

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

**BERLEVÅG (KJØLNESAKSLA) LORAN-C MAST
KLIMALASTER**

KNUT HARSTVEIT
RAPPORT NR. 51/92



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

51/92 KLIMA

DATO

18.12.92

TITTEL

**BERLEVÅG (KJØLNESEKSLA) LORAN-C MAST
KLIMALASTER**

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAKSGIVER

SIV.ING. KNUT FINSETH A/S

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Vind og islaster på planlagt Loran-C mast på Kjølnesaksla, Berlevåg er vurdert.
Vindkast med 50 års returperiode er vurdert til 51 m/s 10 m over bakken, 60 m/s 100 m over bakken og 63 m/s i topp av mast (218 m over bakken).
50 - års verdien av islast settes til 5 cm isbelegg på alle deler av masta, mot alle sektorer. Regnet som diameter på tynne konstruksjonsdeler utgjør dette 10 cm. Det ventes ikke isfylling av gittermast.
Isens egenvekt settes til 700 kg/m³
1 års vindkast settes til 75% av 50-års verdien. Dette kan forekomme ved 50 års is. Ved 50 års vind kan 1 års is forekomme, satt til 5 cm isbelegg, men maksimum 5 cm diameter på tynne konstruksjonsdeler.

UNDERSKRIFT

...*Knut Harstveit*...

Knut Harstveit

SAKSBEHANDLER

.....*Bjørn Aune*.....

Bjørn Aune

FAGSJEF

BERLEVÅG LORAN-C MAST (KJØLNESAKSLA) KLIMALASTER

1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er en bestilling fra Siv. ing. Knut Finseth.

2. STED OG TOPOGRAFI

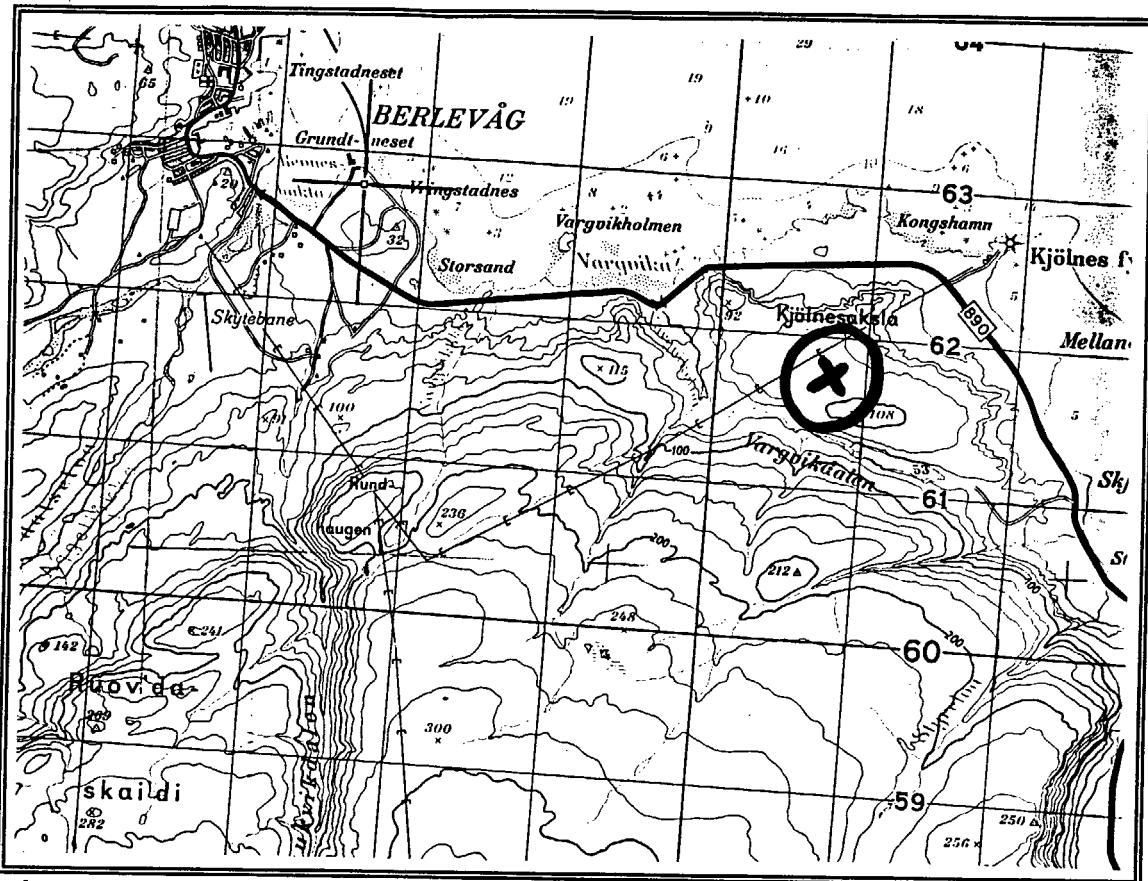
Berlevåg Loran-C mast er 218 m høy. Den er planlagt bygd på Kjølnesaksla (100 moh.) i Berlevåg kommune, Finnmark fylke, ca. 4 km østsørøst for tettstedet Båtsfjord. Kommunen ligger på nordsiden av Varangerhalvøya, ved kysten av Barentshavet. Kystlinjen løper nordvest - sørøst, ca. 1 km utenfor Kjølnesaksla. Se ellers Fig.1 og 2.

