

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

15/1989

DATO

16.03.1989

TITTEL

**GAMLEMSVETEN FM/TV SENDER
REVURDERTE KLIMALASTER**

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

TELEDIREKTORATET - TRK

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Denne rapporten inngår i en serie klimarapporter om is- og vindlaster på FM/TV - master. Bakgrunnen er at en ønsker å revurdere gjeldende laster samt å oppdatere dem til et høyere detaljeringsnivå.

Gamlemsveten FM/TV - sender har fått økt sine vindlaster til 56/64 m/s som ekstremverdier av 10 min. middelvind/ 3-5 sek. vindkast med 50 års returperiode i topp av mast. Ved fot av mast (10 m over terrengnivå) antas en forsterkningseffekt på vindkastene og 56/70 m/s blir gjeldende laster. mast.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Bjørn Finne

SAKSBEHANDLER

FAGSJEF

GAMLEMSVETEN FM/TV SENDER
REVURDERTE KLIMALASTER

S A M M E N D R A G

Vindlaster.

50 - års ekstremverdi av middelvind i topp av mast settes til 56 m/s, og 3-5s vindkast til 64 m/s. Turbulensintensiteten samme sted settes til 6%.

Ved fot av mast (10m over terrengnivå) settes 50- års ekstremverdi av middelvind til 56 m/s, og vindkastverdien til 70 m/s. Tilsvarende turbulensintensitet er 10 %.

Alle profiler er logaritmiske.

Dimensjonerende vindhastighet antas forekomme i vestlig sektor (240 - 290°). Ved sørvestlig vind er alle ekstremvindhastigheter 8 m/s lavere.

Ekstremverdien av vindhastigheter med 1 års returperiode settes til 75% av 50 -års ekstremverdi.

Islaster.

Ekstremverdier med 50 - års returperiode.

1. Det antas 30 cm isdiameter på alle konstruksjonsdeler (barduner, mastevanger, diagonaler etc.) uansett dimensjon. På bardunene er isen konsentrisk, 30 cm i diameter, og med tetthet 0.7 g/cm^3 .

2. Det antas at masten kan fylles med is. I tillegg skal regnes 30 cm is ut fra vestre hjørne og ut fra midtpunktet på tilstøtende nordlige langside i mastesnittet. Dette ekstra isbelegg avtar i tykkelse, elliptisk mot 10 cm ved nordlig hjørne. Fra vestre til sørøstre hjørne avtas elliptisk fra 30 cm mot 0 og fra nordre til sørøstre hjørne, fra 10 cm til 0 cm. Tettheten skal da regnes til 0.7 g/cm^3 . For selve masten blir da p.2 dimensjonerende dersom det gir større vekt enn p.1.

3. Alle uregelmessigheter (antennor o.l.) vil i tillegg til vekten i p.2 fylles med is etter samme prinsipp.

4. På en evt. toppantenne kan regnes 50 cm isbelegg i sektor $230 - 360^{\circ}$. Tykkelsen faller elliptisk ved dreining av akselen og er 0 cm i sektor $90 - 180^{\circ}$.

Kombinerte is og vindlaster.

Årlig forekommende islast settes til 25 % av 50 - årsverdien, regnet som vekt.

Lasttilfellet som kombinerer is og vind blir da:

- 1) 50 - års vindlast kombinert med årlig forekommende islast (25 % av 50 - års verdien). Vindretningen er vestlig.
- 2) 50 - års islast kombinert med 1 års vindlast (75 % av 50 - årsverdien). Vindretningen er vestlig.
- 3) Tilfellet 1) og 2) skal også kjøres ved sørvestlig vind. 50 - årsverdien er da 8 m/s lavere og 1 - årsverdien beregnes som 75 % av dette.

