

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

GRONG FM/TV KRINGKASTER  
KLIMALASTER

av Knut Harstveit

RAPPORT NR. 35/90



# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

35/90 KLIMA

DATO

02.11.1990

TITTEL

GRONG FM/TV KRINGKASTER  
KLIMALASTER

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

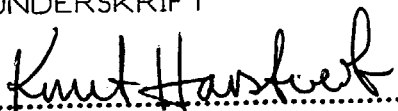
TELEDIREKTORATET TRK

OPPDRAGSNR.

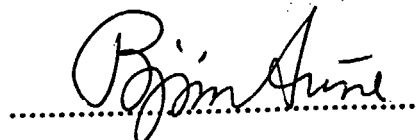
SAMMENDRAG

Ekstremverdier av vind og islaster for Grong FM/TV kringkaster, Geitfjell er revurdert. Islasten på bardunene er noe økt i forhold til det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget. Dette skyldes observasjoner og erfaring ved ising i masten. De nye verdiene avviker ellers lite fra det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget, men er nå gitt mer detaljert og formalisert.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit  
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune  
FAGSJEF

## S A M M E N D R A G

### Vindlaster.

Ekstremverdien av 10 minutters middelvind med 50 års returperiode settes til 49 m/s langs hele masten. Mest utsatt retning er sørvest til nordvest, samt sørøst.

Ekstremverdien av 3-5 sekunders vindkast settes til 60 m/s langs hele masten.

Turbulensintensiteten settes til 0.09 langs hele masten.

1 års vindlast settes til 75 % av 50 års vindlast.

### Islaster.

#### Barduner.

Ekstremverdien med 50 års returperiode settes til en konsentrisk iskappe med diameter på 50 cm. Årlig isdiameter settes til 30 cm.

#### Faste konstruksjonsdeler.

Ekstremverdien med 50 års returperiode av isutbygging på en evt. toppantenne med 1.6 m diameter settes til 100 cm mot vest (270 grader). Den minker elliptisk til 20 cm ved 360 og 180 grader. Forøvrig antas 20 cm isutbygging. Masten forøvrig får isutbygging (målt i cm utbygging mot vest) omvendt proposjonal med diameteren, men med 20 cm som minimumsmål.

1 års islast settes til 40 cm med 10 cm som minimumsmål og samme diameter - forhold som i 50 - årstilfellet.

Alle ujevnheter fylles med is ved 50 - årstilfellet slik at masten forandrer seg til en tykkere mast der ujevnhetene er store, f.eks. nær antenneparker. Veksten er mest markert mot sørvest til vest. Skarpe kanter, hjørner etc. avrundes. Ved 1-års tilfellet er fyllingen mindre markert og følger en "mindre skala".

Isens spesifikke vekt settes til 700 kg/m<sup>3</sup>.

### Kombinasjon is og vind.

På faste konstruksjonsdeler følges vanlige normer med kombinasjon årlig is - 50 års vind og årlig vind - 50 års is.

På bardunene bør disse kombinasjonene også kjøres. Men en må gjøre oppmerksom på at isfall fra bardunene kan føre til at de høyeste kombinasjonslastene ikke vil forekomme. På den annen side kan isfall fra enkeltbarduner gi skjevfordelte laster.

Det anbefales at det settes i gang et måleprosjekt for å registrere isbelastning og utseende på bardunene. Dette er særlig viktig dersom testkjøringene viser svært høye kombinasjonslaste.

GRONG FM/TV KRINGKASTER, GEITFJELL.

## 1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er et ønske om oppdatering av datagrunnlaget for Grong-mastene. Det er i løpet av de senere år kommet til en del antenneutrustning og det eksisterer også en del planer om videre utbygging. Masten er dessuten særlig utsatt for ising på barduner. En skal derfor med bakgrunn i den erfaring som man har fått i løpet av mastens eksistens vurdere om de opprinnelige islaster bør endres.

## 2. STED OG TOPOGRAFI

Senderen ligger i Grong kommune i Nord-Trøndelag, ca. 7 km sørvest for tettstedet Grong i ytre Namdalen, se figur 1.

Området ligger på vestsiden av den Skandinaviske fjellrekke, og nord for de store fjellmassivene i Sør-Norge. Mot nordøst og sør til sørsørvest finner vi lengdeaksen på fjellrekken.

Fjellrekken er smal mot øst og sørøst og større pass skifter med mindre fjellpartier. Vi sier at fjellrekken har svakhets-soner som letter passasjen for østlige til sørøstlige, samt vestlige til nordvestlige luftstrømmer.

Den frieste passasje er mot vest til nordvest. Her er terreng-høyden stort sett under 300 m. Det er 70 km ut til kysten i denne sektor.

Senderen ligger på Geitfjell, 868 moh., se figur 2. Masten er 110 m høy, med planlagt toppantenne er høyden ca. 130m. Mastetoppen ligger således ca. 1000 moh..