Regional topografi.

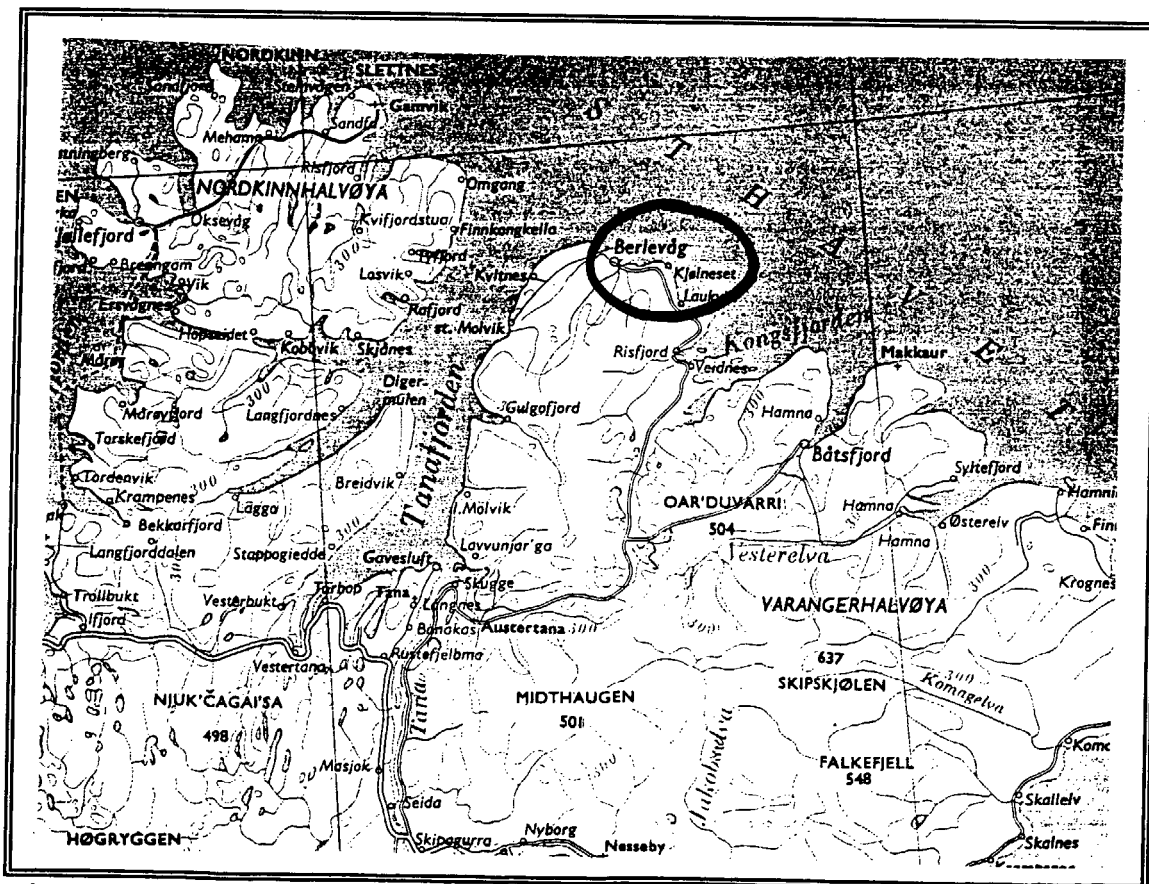
Mot nordvest til østsørøst ligger havet med fri passasje inn mot Kjølnesaksla.