1. Innledning.

Bakgrunnen for denne rapporten er reparasjonsarbeider som skal utføres på anlegget. En foreløbig vurdering (1988) har antydnet at gjeldende vindlaster på 49/60 m/s (10 min. middelvind og 3-5 sek. vindkast med 50 års returperiode) er noe lave. En revurdering av klimalastene er derfor påkrevet. Revurderingen følger de nye normene gitt i generell konsekvensrapport for Teledirektoratet som er under arbeid.

2. Sted og topografi.

Gamlemsveten FM/TV - sender ligger i Haram kommune, 15 km nordvest for Ålesund (Fig.1). Gamlemsveten rager 791 m o.h.. Senderen er plassert 50 - 100 m sørøst for selve toppen og har fotpunkt på kote 787. Masten er 134 m høy.

I sektor øst til sør, sett fra senderen, ligger det mektige fjellpartier. Mot sørvest gjennom vest til nordøst er det derimot åpent.

Mot sørvest er det et øylandskap (Godøy, Herøy, Hareid) med fjell oppe i 500 m o.h. Mot vest er det derimot helt åpent. Her finnes bare Vigra i 12 km's avstand. Denne øya er flat og når ikke over 100 m's koten. Mot nord og nordvest (avstand 10 km) ligger øygruppen Nordøyane med topper oppe i 400 - 500 m.

3. Vindforhold.

3.1 Generelle vindforhold.

Vind fra sørvest og opp mot vest er sterk på kysten av Møre og Romsdal. Denne vinden kommer fra havet og kan faktisk forsterkes på kysten på grunn av de høye fjellene. Statistikken fra Kråkenes fyr viser at vinden er sterkest og hyppigst i sørvestlig sektor. Men av data fra Ona fyr ser vi at vinden i vestlig sektor bare er ubetydelig svakere. Siden sørvestlig vind på vei mot Gamlemsveten helt klart vil bremses noe av øyene i denne sektor, vil vestlig vind være den sterkeste på Gamlemsveten.

Ekstremverdien av 10 min. middelvind med 50 års returperiode i vestlig sektor, er beregnet til 38 m/s for Ona fyr (1). Dette gir 56 m/s som vind, VG over friksjonslaget ved bruk av lign. (3.1), hentet fra (2).

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

Her er $u(z)$ 10 min. middelvind i høydenivået, z , ved overflateruhet, z_0 . z_0 for fritt hav er 0.003m. f er coriolisparameteren ($0.00012s^{-1}$).

Gradientvinden ved Gamlemsveten synes altså å være omtrent som ved Vega (2). Forskjellen er at vi ved Gamlemsveten bare har betraktet vestlig vind, mens for Vega gjelder den sterkeste vinden i hele sektoren sørvest til nordvest.

3.2 Middelvindforhold i topp av mast.

På vei inn mot Gamlemsveten passerer vinden bare øya Vigra og dette påvirker ikke vinden som går i 500 - 900 m's høyde. Det er derfor rimelig å tro at vinden i topp av mast ved vestlig sektor er identisk med gradientvinden i denne sektor, 56 m/s som ekstremverdi av 10 min. middelvind med 50 års returperiode.

Vind i nordvestlig sektor kommer også relativt uhindret inn til masten. Ekstremvinden for Ona fyr er her 31 m/s, hvilket gir 45 m/s som gradientvind ved bruk av lign. 3.1. Vind i sørvestlig sektor har en tilsvarende ekstremverdi på 60 m/s (3). Denne vinden bremses en del ved passasje av øyene i sørvest. Med antatt bremsing til 80% av gradientvinden, får vi 48 m/s som 50 - års verdi i sørvestlig sektor.

3.3 Vindkast og turbulensintensitet i topp av mast.

På Vega var kastfaktoren i topp av mast 1.14 ved vind som var uberørt av selve fjellpartiet. Med 56 m/s på Gamlemsveten gir dette 64 m/s i vindkast. Turbulensintensiteten, I , kan da beregnes ved formelen

$$I = (1 - gf(t)) * 1/k(t) \quad (3.2)$$

Feltundersøkelse på Vealøs, Hurum, Askøy og Bu i Hardanger har vist at $k(3-5s) = 2.5$, derved får vi $I(134m) = 6\%$ ved sørvestlig vind.