Geitfjellet ligger på et høydedrag, i forlengelsen av Fosnhalvøya. Høydedraget varierer mellom 300 og 800 moh., Geitfjellet er det høyeste punktet. Men mot nordøst, øst, sørøst og sør er det likevel høyere fjell på noe avstand.

Selve Geitfjellet har en bratt skråning ned mot nordvest, nord og nordøst. Mot øst og sørøst er det et slags platå på ca. 3 - 5 km før terrenget faller bratt. Mot sør er dette platået 10 km langt. Mot sørvest er det en lengre rygg og terrenget faller ikke lavere enn ca. 400 m's høyde før på 20 - 30 km avstand. Mot vest faller terrenget jevnt, og etter 6 km's avstand finner vi 300 m's nivået.

Områdene i denne delen av Nord-Trøndelag er stort sett skogfrie over 400 m's nivået. Under 400 m's nivået er det i hovedregelen skog.

### 3. VINDLASTER.

#### 3.1. 10 min. middelvind.

Vind fra øst til sørøst og sørvest til nordvest vil lett bli sterk på stasjonen. Vind fra nord til nordøst og sør vil være bremset av fjellmassivene og blir ikke diskutert.

Data for på fyrstasjonene langs kyststrekningen utenfor viser at det hyppig forekommer sterk sørøstvind i dette området. Men dataene viser at den aller sterkeste vinden kommer fra sørvest til vest.

Vi diskuterer derfor bare sørvestlig til nordvestlig vind og antar samme ekstremvind også i østlig til sørøstlig sektor.

#### Sørvestlig til nordvestlig vind.

Ekstremverdien av 10 min. middelvind i denne sektor 1000m over fritt hav kan settes til 59 m/s etter forholdene på Vega (1). Men den sektor som vil være aller sterkest på Geitfjell er vind omkring vest, i sektor 260 - 300°. Dette er en betydelig smalere sektor enn for Vega. Det vil være naturlig å benytte sammenhengen Vega:tårn - Sklinna når vestsektor opptrer alene, dvs. sektor V og ikke SV - NV. Dette gir 35 m/s som ekstremverdi med 50 års returperiode og overføring 1.5 + 2 m/s (se (1)). Derved oppnås 55 m/s som 50 -årsverdi i vestlig sektor, når denne opptrer alene.

Denne verdi vil gjenfinnes som gradientvind over friksjonslaget inn mot Geitfjell. Men friksjonslaget tykner til innover skogsområdene i Nord - Trøndelag. Mastetoppunktet, 130 m over Geitfjell, dvs. 1000 moh. vil ligge noe nede i friksjonslaget. Vi gjør et resonnement på dette. Vi har formelen (se (1)):

$$u(z) = 0.285 VG(VG/fz_0)^{-0.065} \ln(z/z_0) \text{ (m/s)} \quad (\text{lign.1})$$

hvor VG er gradientvinden (vind over friksjonslaget), f er coriolisparameteren ( $0.00013s^{-1}$  ved breddegrad  $64^\circ nb$ ), z høyden over bakken og  $z_0$  ruheten.

Vi lager følgende tabell for måle høyde, høyde over bakken og vindhastighet i denne høyden ved 50 - års gradientvind:

|    | $z_0 = 0.1m$ |      |      |      | $z_0 = 0.3m$ |      |      |      | $z_0 = 0.5m$ |      |      |      |
|----|--------------|------|------|------|--------------|------|------|------|--------------|------|------|------|
| z: | 400m         | 500m | 600m | 700m | 400m         | 500m | 600m | 700m | 400m         | 500m | 600m | 700m |
| u: | 48           | 50   | 51   | 51   | 45           | 46   | 47   | 48   | 43           | 45   | 46   | 47   |

Toppen av Geitfjellet rager opp i 870 m's høyde, men middelhøyden mot vest faller raskt til 300 - 400 m. Dersom vi regner middelhøyde 300 moh. og terrengruheten settes til 0.3 m blir  $u(1000 \text{ moh}) = u(700\text{m}) = 48 \text{ m/s}$ . Dette vil da være 50-års verdien av 10 min. middelvind i nivå med TV- mastens øverste del, 6 km vest for denne. Dette er en fornuftig verdi, det er lite sannsynlig at zo er særlig lavere for dette skogsområdet, følgelig er det lite sannsynlig at 50 - årsverdien er høyere. Ruheten kan være noe høyere enn 0.3 m, men for 0.5 m er vind - verdien fortsatt oppe i 47 m/s.

Fra dette punktet fram til masten er det 6 km. Det synes være rimelig å anta at virkningen av selve Geitfjellet ikke influerer på vindfeltet 130 m over toppen. Middelvinden på 48 m/s vil derfor gjenfinnes ved mastetoppen. Dette viser at det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget på 49 m/s passer meget godt og beholdes.