Mot sørøst til sørvest ligger høydedragene på Varangerhalvøya, 4-600 moh, men ellers er det lavere landskaper i indre Finnmark, Finsk Lappland, Varangerfjorden og Kola.

Mot sørvest til vest (220 - 290°) ligger den høyere del av Finnmarksvidda, fjellene i Troms og kystfjellene i Vest-Finnmark.



Figur 1
Lokalt kart over området omkring Berlevåg. Ruteavstand 1km.



Figur 2
Regionalt kart over området omkring Berlevåg.

Lokal topografi.

Kjølnesaksla ligger på et nes ut mot havet. Neset er en forlengelse av Laukvikfjellet som danner en bred rygg. Denne fjellryggen faller fra 400 m's nivået ned til havflaten over ca. 5 km. Rent lokalt danner Kjølnesaksla (100 moh.) en ås som ligger høyere enn omkringliggende terreng, også mot sør og sørvest. Men her faller terrenget ned til 50moh. etter 250m og stiger opptil 100moh. de neste 250m, for deretter å stige videre oppover.

Vegetasjonen er sparsom med gras og mose. Det er mye stein og skarpe bergkanter i området, dog er området omkring mastepunktet relativt avrundet.

3. VINDFORHOLD.

3.1. Topografisk innvirkning på vinden.

Vind fra nordvest til østsørøst (300 - 130°) kommer lett inn mot masta. Lokalt vil vind fra nordvest (300-340°) og sørøst (090 - 130°) få en forsterkning over Kjølnesaksla. Denne forsterkningen vil nå flere hundre meter over bakkenivå pga. fjellet som skråner oppover mot sørvest. Relativ forsterkning avtar imidlertid med høyden.

Vind fra sør og sørvest blir uinteressent for masta siden denne står nedstrøms en slakk skråning for slik vind og derved er skjermet. Vind fra vest vil også strømme langs en åsside, men denne bremses en del av friksjon før den når mastepunktet.

3.2. Datagrunnlag.

Den sterkeste vinden på kysten av Vest-Finnmark og i høyere luftlag over Kjølnesaksla, kommer fra vest. En analyse av ikke-retningsbestemt ekstremvind på stasjoner som er utsatt for vestlig vind vil derfor vesentlig omhandle slik vind.

Forekomst i % av tiden i 1961-75 for liten storm eller mer (FF_≥9B) var for alle retninger i vestlig sektor 230-280° hhv., 0.6% (Fruholmen fyr), 0.3% (Sletnes fyr), 0.1% (Makkaur fyr), og 0.1% (Vardø). (Etter L. Andresen (1)).

Vind fra nordvest er særskilt analysert i (2). Fyrstasjonene Fruholmen, Sletnes, Makkaur og Vardø er benyttet.

Dataene (Tabell 1) er benyttet i en Gumbel analyse (se (3)). Resultatene viser at for lange returperioder (50-100 år) er det omtrent like høye ekstremverdier på Makkaur og Sletnes fyr. Stormfrekvensen er imidlertid større på Sletnes, som påpekt i (3), derved er ekstremvindhastighet med kort returperiode størst på Sletnes. Ekstremt sterk vind omkring sørvest kan forekomme på Makkaur, men er ikke svært hyppig. Dette bidrar særlig til de lange returperiodene på Makkaur. Årsaken er trolig føringseffekter som er maksimal i smale sektorer.

Ekstremverdien i nordvestlig sektor er framkommet ved å midle de 5 høyeste verdier fra nordvest på Makkaur og de 5 høyeste i vilkårlig sektor på Sletnes. En antar da at forholdstallet mellom disse også gjelder ved 50-års tilfellet. Sletnes er benyttet i dette tilfellet fordi sørvestlig sektor bidrar noe skjevt for korte og lange returperioder på Makkaur, vilkårlig sektor.

50-års verdiene på kysten blir da 35 m/s (vilkårlig sektor) og 31 m/s (nordvestlig sektor), som kan brukes for videre analyse.

Vind fra øst og sørøst bidrar ikke til årsekstremrekken på Makkaur og derfor neppe heller på Kjølnesaksla.

Tabell 1.