3.4 Vindprofiler og turbulensforhold. Vindforhold ved fot av mast.

Vinden strømmer her inn mot en plutselig hindring og vanlige grenselagsoppbygningsteorier er da verdiløse. Vind omkring vestsørvest ($240 - 250^{\circ}$) kommer inn mot en bratt skråning, men uten direkte stup. Vinden treffer på tvers av fjellryggen, slik at det er mulig med en svak forsterkning i nederste nivåer. Men på østsiden er skrenten langt brattere, og det er mulig at en stående hvirvel på østsiden vil separere vinden. Det vil da blåse oppover på le-siden og vindfeltet tvinges et stykke opp over bakkenivå. I denne høyden (30 - 50m) kan det da opptre en liten forsterkning av vinden, mens middelvinden er svakere, men mer turbulent nede ved bakken. En må gjøre oppmerksom på at slike detaljer er svært ømfindtlige for den detaljerte geometri, og det er vanskelig å forutsi hva som egentlig skjer uten modellkjøring/målinger. På Vega (2) var f.eks. separasjonseffekter til stede ved rent vestlig vind, mens det ved sørvestlig vind var et sterkt middelvindfelt helt nede i 10 m's høyde.

Vi betrakter derfor middelvindprofilet som konstant over denne masten, men tar med mulighet for kastforsterkning under 50 m og øker 50 - års vindkast fra 64 til 70 m/s her. Dette gir en turbulensintensitet på 0.10 (lign. 3.2).

3.5 Beregning av ekstremvind med andre returperioder enn 50 år.

For beregning av ekstreme vindhastigheter med andre returperioder enn 50 år, kan vi bruke Norsk Standard, NS3479, lign. 4.2.2.1. Denne gir at 10 årsvinden er 90% av 50-årsvinden, og 2- årsvinden 80% av 50-års vinden. Årlig forekommende vind antas da ekstrapolert til 75 % av 50-årsvinden. Disse beregninger brukes når vi ikke har data som tilsier noe annet, og brukes i alle nivåer og for alle midlingstider.

4. Islaster.

Gamlemsveten antennemast har fotpunkt på 787 m o.h. og er ikke skjermet av høyereliggende terreng i sektor sørvest gjennom vest til nordøst. Fuktig luft som kommer inn fra havet treffer altså masten uten dekning. Mastetoppen ligger i 900 m's høyde. Vintertemperaturen nær havoverflaten ligger oftest på $+1 - +5^{\circ}\text{C}$, slik at lufttemperaturen i 900 m's høyde ligger i området $-5 - 0^{\circ}\text{C}$. Skybasis ved pålandsvind ligger under dette nivå. Dette gjør at masteanlegget er

utsatt for skyis (ising pga. underkjølte vanndråper i sky-luft). I tillegg kan det dannes snøbelegg i forbindelse med våt snø og vind (temperatur $0 - +2^{\circ}\text{C}$).

Temperaturen om vinteren vil imidlertid i perioder overskride 0°C kombinert med sterk vind og tåke. Isen smelter/faller da lett av. Episoder med mye fuktighetstilførsel vil vanligvis inneholde en slik periode. Det blir således ikke akkumulert større mengder is gjennom lengre tid.

Gamlemsveten antennemast ligger isklimatisk sett et sted mellom Gulen (4) og Vega (2), regnet i samme høyde over havet. Siden høyden er noe høyere enn på Vega benyttes de samme lastene som for denne mast, modifisert til mastetyper på Gamlemsveten. På en evt. innelukket toppantenne med diameter 1.6 m regnes da 50 cm isbelegg i sektor $230 - 360^{\circ}$. Tykkelsen faller elliptisk ved dreining av aksene og er 0 cm i sektor $90 - 180^{\circ}$.