### 3.2. Vindkast og turbulens.

Nå er 49 m/s 40 % høyere enn verdien av vestlig vind 10 m over sjøflaten. Dersom vi antar at turbulensintensiteten faller etter samme forhold som middelvinden øker og  $I=0.13$  for 35 m/s 10 m over fritt hav utenfor, får vi 9 % i topp av mast. Vindkastene kan da beregnes fra formelen (se f.eks. (2))

$$I_u = (gf(3\text{sek})-1)/2.6 \quad \text{lign. 2.}$$

hvor  $gf(3\text{sek})$  er 3 sek. kastfaktor. Vi får for  $I = 0.09$ ,  $gf(3\text{sek}) = 1.23$  og følgelig  $U(3\text{sek}) = 60 \text{ m/s}$ . Dette er også helt i tråd med den opprinnelige dimensjonering.

### 3.3. Vindprofiler.

I lavere nivåer aksellereres en del luft over og rundt toppen. Samtidig er den utsatt for bakkeruhet, men denne er lav over skoggrensen. Om vinteren har vi snødekke og ruheter på 0.001 - 0.1 m. Fjellets form er pent avrundet. Disse forhold tilsier at aksellerasjonen motvirker ruheten og et konstant vindprofil settes opp. Det bør derfor benyttes samme vindhastigheter over hele masten.

#### 4. ISLASTER.

Denne masten er meget utsatt for ising. Dette skyldes at sørvestlig til vestlig vind kommer inn mot masten uten skjerming som kan redusere spesifikk vannmengde i skyen. Masten ligger dessuten så høyt over havet at lufttemperaturen er under 0°C gjennom store deler av vinteren. Sammen med det høye vanninnholdet i luften som kommer inn fra havet fører dette til at skyis lett dannes på masten. I tillegg kommer nedbøris i form av våt snø som fryser i masta.

Det er gjort en del observasjoner av isdannelser på mastens barduner. Disse observasjonene er systematisert av Finstad og Fikke (3), se appendiks. Til tross for at dette antagelig er den av TV-mastene som er best oppfulgt vedr. systematiske observasjoner, mangler det likefullt mye på at observasjonene kan brukes direkte som en database for estimering av islaster. Dette skyldes særlig de lange pausene mellom hver visitt og den irregulære visittfrekvens. Problemet ved en slik observasjon vil også være: Hva skal observeres? Hvorledes skal det observeres?

Prosjektet egnet seg best til å studere frekvenser av ulike geometriske isformer på en streng.

Det ble observert max. 40 cm i tida 1980 - 1986. Dette ble observert fem ganger. Materialet kan utnyttes med tanke på islaster på barduner.

##### 4.1 Islaster på barduner.

En kan regne med at slike forhold topper seg enkelte år, mens andre år vil være mer isfattige. Det er trolig at verdien på 40 cm ligger nærmere en 2-års verdi enn en 1-års verdi.

På denne masten vil det neppe være så stor forskjell på 50 og 1 års islast som det er på enkelte andre master. Dette fordi den vær-situasjon som gir ising på Grong vil opptre meget oftere enn f.eks. på Nordhø. Det blir da mer variasjonen innenfor den aktuelle situasjon (eller serie situasjoner) en må se på, og disse variasjonene er mindre.

Vi setter derfor 1-års is på bardunene til en konsentrisk iskappe med diameter på 30 cm, og 50 - års is til 50 cm. Dersom den vanlig benyttede tetthet for is i kystnære områder 1000 moh., 700 kg/m<sup>3</sup> benyttes, svarer dette til islaster på 50 kg/m og 140 kg/m. Disse tall bør benyttes når det er lite eller moderat vind i masten samtidig.

Fall av is, sammentrykninger etc. på bardunene vil bidra til å redusere disse tall i situasjoner med sterk vind. Trolig vil dette særlig gjelde ved de største isingssituasjonene fordi vinden da får godt tak i bardunene. Figur 3 viser at isfall fra barduner finner sted.

Dette medfører at den vanlige teknikk med å kombinere 1-års vindlast og 50-års islast kan gi uforholdsmessig høye kombinasjonslaster. Her føler vi et behov for registreringer/-systematiske observasjoner. Disse må ha en langt høyere registreringsfrekvens enn det som er mulig ved de rutinemessige besøk på stasjonen. Helst bør en registrere isvekten automatisk og supplere med fotografier/videoopptak.

På grunn av ovennevnte mulighet for isfall vil bardunvektene kunne opptre på alle barduner samtidig, eller på en eller flere enkeltbarduner. Dette kan da gi skjev vektbelastning på masten.

#### 4.2. Isavsetning på faste konstruksjonsdeler.

Isavsetning på faste konstruksjonsdeler vil i regelen bygge opp mot vinden. Den mest utsatte sektor for slik isoppbygning er sektor vest (sørvest - nordvest).

Det vil også kunne bli noe is fra sørøst, men slik is vil ha vesentlig mindre dimensjoner.

