

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

11/1989

DATO

06.03.1989

TITTEL

**BREMANGER 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.

Bremangermasten har fått økt sine vindlaster til 55/65 m/s som ekstremverdier av 10 min. middelvind/3-5 sek. vindkast med 50 års returperiode.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Bjørn Arnes

SAKSBEHANDLER

FAGSJEF

BREMANGER 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 55 m/s, og 3-5s vindkast til 65 m/s. Turbulensintensiteten samme sted settes til 7%.

Ved fot av mast (10m over terrengnivå) settes 50- års ekstremverdi av middelvind til 45 m/s, og vindkastverdien til 60 m/s. Tilsvarende turbulensintensitet er 13 %.

Alle profiler er logaritmiske.

Dimensjonerende vindhastighet antas forekomme i sørvestlig sektor (210 - 240⁰). Ved sørlig og vest til nordvestlig vind er alle ekstremvindhastigheter 5 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 20 cm isdiameter på alle konstruksjonsdeler (barduner, mastevanger, diagonaler etc.) uansett dimensjon. På bardunene er isen konsentrisk, 20 cm i diameter, og med tetthet 0.7 g/cm^3 .

2. Det antas at masten kan fylles med is. I tillegg skal regnes 20 cm is ut fra sørvestre hjørne og ut fra midtpunktet på de to tilstøtende langsider i mastesnittet. Dette ekstra isbelegg avtar i tykkelse, elliptisk mot 0 ved de to øvrige hjørner. Det regnes ingen is ut fra østre side. 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 40 cm isbelegg i sektor $180 - 330^\circ$. Tykkelsen faller elliptisk ved dreining av akselen og er 0 cm i sektor $50 - 150^\circ$.

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 sørvestlig.
- 2) 50 - års islast kombinert med 1 års vindlast (75 % av 50 - årsverdien). Vindretningen er sørvestlig.
- 3) I tillegg skal p.1) og 2) kjøres for sørlig og nordvestlig vind. Ekstremverdiene fra disse retningene ligger 5 m/s lavere enn for vestlig vind, mens 1 - årsverdiene regnes som 75 % av disse.

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.

Bremanger FM/TV - sender ligger i Bremanger kommune, vest for Ålfoten i Nordfjord (Fig.1). Senderen ligger på Steinsfjell, 637 m o.h., på Bremangerlandet. Masten er 128 m høy.

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

Mot sør finnes en del holmer og skjær på 0 - 300 m o.h.. I en smal sektor mot sørvest finnes bare øya Frøya (378 m o.h.), i en avstand av 12 km, og sørvestre del av Bremangerlandet (251 m o.h.), 8 km borte. Mot vestsørvest ligger vestre del av øya med topper oppe i 500 - 700 m o.h. og med 9 km avstand til havet. Mot nordvest er det fri avstand til havet (5 km).

3. Vindforhold.

3.1 Generelle vindforhold.

Vind fra sør og opp mot vest er sterk på kysten av Nordfjord og opp mot Stadt. Denne vinden kommer fra havet og kan faktisk forsterkes rundt Stad på grunn av de høye fjellene. Statistikken fra Kråkenes fyr viser at vinden er sterkest og hyppigst i sørvestlig sektor. Siden sørvestlig vind (sammen med nordvestlig) lettest når inn til Steinsfjell, vil ekstremveriene finnes i sørvestlig sektor.

Ekstremverdien av 10 min. middelvind med 50 års returperiode i sørvestlig sektor, er beregnet til 40 m/s for Ona fyr (1). Dette gir 59 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 Steinsfjell før lokal påvirkning inn mot masten synes altså å være omtrent som ved Vega (2). Forskjellen er at vi ved Steinsfjell bare har betraktet sørvestlig vind, mens for Vega gjelder den sterkeste vinden hele sektoren sørvest til nordvest.

3.2 Middelvindforhold i topp av mast.

Som øvre tak for estimatet av ekstremverdien av 10 min. middelvind med 50 års returperiode i topp av mast, har vi gradientvinden på 59 m/s.

