

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

GAUSTATOPPEN FM/TV KRINGKASTER
KLIMALASTER

KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR. 03/91



DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

03/91 KLIMA

DATO

08.01.1991

TITTEL

**GAUSTATOPPEN FM/TV KRINGKASTER
KLIMALASTER**

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAKSGIVER

TELEDIREKTORATET TRK

OPPDRAKSNR.

SAMMENDRAG

Ekstremverdier av vind og islaster for Gaustatoppen FM/TV kringkaster er revurdert. Vindlastene er noe økt, idet det er antatt at vindkastene kan bli noe sterkere enn forutsatt tidligere.

Islastene følger tidligere forutsetninger.

De nye verdiene avviker ellers lite fra det opprinnelige dimensjoneringsgrunnlaget, men er nå gitt mer detaljert og formalisert.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

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 55 m/s. Tilhørende vindkast settes til 70 m/s. Turbulensintensiteten, I , settes da til 0.10.

Det kan også tenkes situasjoner med lavere middelvind, men med høyere turbulensintensitet. En kombinasjon med $U(10\text{min}) = 45$ m/s, $U(3\text{sek}) = 70$ m/s og $I=0.20$ ansees for mulig innefor 50 - års returperiode.

Ved fot av mast anbefales verdiene $U(10\text{min}) = 35$ m/s, $U(3\text{sek}) = 65$ m/s og $I = 0.33$.

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

Islaster.

Ekstremverdien med 50 års returperiode av isutbygging på en evt. toppantenne med 1.6 m diameter settes til 70 cm rundt hele masten. Masten forevrig får isutbygging slik at samlet isvekt rundt masten er konstant pr. m mastelengde. Dog benyttes 20 cm isutbygging som minimumsmål.

1 års islast settes til 30 cm med 10 cm som minimumsmål og samme diameter - forhold som i 50 - årstilfellet.

Alle ujevnheter fylles med is. Skarpe kanter, hjørner etc. avrundes.

Isens spesifikke vekt settes til 700 kg/m³.

Kombinasjon is og vind.

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

GAUSTATOPPEN FM/TV KRINGKASTER.

1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er et ønske om oppdatering av datagrunnlaget for dette tårnet. Stedet er kjent for isingsproblemer på utsatte bygningsdeler og for turbulens. Tårnet er nå dekket med plast.

2. STED OG TOPOGRAFI

Senderen ligger på Gaustatoppen, 1845 moh., i Tinn kommune i Telemark, ca. 2 km sør for industristedet Rjukan, se figur 1. Masten er 55 m høy, med planlagt toppantenne er høyden 67m. Mastetoppen ligger således ca. 1900 moh..

Gaustatoppen ligger på sørøstsiden av fjellplatået Hardangervidda. Høyden på vidda varierer mellom 1000 og 1500 moh., med typisk høyde på 1200 moh.. Toppen rager således 700 m over denne vidda. Gaustatoppen er det høyeste punktet sør for Bergensbanen. Mot sørøst faller terrenget raskt til under 500 moh. og videre mot havsnivå (Skagerrak).

Selve Gaustatoppen er et fjellmassiv som strekker seg som en rygg i sørøst - nordvest retning. Ryggen er ca. 6 km lang og er bare noe få hundre meter brei. Høyden stiger fra 1500 moh. i sørøstdelen og opp til over 1800 moh. i nordvestdelen. Mot nord er det en meget bratt skråning ned til Rjukan i Vestfjorddalen, bare 250 moh.

Vegetasjonen i fjellet består mest av gras og mindre busker. Toppene er snaue og har en overflate som består av gras og stein. Dette gjelder også Gaustatoppen.

Områdene mot nordøst, øst, sørøst og sør består mest av skog når vi kommer under 1000 m's nivået. Det er bjørkeskog i beltet fra ca. 800 til ca. 1000 moh. og barskog under dette.