##### 4.2.1 Plastbelagt mast eller mast med jevnt sirkulært profil.

###### Toppantenne.

På en toppantenne med dimensjon 1.6 m anbefales 40 (1 år) og 100 cm (50 år) utbygging mot vest, slik at vi får elliptisk fall mot 10 cm (20 cm) ved 360 og 180 grader. I sektor 360 - 090 - 180 grader settes da 10 cm (20 cm). Spesifikk vekt er 700 kg/m<sup>2</sup>.

###### Plastbelagt fagverksmast.

Fagverksdelen av mast inklusive antenner er plastbelagt og har et jevnt, sirkulært profil. Isutbygging på denne mastedelen vil være en funksjon av diameteren. Litt frekt kan vi da sette at isvekten pr. m mastelengde er konstant for istungen mot vest. Dette gir at isutbyggingen,  $a$ , ganger mastediameteren er tilnærmet konstant. Dvs, når 1.6 m gir 1m, vil 5 m diameter gi 30 cm isutbygging, 10 m diameter gir 15 cm utbygging. Fordi nedbøris også må tas i betraktning lar vi imidlertid 20 cm være nedre grense ved 50 års last, og 10 cm ved 1 års last. Ved sektor øst beholder vi 20 og 10 cm for alle diametre.

###### Betongdel av masten.

Denne del er bebygget med antenner som øker isavsetningen. Utgangspunktet her blir da tallene fra diameterberegningen over, samt utjevningstillegg nær alle antenner og andre skarpe konturer. En må være klar over at alle utvendige utposninger øker isavsetningen, se figur 3 som illustrasjon.



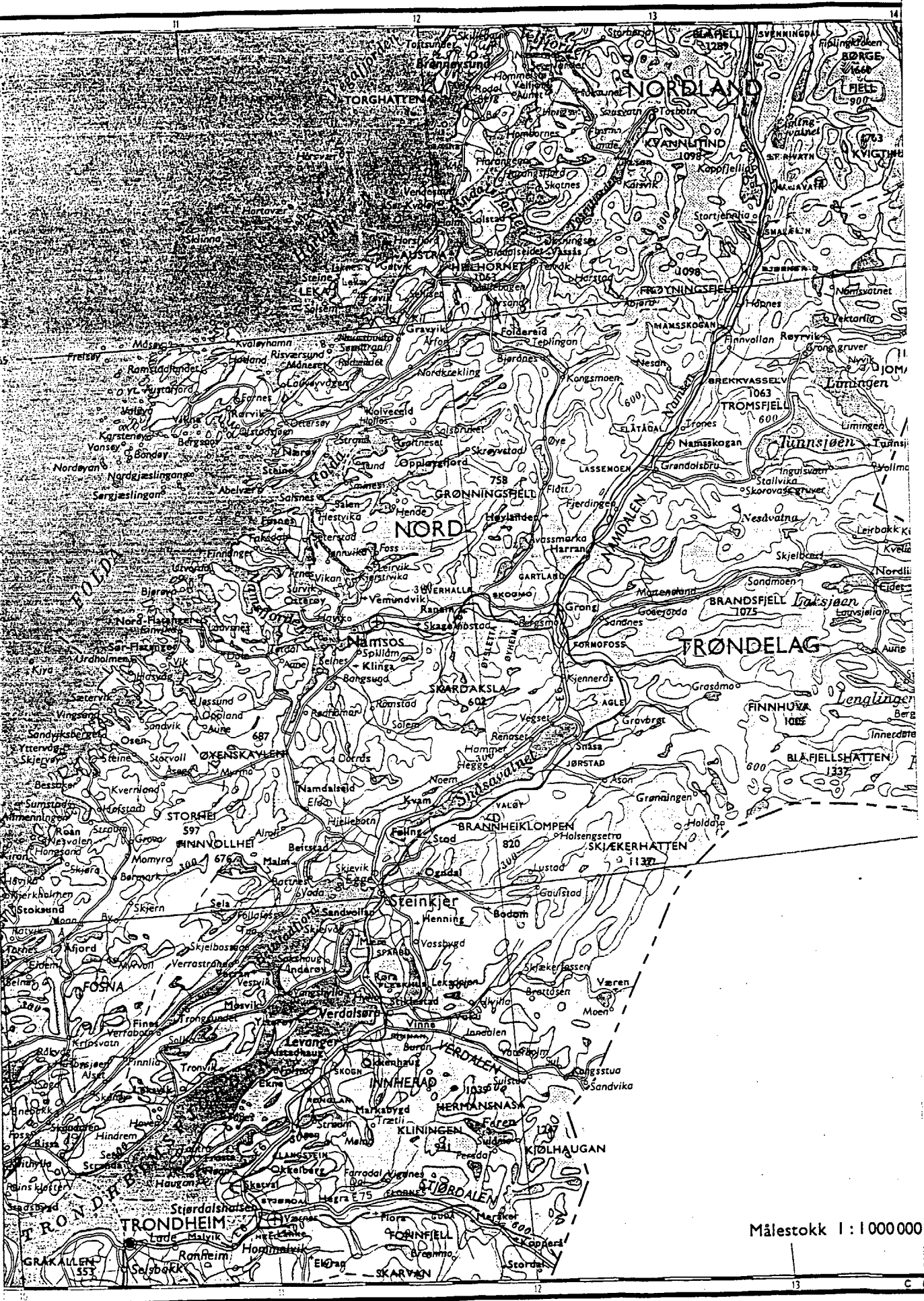
#### 4.2.2 Øvrige deler av anlegget.