På vei inn mot Steinsfjell passerer imidlertid øya Frøya (378 m o.h.) og lavereliggende deler av Bremangerlandet. Det er derfor rimelig å tro at det kan oppstå en svak bremsing av vinden også i topp av mast. Vi kan sannsynliggjøre en slik effekt ved å betrakte formelen

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

hentet fra (3). Her er z_0 ruheten til øylandskapet, og x lengden av banen over den nye overflaten. Antas z_0 til 0.1m og x til 12 km, blir høyden av det nye grenselaget 350 m.

Hvis vi antar at det nye grenselaget former seg etter terrenget, og bruker potensformelen med $n=0.18$ (3),

$$u_2/u_1 = (z_2/z_1)^n \quad (3.3)$$

får vi $u(128m) = 49 \text{ m/s}$ når $u(350m) = 59 \text{ m/s}$.

Overnevnte metode vil helt klart gi for mye bremsing i mastetoppen fordi den siste stigningen er brattere enn grenselagsoppbygningen kan "følge med i". Anslaget på 49 m/s må således betraktes som et minimumsanslag. Det er rimelig å anslå vindhastigheten til et sted mellom 49 og 59 m/s. Ekstremverdien av 10 min. middelvind med 50 års returperiode settes derfor til 55 m/s.

3.4 Vindkast og turbulensintensitet i topp av mast.

På Vega var kastfaktoren i topp av mast 1.14 ved vind som var uberørt av selve fjellpatiet. Med 59 m/s gir dette 67 m/s i vindkast. En smule bremsing er vel til stede også på vindkastene, og 65m/s (kastfaktor, $gf(3-5s) = 65/55 = 1.18$) benyttes. Turbulensintensiteten, I , kan da beregnes ved formelen

$$I = (1-gf(t))*1/k(t) \quad (3.4)$$

Feltundersøkelse på Vealøs, Hurum, Askøy og Bu i Hardanger har vist at $k(3-5s)=2.5$, derved får vi $I(128m,SV) = 7\%$.

3.5 Vindprofiler og turbulensforhold. Vindforhold ved fot av mast.

Dersom vi benytter samme eksponent i vindpotensformelen (lign.3.3), dvs. $n=0.18$, som ved vurderingen ovenfor, får vi $u(10) = 0.63 * u(128)$, og ekstremverdien av 10 min. middelvind i 10 m's nivå med 50 års returperiode ville blitt 35 m/s. Men $n=0.18$ er nok for høy både fordi bremsingen nede motvirkes av forsterkning over fjellkammen, og fordi vindhastigheten omkring toppnivå ikke faller så raskt som formelen antyder. Det er mer nærliggende å tro at bremsingen bare er halvparten så sterk, slik at anbefalt verdi av ekstremverdien av 10 min. middelvind med 50 års returperiode er 45 m/s.

Ved bruk av potensformelen (lign.3.3) også for turbulensintensitet, dvs.

$$I(10)/I(128) = 55/45 \quad (3.5)$$

får vi $I(10) = 8.6\%$. Men denne gjelder over homogent terreng, her er turbulensen nok høyere i nedre nivå pga. overstrømningsforsterkning. Antas samme vindkast i begge nivåer, får vi 18 %, hvilket er noe for overdrevet. Vi tar middelverdien og bruker $I = 13\%$. Dette svarer til vindkast på 60 m/s (lign. 3.4).

3.6 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.

Bremanger antennemast ligger 637 m o.h. og er ikke skjernet av høyereliggende terreng i sektor sør gjennom vest til nord. Fuktig luft som kommer inn fra havet treffer altså masten uten dekning. Mastetoppen ligger i 760 m's høyde. Vintertemperaturen nær havoverflaten ligger oftest på +1 - +5 °C. Ved en antatt temperaturgradient på -0.6 °C/100m er da lufttemperaturen i 760 m's høyde i området -4 - 0 °C. Skybasis ved pålandsvind ligger under dette nivå. Dette gjør at masteanlegget er utsatt for skyis (ising pga. underkjølte vandrdåper i skyluft). I tillegg kan det dannes snøbelegg i forbindelse med våt snø og vind (temperatur 0 - +2 °C).