Årsmaksima (m/s) for perioden 1957/58 - 1991/92 for 10 minutters middelvind på Sletnes fyr (vilkårlig sektor) og Makkaur fyr (vilkårlig sektor samt nordvestlig sektor, M(NW)). Middell av de 5 høyeste verdier (md 5mx) er gitt for alle årseriene. Forholdet mellom dette middel for vilkårlig sektor på Sletnes og nordvestlig sektor på Makkaur er gitt som m3/md1. Til slutt er gitt ekstremverdier med 2, 50 og 100 års returperiode for de 3 årseriene.

År Sted	57/ 58	58/ 59	59/ 60	60/ 61	61/ 62	62/ 63	63/ 64	64/ 65	65/ 66	66/ 67	67/ 68	68/ 69	69/ 70	70/ 71	71/ 72	72/ 73	73/ 74	74/ 75	75/ 76	76/ 77
Sletnes	23	30	23	23	26	34	30	26	27	27	25	27	23	24	28	23	27	26	28	23
Makkaur	23	27	23	27	27	23	27	23	30	27	23	23	23	19	27	23	23	23	19	19
M(NW)	23	23	19	23	27	23	23	23	30	27	23	23	19	19	27	19	23	23	19	19

År Sted	77/ 78	78/ 79	79/ 80	80/ 81	81/ 82	82/ 83	83/ 84	84/ 85	85/ 86	86/ 87	87/ 88	88/ 89	89/ 90	90/ 91	91/ 92	md 5mx	md3 md1	2 år	50 år	100 år
Sletnes	27	23	22	23	28	23	29	30	30	23	27	26	31	28	25	31.0	0.89	25.6	34.8	36.6
Makkaur	23	23	19	23	27	24	32	27	25	28	27	33	24	25	24	30.0		24.1	34.5	36.6
M(NW)	23	19	19	23	27	23	19	19	23	19	19	19	23	23	24	27.6		22.7	31.0	32.6

3.3. Ekstremvinder og vindprofiler.

Vi ser nå at ekstremverdien med 50 års returperiode av 10 min. middelvind er beregnet til 34.5 m/s i vilkårlig sektor og 31.0 m/s i nordvestlig sektor på Makkaur fyr.

Ruheten er ventelig noe større på Makkaur enn ute på fritt hav. Det er rimelig å benytte 0.01 m både på fyrstasjonen og på Kjølnesaksla.

Dette svarer til en eksponent, $n=0.12$ i eksponentformelen, lign.1, når profilet tas over hele masta.

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^n \quad (1)$$

For nordvestlig vind med 31 m/s i 10 m's nivå, gir dette 44.9 m/s i 218 m's nivå.

Kjølnesaksla ligger på en 100 m høy rygg med stigning ca. 1:10 for nordvestlig vind. Dette tilsier en forsterkning i forhold til bakkevinden. Nytt forslag til ISO-standard vil medføre 16% forsterkning i 10 m's nivå og 10% forsterkning 200 m over bakken for en enkelt ås med slik stigning. Åsen innefor reiser seg imidlertid opp mot 400 m's nivå, og en viss hjørneforsterkning kommer derfor i tillegg. Vi kan regne med en nettoforsterkning på ca. 25% i 10 m's nivå og 15% i 200 m's nivå. Dette gir 50-års middelvind på 38.8 m/s i 10 m's nivå og 51.6 m/s i 218 m's nivå. Eksponenten i potensligningen (lign.1) går da ned fra 0.12 til 0.092.

Vindkast og turbulens.

Forsterkningen skyldes konvergens av strømlinjer. Dette medfører redusert turbulens. Iflg. forslaget til ny ISO-standard reduseres turbulensintensiteten med inversen av den topografiske forsterkningsfaktor, dvs. med $1/1.25=0.80$ (10 m's høyde) og $1/1.15=0.87$ (200 m's høyde).

Turbulensintensiteten i 10 m's nivå, I_u (10m), ved ruhet 0.01m ligger vanligvis omkring 0.15. Profilet følger det omvendte vindprofilet et stykke oppover. Vi får da $I_u(200m)=0.10$. Disse verdier reduseres til 0.12 og 0.09.