Alle små konstruksjonsdeler, hjørner, kanter og uregelmessigheter er særlig utsatt fordi dråpestrømmen tett forbi slike bygningsdeler er stor. Mange dråper kommer da i kontakt med underlaget og avsettes. Etter hvert som ujevnhetene utjevnes blir det konstruksjonens samlede isfylte dimensjon som styrer videre vekst.

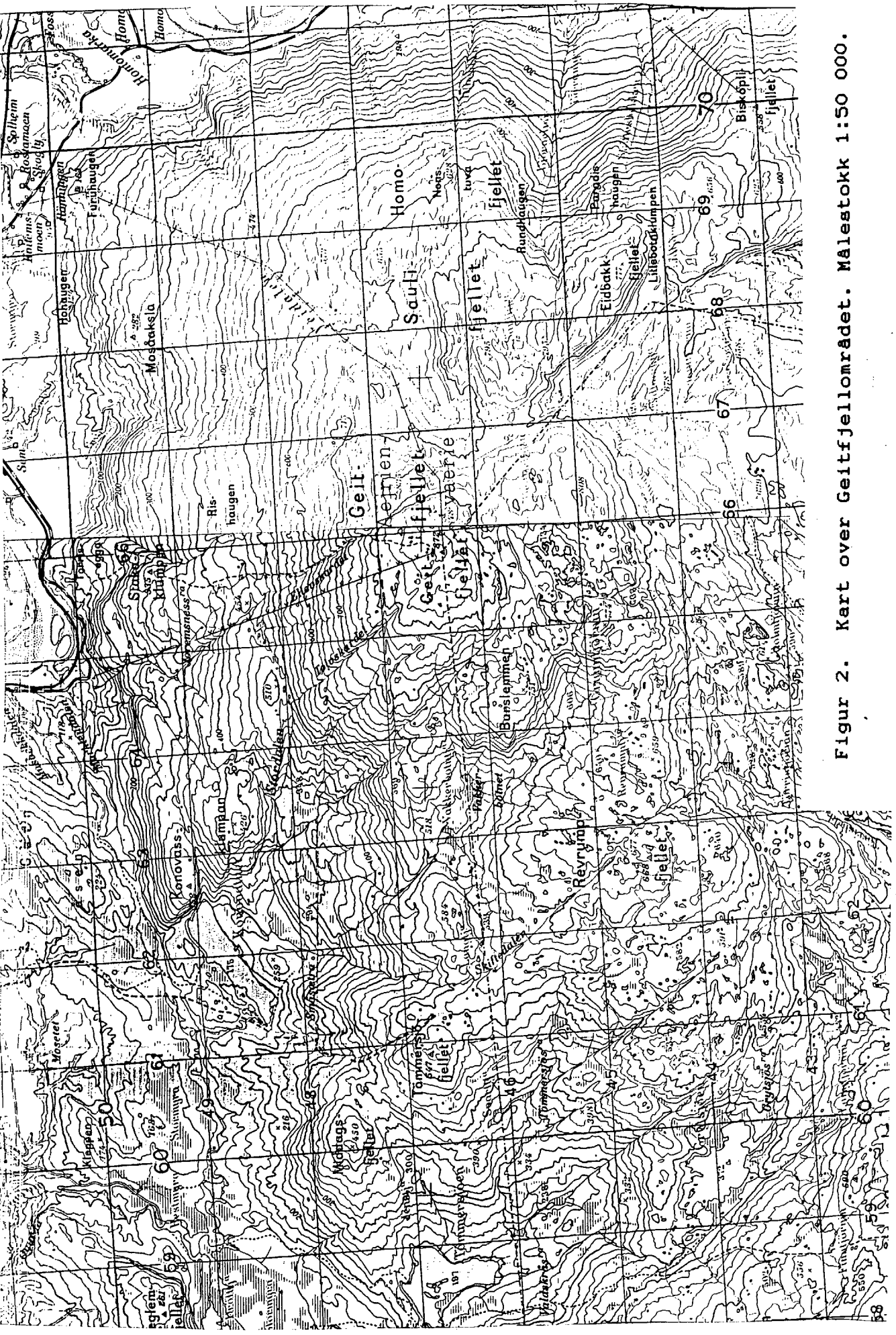
En må således regne med at nær utstående antenner, nær hjørner og overgang vegg til tak på bygninger, vil det danne seg iskapper som kan nå betydelige tykkelser. Det er vanskelig å tallfeste dette da isingen er kritisk avhengig av geometri og dimensjon. Som hovedregel kan en si at isingen søker å utjevne det ujevne profilet og avrunde kanter, innebygge antenner osv. slik figur 3 illustrerer.