Temperaturen om vinteren vil imidlertid i perioder overskride 0°C kombinert med 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. Det vil også være mye sterk vind i forbindelse med isingsepisoder. Mast og barduner vil da bevege seg så mye at det er med på å hindre at isen vokser over alle grenser. Særlig gjelder dette bardunene.

Bremanger antennemast ligger isklimatisk sett et sted imellom Gulen og Vega, regnet i samme høyde over havet. Siden høyden er noe lavere enn på Gulen benyttes de samme lastene som for denne mast for en evt. toppantenne, dvs. 40 cm is. Det regnes full tykkelse i sektor 180 - 330°, og 0 cm i sektor 50 - 150°. Mellom disse sektor avtar tykkelsen elliptisk fra 40 til 0 cm.

For gittermasten skal også mastefylling tas med i betraktning, slik at vi må modifisere lastene til en bardunert stål-gittermast.

Det regnes da med 20 cm isbelegg på alle konstruksjonsdeler (barduner, mastevanger, diagonaler etc.). Masten vil alternativt bli fylt med is, og istykkelsen kan bli 20 cm utenpå tverrsnitt uten is. Det er da regnet med at eventuelt overskudd utover dette kompenseres av hulrom inne i masten. Alle

uregelmessigheter (antenner o.l.) vil i tillegg fylles med is etter samme prinsipp.

For barduner og andre slanke konstruksjonsdeler med 20 cm beregnet isbelegg regnes konsentrisk is, med total tykkelse 20 cm, evt. en kappe på 10 cm rundt elementet.

For gittermasten antas en asymmetrisk fordeling. Isens tykkelse antas til 20 cm i det sørvestre hjørnet og til midt på sidene mot sør og nordvest. Deretter antas elliptisk avtagning av tykkelsen til 0 cm i nordlig og østlig hjørne.

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 islaster er større enn for vindlaster. 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, (4), som viser isingspotensialet på Nordhø. Isingen øker da hele tiden. Innen en vinter med sterk vind derimot, vil den sterkeste vinden skille seg mindre ut fra tilsvarende vind i et normalår. Ekstremvinden begrenses mer av hva som er energimessig mulig å få til under aktuelle forhold. Tabell 3.1 (4) indikerer at 2 - års verdien av antall isingstilfelle på Nordhø 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 sørvest, mens vind fra sør og nordvest synes å være mer ugunstig for en nediset mast. 50 -årsverdiene av vinden fra disse retninger forventes å ligge 5 m/s lavere enn for sørvesten. Vi ser at en slik "flat" reduksjon øker kastfaktoren noe, i overensstemmelse med at en mener at det er noe sterkere lokal bremsingsmekanisme som er årsaken til forskjellen mellom sørlig og sørvestlig vind.

Ved full islast har vi altså følgende: For sørvestlig vind

brukes 75% av de oppgitt 50 - års vindverdier. For sørlig, vestlig og nordvestlig vind fratrekkes først 5 m/s for å få 50 - års vind i disse sektorer. Deretter beregnes 75% av disse verdier.

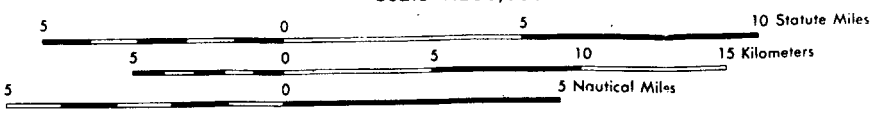
REFERANSELISTE

- (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.: Klimalaster. Gulen antennemast.
DNMI - rapport KLIMA 25/87.
- (4) Harstveit, K.: Nordhue FM/TV - sender. Revurderte klimalaster.
DNMI - rapport KLIMA 16/88.



Fig.1 Bremanger FM/TV - sender.

Scale 1:250,000



CONTOUR INTERVAL 100 METERS
EKVIDISTANSE 100 METER