3. VINDLASTER.

3.1. Datagrunnlag.

Det har i en rekke år vært observert vind på Gaustatoppen turisthytte. Vi har benyttet data fra 1957 - 1974. Vinden ble vurdert på skjønn og observert etter Beaufortskalen. Dette gir en usikkerhet i vindstyrken, særlig på steder med høy turbulens. Likevel er en slik serie nyttig. Vindretningen er dessuten trolig godt bestemt i situasjoner med sterk vind.

Dataserien viser langt svakere vind enn det som kan forventes i en slik høyde. Vinden er f.eks. langt svakere enn på Fanaråken (2062 moh.). Det er ikke observert over styrke 10B (over 28 m/s) på stedet i dette tidsrommet, og bare i 0.6% av tiden er det angitt vindstyrker på 8B og over (over 17 m/s). Tilsvarende er det på Fanaråken observert orkan (over 32.6 m/s) i 0.1 % av tiden og 8B og over i 8.7% av tiden.

Også vindretningsobservasjonene på Gaustatoppen har interessante trekk. I hele 28.7% av tiden er det registrert vestlig vind (260 - 280°) på stedet. I 48.8% av tiden har vinden ligget i en noe utvidet vestlig sektor (230 - 310°). Tilsvarende tall på Fanaråken er 13.3% og 36.7%.

For å finne ut noe om grunnen til den høye frekvens av vestlig vind har vi plukket ut samtidige episoder fra Gaustatoppen, Fanaråken, Utsira fyr på Sørvestlandet og Torungen fyr på Skagerrakkysten. Det viser seg at vi har sterk vestlig vind på Gaustatoppen i en rekke tilfelle der dette ikke er tilfellet på de andre stasjonene. Faktisk er det en rekke tilfelle med østlig og sørøstlig sterk vind på sammenligningsstedene og forholdsvis sterk vestlig vind (>4B, >8 m/s) på Gaustatoppen.

Konklusjonen må bli at den lokale topografi på Gaustatoppen er av en slik art at den sterkt modifierer vindfeltet over ryggen. Vind som kommer inn mot ryggen i sektor sørøst til sørvest vil dreie over og rundt nordre del av toppen i form av en vestlig vind. Vestlig vind vil neppe få noen retningsendring over nordre del av toppen. Derved øker frekvensen av registrert vestlig vind i dette området.

Vinden i 10 m's høyde ved kringkastingstårnet er trolig noe sterkere enn ved turisthytta. Særlig gjelder dette nordvestlig vind. En må likevel regne med at mange av de samme effektene gjør seg gjeldene der.

Toppens form som en isolert rygg med bratte fjellsider 600 m over vidda vil føre til at det settes opp en hvirvel på baksiden av ryggen. Dette fører til at vindhastigheten like over toppen vil bli turbulent med svakere middelvind enn i fri-luften omkring. Ved vind på skrå inn mot toppen vil det kunne dannes områder med stor vertikalhastighet på lesiden som kan opptre som fallvindsområder eller sterke oppsugingsområder.

En må regne med at turbulensen også gjenfinnes i 60 - 70 m's høyde over toppen. Men middelvinden er neppe særlig mye forskjellig her oppe i forhold til den vinden som strømmer 700 m over Hardangervidda.

3.1. Vindforhold i topp av mast.

Vi tar utgangspunkt i vestlig vind som strømmer 700 m over Hardangervidda. Ruheten her anslåes til 0.1 m. Vi benytter ligning 1:

$$u(z) = 0.285 VG(VG/fzo)^{-0.055} \ln(z/z_0) \text{ (m/s)} \quad \text{lign. 1,}$$

hvor VG er gradientvinden (vind over friksjonslaget), f er coriolisparameteren ($0.00012s^{-1}$ ved breddegrad $60^\circ nb$), z måle- høyden over bakken (700m) og z_0 ruheten (0.1m).

Med $VG = 60 \text{ m/s}$ blir $u(700m) = 55 \text{ m/s}$. Dette vil være den sterkeste 50 - årsverdien. Tilhørende turbulensintensitet er da lav, anslagsvis 10%. Men en del tilfelle vil kunne gi turbulent vind opp i masten, men da med noe redusert middel- vind. En mulig kombinasjon vil være 45 m/s og 20% turbulens- intensitet.