## 5. REFERENSELISTE.

- (1) Harstveit, K.: Vega antennemast. Is og vindlaster.  
DNMI - rapport KLIMA 57/85
- (2) Harstveit, K.: Bagn FM/TV kringkaster. Klimalaster.  
DNMI - rapport KLIMA 24/90
- (3) Ervik, M.; Fikke, S.M.; Finstad, K.J.:  
On-site observations of transmission line  
and telecommunication tower icing as part  
of data acquisition programs required by  
new standards.  
Fourth International Conference on  
Atmospheric Icing of Structures.  
Paris, 1988.



Figur 1. Kart over Grong og Nord-Trøndelag.



Figur 2. Kart over Geitfjellområdet. Målestokk 1:50 000.



Figur 3. Grong FM/TV - sender i en situasjon med is på anlegget.

A P P E N D I K S



**Paris 5-7 sept. 1988**



**Quatrième Congrès  
International sur le  
Givrage Atmosphérique  
des Structures**

**Fourth International  
Conference  
on Atmospheric Icing  
of Structures**



## Communication A3.1

Observations naturelles du givrage d'une ligne aérienne et d'un mât de télécommunications : éléments du programme d'acquisition de données requis par les nouvelles réglementations.

Site observations of transmission line and telecommunication tower icing as part of data acquisition programs required by new standards.

KE Svein M.  
TKRAFT  
delthungate 29 - POB 5091 MAJ  
0301 OSLO 3  
RVEGE

ERVIK Magnar  
RESEARCH INSTITUTE OF  
Sem Saelands 11  
N-7034 TRONDHEIM  
NORVEGE

FINSTAD Karen J.  
NORWEGIAN  
HYDROTECHNICAL LAB.  
N-7034 TRONDHEIM  
NORVEGE

STRACT

Years of ice observations on a telecommunication tower and an ice reporting routine for a power company are described. New international design regulations based on probabilistic methods preassumes statistical distributions of ice load data.

The need for adequate data is stressed, as well as the need for cooperation between all interested parties and standardization of data acquisition programs.

INTRODUCTION

Through the years numerous measurements of ice loads on transmission lines, telecommunication towers and test spans are performed in order to collect necessary data for design purposes and failure analyses. It has for long time been realized that it is impossible to collect all data needed everywhere and for long enough time periods. Therefore there is a need for adequate icing models. Nevertheless, direct icing observations/measurements are still strongly required to check the results arrived at by such models and to adjust the models accordingly.

Different kinds of test spans and racks are frequently used as these are convenient to operate, may (more or less) easily be automatized and give a high freedom of site selection. On the other hand they introduce also uncertainties in the information regarding the representativity of the objects they intend to simulate, e.g. with respect to the physical properties of the object, such as surface characteristics, flexural rigidity and geometry, height above ground, heat transfer and besides the observation periods may be limited.

Transmission lines and towers can be regarded as permanent "test spans" and any test span result or model calculation should be controlled against the behaviour of full scale objects under ordinary operation. Especially, there is a great need for better data regarding the nonuniform loadings due to abrupt changes in topographic shielding effects and stochastic ice shedding, often these conditions govern the design of the construction.

The observations of these objects are in practice more difficult to perform, mostly because they are manual and therefore it is dangerous or nearly impossible to get good values of ice loadings and diameters on energized conductors or antenna elements.

However, the need for good "real life" data becomes even stronger as the standards and regulations for the design includes more sophisticated methods for reliability and strength calculations.

This paper describes the recent Norwegian attempts towards these ends and also the plans for the near future, the latter with respect to transmission lines (both field crew observations and test spans).

Also, the needs for input data emerging from the IEC recommendations as well as for standardization of measurements and data processing are briefly discussed.

The Norwegian work with modelling and field observations with test spans and ice racks are presented for both earlier Icing Workshops (1,2,3,4) as well as the present one (5,6).

TELECOMMUNICATION TOWERS

In 1980 a cooperation was established between The Norwegian Research Institute for Electricity Supply and the Telecommunication Authorities on the observation of ice on a number of exposed main telecommunication towers in Norway. These transmitters are regularly visited according to specified inspection routines. On the average, these stations are visited every 3 - 4 weeks or more often when necessary. This is often enough to get an overall survey of the site and for statistical purposes, but too seldom for case studies of icing.

The station "Grong" on the mountain "Geitfjellet", 870 masl. approx. 65 km inland near the city of Namsos in Trøndelag County, has been reporting every year since 1980 and will be presented in the following. The observer reports new icing since the previous visit and has logged the ice diameters as well as the ice types and layer structures.

Table 1 shows the number of cases with different ice diameters for the 8 winter seasons since 1980, altogether 37 reported cases. These cases are supposed to be independent and the data shows at least that for the biggest diameters there are smaller ice covers in intermediate cases. However, this tower is very exposed to icing and has sub-freezing temperatures during most of the winter so that it is likely that the construction is already covered with some old ice when a new iceng event starts.