Modifikasjonen til stålgittermast følger samme prinsipp som for Bremangermasten (3), og det regnes med 30 cm isbelegg på alle konstruksjonsdeler (barduner, mastevanger, diagonaler etc.). Masten vil alternativt bli fylt med is, og istykkelsen kan bli 30 cm utenpå tverrsnitt uten is. Det er da regnet med at eventuelt overskudd utover dette kompenseres av hulrom inne i masten. Alle uregelmessigheter (antennor o.l.) vil i tillegg fylles med is etter samme prinsipp.

For barduner og andre slanke konstruksjonsdeler med 15 cm beregnet isbelegg regnes konsentrisk is, med total tykkelse 30 cm, evt. en kappe på 15 cm rundt elementet.

Skydråpene som avsettes på masten er ganske store i dette nivået i ytre strøk på Vestlandet. Isens tetthet er derfor ventelig høy og settes til 0.70 g/cm^3 .

Det er grunn til å tro at spredningen på ekstremverdiene for islast er større enn for vindlast. Fysikken bak en isingsepisode er annerledes, idet svært høye verdier er teoretisk mulige, men sjeldent forekommende. Ising henger til dels sammen med kraftig nedbør, og nedbørsparameteren er kjent for sin store spredning. La oss ta et eksempel: Det er fullt mulig at en episode med sterk ising pga. ugunstig temperatur/vind/fuktighet kan være langvarig. Dette illustreres meget godt i Tabell 3.1, (5), som viser isingspotensialet på Nordhøe. Isingen øker da hele tiden. Innen en vinter med sterk vind derimot, blir middelvinden svært høy, men ekstremvinden begrenses mer av hva som er energimessig mulig å få til under aktuelle forhold. Tabell 3.1 (5) indikerer at 2

- års verdien av antall isingstilfelle på Nordhue ligger på 25% av 50-års verdien, og at årlig forekommende isingstilfeller er ennå færre. Vi antar derfor at årlig forekommende is neppe overskrider 25% av 50 -årsverdiene, og gir samme reduksjon over hele masten.

5.Vind og is kombinert.

Den sterkeste vinden opptrer fra vest, mens vind fra sørvest synes å være mer ugunstig for en nediset mast. 50 - årsverdien av vinden fra denne retning ligger på 48 m/s, dvs. 8 m/s lavere enn for den vestlige vinden. Vi benytter en "flat" reduksjon på 8 m/s for vindkast og vind ved fot av mast. Kastfaktoren øker da noe, i overenstemmelse med at sørvestlig vind bremses noe ved friksjon.

Ved full islast har vi altså følgende: For vestlig vind brukes 75% av de oppgitt 50 - års vindverdier. For sørvestlig vind fratrekkes først 8 m/s for å få 50 - års vind. Deretter beregnes 75% av disse verdier.

REFERANSELISTE

- (1) Harstveit, K.: Ekstremanalyse for vind på Ona fyr og overføring til Freifjorden ved sørvestlig til vestlig vind.
DNMI - rapport KLIMA 14/87.
- (2) Harstveit, K.: Vega antennemast. Is og vindlaster.
DNMI - rapport KLIMA 57/85.
- (3) Harstveit, K.: Bremanger FM/TV - sender.
Revurderte klimalaster.
DNMI - rapport KLIMA 11/89.
- (4) Harstveit, K.: Klimalaster. Gulen antennemast.
DNMI - rapport KLIMA 25/87.
- (5) Harstveit, K.: Nordhue FM/TV - sender. Revurderte klimalaster.
DNMI - rapport KLIMA 16/88.