Vindkastene kan da beregnes fra formelen (se f.eks. (1))

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

hvor $gf(3sek)$ er 3 sek. kastfaktor. Vi får for $I = 0.10$, $gf(3sek) = 1.26$ og følgelig $U(3sek) = 69 \text{ m/s}$. For $I = 0.20$ får vi $gf(3sek) = 1.52$ og følgelig $U(3sek) = 68 \text{ m/s}$. Vi avrunder disse kastverdier til 70 m/s i begge tilfelle.

3.2. Vindforhold ved fot av mast.

Ved værstasjonen er høyeste observerte verdi 28 m/s. Dette tilsier en 50 års verdi på 30 m/s av 10 min. middelvind. Ved foten av tårnet er vinden trolig noe høyere. Den vurderes til 35 m/s. Kastene settes til en litt lavere verdi enn for toppunktet av masten, vi anslår verdien til 65 m/s. Dette gir da en turbulensintensitet etter lign. 2 på 33%.

Vindprofilene kan settes opp ved å tilpasse et potensprofil av typen

$$U_2/U_1 = (Z_2/Z_1)^n \quad \text{lign. 3,}$$

hvor verdien for 10 og 67 m kan settes inn for nivåene 1 og 2.

1-års vindlaster settes til 75% av 50-årsverdiene.

4. ISING.

4.1. Generelt.

Vind fra nesten alle sektorer kommer fritt inn mot denne fjelltoppen. Der er ikke skjerming fra høyereliggende terreng. Masten ligger dog så høyt at det i en del av året vil bli svært lave temperaturer i isingssituasjoner. For vind fra sørvest til nord er det dessuten den lokale heving over toppen som betyr mest for dråpedannelsen fordi hevingen pga. den norske fjellrekken har vasket ut en del fuktighet allerede.

Isingssituasjonene vil være mange og isen vil akkumuleres opp i løpet av vintersesongen fordi smelting ikke så lett vil skje. Gaustatoppen har da også permafrost i steinura.

Islastene på Gaustatoppen er neppe værre enn for utsatte master i 1000 - 1200 m's nivået på vestsiden av fjellrekken. For enkelte sektorer kan det være mer is på disse toppene. Men totalmengden av is på Gausatoppen kan bli stor pga. den usjærmede beliggenhet mot alle retninger og de små sjansene for avsmelting under vintersesongen.

Gaustatoppen kringkaster har plastdekke. Derved er profilet utjevnet og dråpene vil ikke så lett avsettes på konstruksjonen. Dette fører til at isen ikke blir så mektig på mastedeler med stor diameter.

4.2. Islaster.

Isavsetning på faste konstruksjonsdeler vil i regelen bygge opp mot vinden. Alle sektorer er i prinsippet utsatt. Den fuktigste vinden kommer trolig fra sørøst til sør, mens den hyppigste, som også inneholder en del fuktighet kommer fra sørvest til vest. Minst is kommer det fra nord til nordøst.

Det må antas at isen settes av som et belegg rundt masten. Beleggets tykkelse er størst mot sørøst, sørvest og vest og minst mot nord til nordøst. For en toppantenne med diameter 1.6 m er det rimelig at utbyggingen er mindre enn 1m slik det er antatt på Storhogen og Geitfjell. Vi anslår utbyggingen til 70 cm. For enkelhets skyld benyttes dette over hele kompassrosen. Som på Geitfjell (3) lar vi 1 års isutbygging være 40% av 50-års isutbygging og setter 1-års last til 30 cm på toppantennen.

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. Dette gir at isutbyggingen, a , ganger mastediameteren er tilnærmet konstant. Dvs, når 1.6 m gir 0.7m, 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.

Spesifikk vekt settes til 700 kg/m^3 .