TABLE 1. NUMBER OF CASES (N) WITH MAXIMUM ICE DIAMETER (D) ON A GUY WIRE ON GEITFJELLET, GRONG, FOR THE YEARS 1980 - 88.

| D (cm) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | Total |
|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| N      | 4 | 5  | 5  | 8  | 2  | 7  | 1  | 5  | 37    |

The ice types are classified as soft rime, hard rime, glaze ice and snow. The frequency of each type is given in Table 2.

TABLE 2. FREQUENCY OF ICE TYPES ON GEITFJELLET FOR THE YEARS 1980 - 88.

| Ice type  | Number of cases |
|-----------|-----------------|
| Soft rime | 8               |
| Hard rime | 24              |
| Glaze ice | 2               |
| Snow      | 7               |

It is seen that hard rime is by far the most frequent type of icing on this site, as is the case also for other exposed high level mountain sites in the country. The reports include the direction the ice deposit as well. In most cases the ice comes in connection with moist southwesterly or westerly winds. Only a few cases occur in northwesterly or even southeasterly winds. The latter direction is connected to low pressure systems having a meridional path northwards from southern Norway.

Nearly all observations from Geitfjellet are made on a guy wire. It was difficult to obtain quantitative data from the tower themselves and the antennae. Such data can probably only be obtained by means of photographic techniques using e.g. a camera with a built in tripod and in a fixed position. If such data are desirable, the designers must specify critical parts and elements on the structure to be studied and a special program can be set up for a selection of towers.

## TRANSMISSION LINES

For the winter season 1987/88 a questionnaire to obtain icing information was distributed among the maintenance departments in Statkraft. The questions covered the following topics:

1. Time and site identification.
2. Weather observations (if any).
3. Geometry of the ice layer.
4. Prevailing direction of the ice layer.
5. Consistency of the ice (soft, medium and hard).
6. Surface properties of the ice.
7. Thicknesses and/or diameters.
8. Comparisons between conductors and earth wires.
9. Variations along the ice covered part of the line.
10. Comparisons between the conductors in a bundle.
11. Twisting of the bundle.
12. Colour of the ice (pollution).

Totally for the first season 13 answers were received from the south - eastern part of the country, i.e. the only part where significant icing occurred this winter. It was realized that these questions were very detailed and that the maintenance crew could find it too laborious. Therefore it was encouraging to note the interest and willingness of these people to supply better information of a phenomenon they are fighting during wintertime. However, such a routine reporting procedure must be discussed and developed together with those persons who are actually doing the job, and they must be supplied with necessary tools in order to get data of sufficient accuracy. For these reasons the conclusions from this season are somewhat limited, but still very useful and by far better than no systematic information of this kind.

The 13 cases are listed in Table 3 where the date, height above sea level and ice diameters on conductors and earth wires can be found.

TABLE 3. ICING EVENTS ON STATKRAFT'S 300 AND 400 kV TRANSMISSION LINES IN SOUTHEASTERN NORWAY 1987/88.

| LINE                | DATE        | ICE DIAMETERS |          |
|---------------------|-------------|---------------|----------|
|                     |             | Cond. D/d     | E.w. D/d |
| SONGA - VEMORK      | 30.Sept.    | 20/8          | 10/8     |
| MÅR - KNARDALSTRAND | 4.-22.Jan.  | 10/-          | 20       |
| TOKKE - FØRRE       | 8.Jan.      | -             | 20       |
| HOLEN - RØD         | 12.Jan.*)   | 5/2           | 10       |
| TOKKE - RØD         | January     | -             | 20       |
| TOKKE - FLESAKER    | January     | -             | 20       |
| FÅBERG - VANG       | 18.-19.Jan. | 15/15         | 10       |
| RINGERIKE - SMESTAD | 26.Jan.*)   | 8/-           | -        |
| TOKKE - FØRRE       | 1.Feb.*)    | -             | 15       |
| MÅR - KNARDALSTRAND | 8.-22.Feb.  | -             | 10/5     |
| HOLEN - RØD         | 12.Feb.     | -             | 10       |
| RØYKÅS - FÅBERG     | 12.Feb.     | 20/15         | 15/10    |
| Ø. VINSTRA - FÅBERG | 18.Feb.     | 15/10         | 10       |

\*) Dates of observation

The first case (Songa - Vemork) is different from the others. The site in question is very exposed in the 1 300 - 1 400 m. level and the line is often covered with ice. Although there may be some wet snow cases, in-cloud icing is the most frequent icing type.

The other 12 cases are connected with long periods with rather heavy precipitation and temperatures near 0°C in southeastern Norway last January and February, the weather records show precipitation amounts of 200 - 370 % of the Normals for these months. Mostly it is open hilly terrain in the 500 to 700 m levels that has been struck by icing. It is believed that most icing results from wet snow although the cloud base was below these heights a big part of the time and therefore in - cloud icing may also have occurred.