OVERSIKTSKART 1:50 000

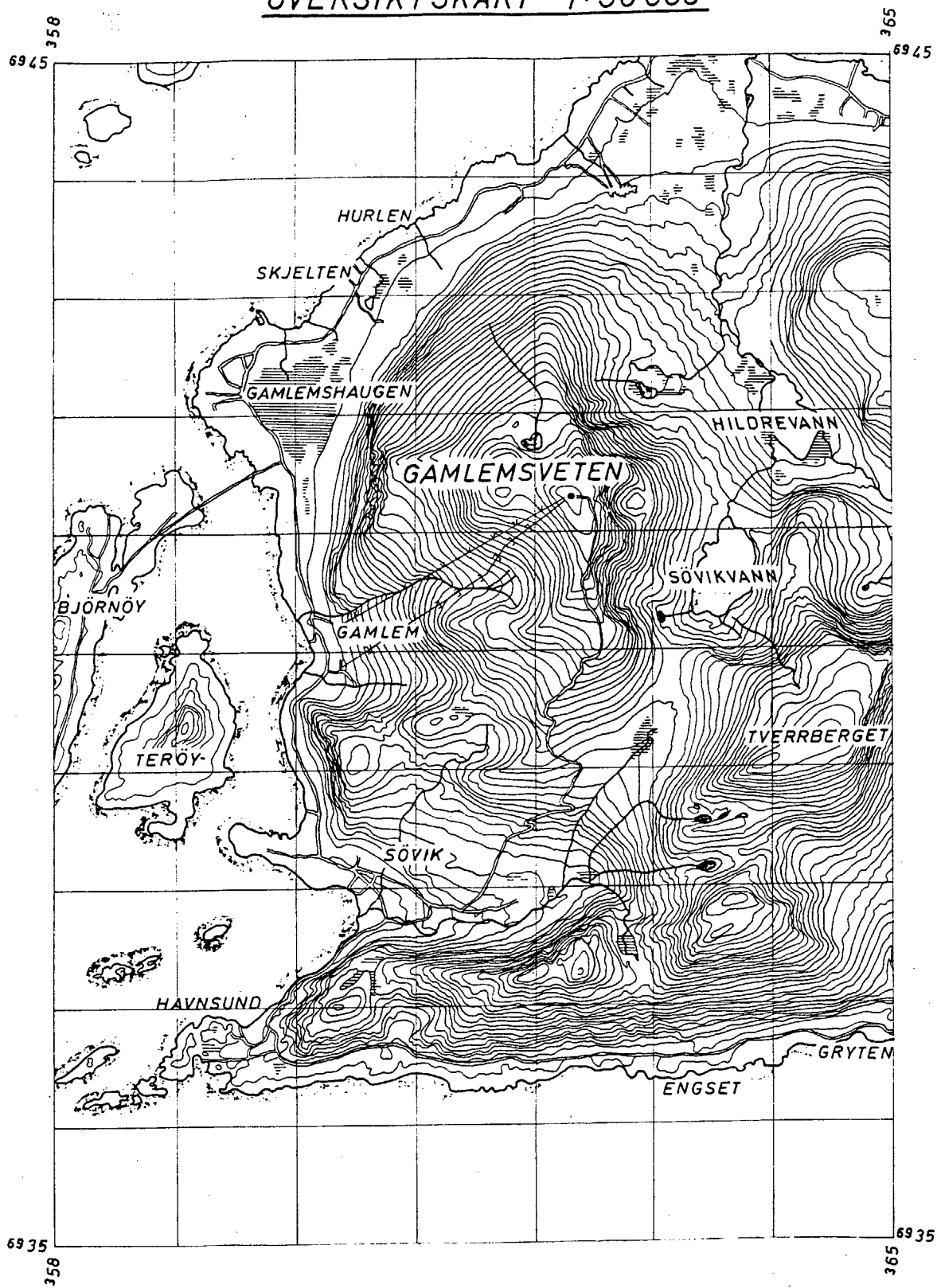


Fig.1 Gamlemsveten FM/TV - sender.