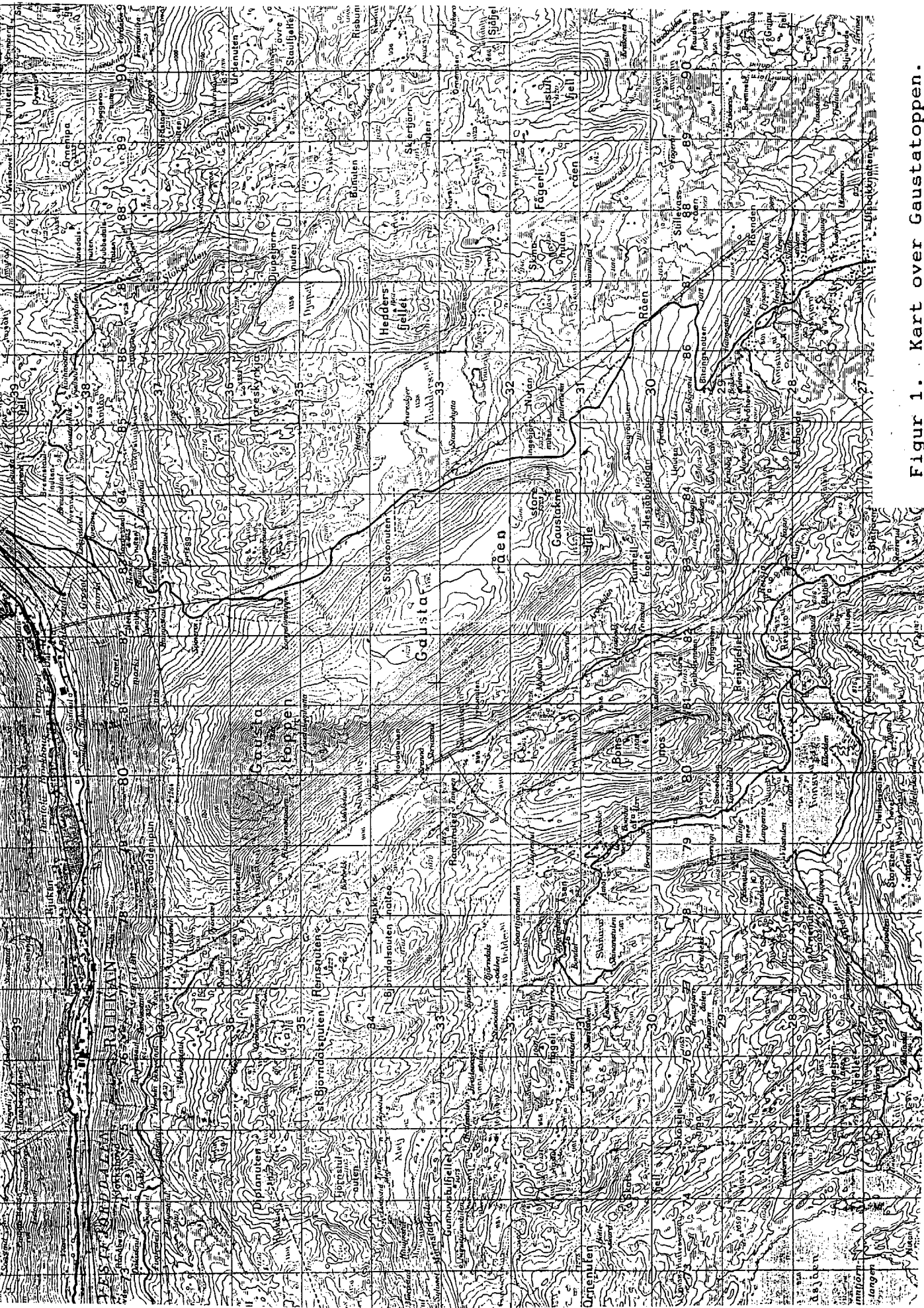
4.2.2 Øvrige deler av anlegget.

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..

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) Harstveit, K.: Grong FM/TV kringkaster. Klimalaster.
DNMI - rapport KLIMA 35/90



Figur 1. Kart over Gaustatoppen.