The most interesting result of this first season is however the interest and motivation among the field crews. This routine will therefore continue and icing situations above the "normal" ones including serious failures and damages will be stressed. Earlier it has been difficult to get the proper informations about ice layers and distributions in connection with a fatal accident due to icing. The field crew, being the first ones and may be the only ones to see the ice on the site, did not know what to look for and how important exact diameter measurements are. Hopefully this is about to change due to the new observation routines.



## NEW STANDARDS AND NEED FOR DATA

The International Electrotechnical Commission (IEC) has for many years worked on new recommendations for overhead lines (7) based on probabilistic methods, e.g. the statistical distributions of both climatic loads and strength of the construction. These recommendations will most probably be followed by many member countries, including Norway, in their respective developments of new standards and regulations.

The reliability of the line is decided by the combined effects of those distributions, this means stronger specifications for the input data than required by older standards which gave input data summarily. Ideally, the extreme value distributions of wind, ice and combined wind and ice loadings should be settled for each span of the line. Such data may be obtained by either measurements, model calculations based on meteorological records or a combination of these methods.

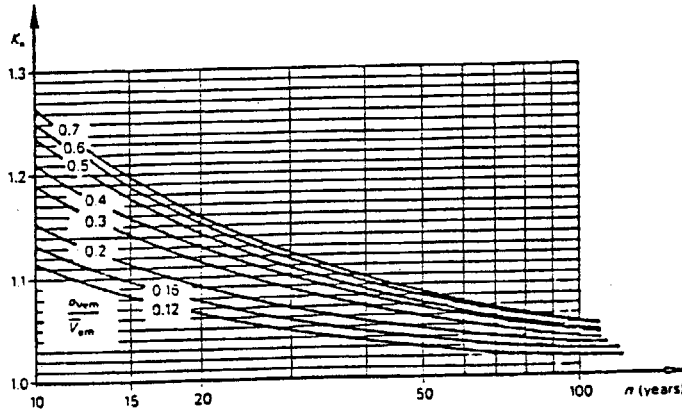


Figure 1. Multiplying factors for ice loadings as a function of length of observation period (n) and relative standard deviation. After (7).

A consequence of the statistical theory is the decrease of the extreme load with increasing length of the observation period, considering constant average value and coefficient of variation of the basic data. Figure 1 shows the multiplying factor of the ice load with respect to the length of the time series. Note that this figure stops with 10 years of data in the lower end of the scale. It therefore has significant economic consequences not to take the necessary steps in due time to provide these data.

When theoretical icing models will be used it is necessary to establish the distributions of liquid water content and droplet diameters, and most probably with measurements of the ice loadings themselves will also be necessary, at least as checkpoints for the model results. Realizing the nature of icing, such data acquisition may take several years as the desirable icing events do not necessarily occur every winter.

Normally, those bodies responsible for standards do not include the input data in their responsibility as they regard these to be taken care of by other authorities. In the case of climatic loads, the National meteorological institutions are responsible for information about temperature, precipitation, wind, etc. In the case of atmospheric icing the situation is different, the only icing information available from these is from aircrafts and is not adequate for icing problems on the surface of the earth where topographical and other effects are significantly affecting the icing conditions.

From the above reasons it is necessary that the utilities interested in atmospheric icing take upon themselves the responsibility of collecting the data to cover their own needs as specified in the respective regulations. This implies making their own observations and measurements as to icing occurrences as well as cooperating with meteorological bodies to make data sources more suitable for theoretical icing models. During the last meeting in the IEC Technical Committee No. 11 Norway proposed this task to be discussed within IEC. Hopefully, this will result in a Working Group on the subject, including the standardization of the necessary measurements.

## REFERENCES

1. ERVIK, M. and S.M. FIKKE: Attempts towards estimating ice loadings based on general climatological data. First Workshop on Atmospheric Icing on Structures, Hanover, N.H., 1982.
2. FIKKE, S.M., K. SCHJETNE and B.D. EVENSEN: Ice load measurements and design practice. First Workshop on Atmospheric Icing on Structures, Hanover, N.H., 1982.
3. ERVIK, M. and S.M. FIKKE: An icing model applied on a planned transmission line. Second Workshop on Atmospheric Icing on Structures, Tondheim, Norway, 1984.
4. FIKKE, S.M. and B.D. EVENSEN: Current ice load measurements in Norway. Third Workshop on Atmospheric Icing on Structures, Vancouver, B.C., 1986.
5. FIKKE, S.M., M. ERVIK, K. FINSTAD and T. CARSTENS: Meteorological and cloud physical observations of atmospheric icing events on Gaustatoppen. Fourth Conference on Atmospheric Icing on Structures, Paris, 1988.
6. FINSTAD, K., S.M. FIKKE and M. ERVIK: A comprehensive deterministic model for transmission line icing applied to laboratory and field observations. Fourth Conference on Atmospheric Icing on Structures, Paris, 1988.
7. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION: Loading and strength of overhead lines. Part II-Loadings. IEC Publication 826-4.