgjevar: A/S Betongkast for  
Ardal og Sunndal Verk
- 12/85 **FIKKE S M:**  
EIREFJELL RADIOLINJESTASJON  
Is- og vindlaster  
09.04.1985  
Oppdragsgjevar: Teledirektoratet TBA
- 13/85 **FIKKE S M:**  
132 KV KRAFTLEDNING BEIARN - OLDEREID  
Is- og vindlaster  
09.04.1985  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverkene
- 14/85 **ANDRESEN L:**  
EKSTREM VIND PA RYGGE  
10.04.1985  
Oppdragsgjevar: DNMI
- 15/85 **ROGNERUD B:**  
CATALOGUE FOR SHIP AND BOUY DATA  
10.04.1985  
Oppdragsgjevar: DNMI
- 16/85 **ROGNERUD B:**  
SYSHIP A TAPE MANIPULATION PROGRAM  
10.04.1985  
Oppdragsgjevar: DNMI
- 17/85 **FIKKE S M:**  
A SURVEY OF EXTREME WINDS IN SOME  
FJORDS IN NORDLAND  
19.04.1985  
Oppdragsgjevar: A/S NOCS
- 18/85 **FIKKE S M:**  
300 KV KRAFTLEDNING JOSTEDAL - LEIRDOLA  
Is- og vindlaster  
26.04.1985  
Oppdragsgjevar: NVE-Statskraftverkene
- 19/85 **FIKKE S M:**  
KARASJOK RADIOLINJESTASJON  
Is- og vindlaster  
30.04.1985  
Oppdragsgjevar: Tron Horn A/S for  
Teledirektoratet TBA
- 20/85 **GOTAAS Y og NORDLIE P E:**  
KLIMARAPPORT FOR ALTAUTBYGGINGA  
13.05.1985  
Oppdragsgjevar: DNMI
- 21/85 **FIKKE S M:**  
400 KV KRAFTLEDNING KVILLDAL - FLESÅKER (1)  
Klimalaster for alternative  
utganger fra Kvilldal  
15.05.1985  
Oppdragsgjevar: NVE - Statskraftverkene
- 22/85 **NORDLIE P E:**  
LOKALKLIMA VED STRYNEVASSDRAGET  
Verknader på grunn av planlagd regulering  
22.05.1985  
Oppdragsgjevar: NVE - Statskraftverka
- 23/85 **FIKKE S M:**  
22 KV KRAFTLEDNING BUGØYFJORD - BUGØYNES  
Vind- og isingsforhold  
28.05.1985  
Oppdragsgjevar: A/S Linjebygg for  
Varanger Kraftlag A/L
- 24/85 **FIKKE S M:**  
300 KV KRAFTLEDNING ØVRE RENDAL - FABERG  
Vind- og isingsforhold på  
strekningen N162 - Faberg  
31.05.1985  
Oppdragsgjevar: A/S Betongkast for  
Kraftlaget Opplandskraft
- 25/85 **HARSTVEIT, K og FIKKE, S M:**  
SØNDAL FN/TV KRINGSKASTER - STORHOGEN  
Is- og vindlaster  
06.06.1985  
Oppdragsgjevar: Teledirektoratet TRX