Kastfaktoren, $Gf_{3\text{ sek}}$ defineres som høyeste vindkast med varighet 3 sekunder, $U_{\max_{3\text{ sek}}}$, innenfor midlingsperioden for middelvind (10 minutter) dividert på middelvinden. Kastfaktoren er koblet til turbulensintensiteten gjennom lign. 2 (4):

$$GF_{3\text{ sek}} = 1 + 2.6 \cdot I_u \quad (2)$$

Dette gir $Gf_{3 \text{ sek}}(10\text{m})=1.31$ og $Gf_{3 \text{ sek}}(218\text{m})=1.23$, hvilket gir $U_{\text{max}_{3 \text{ sek}}}(10\text{m})=51$ m/s og $U_{\text{max}_{3 \text{ sek}}}(218)=63$ m/s. Dette gir en n-eksponent i lign.1 på 0.07, dvs. lavere enn 0.092. Dette er rimelig idet maksimale vindkast bremses mindre i nedre luftlag enn middelvinden.

Tabell 2.

Ekstremverdier med 50 års returperiode for middelvind og vindkast i 3 nivåer, samt n-eksponent i potensformelen (lign. 1) ved Kjølnesakslamasta. Ekstremverdiene forekommer mest sannsynlig i NW sektor (290-340°).

NIVÅ	10 MIN. MIDDELVIND	3-5 SEK. VINDKAST
10 m	39 m/s	51 m/s
100 m	48 m/s	60 m/s
218 m	51 m/s	63 m/s
n-eksp.	0.09	0.07

4. ISLASTER.

Mastefoten ligger på kote 100. For en mast på 100 til 200 m's høyde blir mastetoppen liggende under 300 moh. Dertil kommer at masta er skjermet for den mest isingsutsatte sektor omkring sørvest og vest. Den ligger åpent til for skyis for vind fra nordvest via nord til øst (300 - 120°), men her er isingsrisikoen generelt mindre.

Som referansestasjon kan nevnes Hamnefjell ved Båtsfjord. Denne masta ligger imidlertid på kote 418 og mastehøyden er 225m. Masta ligger således både høyere i terrenget, oppå en ås, og mer utsatt også for vind fra sørvest og vest. Skyhøydestatistikk fra Makkaur fyr viser at høyden opp til skybasis bare i 5.1% av tiden er under 300m, mens den i hele 13.4% av tiden ligger i området 300-600m (3). Det er også verd å merke seg at det ikke er registrert

is av betydning på en 70 m høy mast på Hamnefjell (ca. kote 400) (3). Etter dette regner vi ikke med signifikante bidrag av skyis på Kjønaskla Loran-C mast.

Våt snø som setter seg på masta og fryser, såkalt nedbøris, vil i noen grad kunne forekomme i masta. Slikt isbelegg blir erfaringsmessig neppe tykkere enn 5-10 cm.

50-års is.

En kan regne med 5cm isbelegg på alle stive konstruksjonsdeler mot alle sektorer. På barduner og fagverkselementer skal regnes en samlet isdiameter på 10 cm.

1-års is.

Dette er som i 50-års tilfellet, men med 5 cm som diameter på barduner og fagverkselementer.

Kombinasjon av is og vind.

Vanlig filosofi ved vurdering av Teledirektoratets master har vært å kombinere 1 års is med 50 års vind og 50 års vind med 1 års is. 1 års vindkast settes vanligvis til 75% av 50-års verdien, dvs. 45 m/s i topp av aktuell mast. 1 års is settes her til 5 cm isbelegg, men med maksimum 5 cm diameter på tynne konstruksjonsdeler.

Tetthet.

Isens tetthet settes til 700 kg/m³. Denne kan nok være en del lavere, men de oppgitte tykkelser vil da kunne være større. Den spesifikke vekt er derfor en slags referanse som tykkelsene vurderes sammen med.

5. REFERANSELISTE.

- (1) **Andresen, L.:**
 Monthly and Annual Frequencies of Concurrent Wind Forces and Wind Directions in Northern Norway and the Arctic for the period 1961-75.
 Det norske meteorologiske institutt, Oslo 1979.
- (2) **Harstveit, K. :**
 Antennemast Hamnefjell.
 Vindprofiler.
 DNMI KLIMA 17/92.
 Oslo 1992.
- (3) **Fikke, S. M.:**
 Hamnefjell radiolinjemast.
 Vind- og islaster for 225 m høy mast.
 DNMI KLIMA 4/85.
 Oslo 1985.
- (4) **Harstveit, K.:**
 Askøy bro. Vindmålinger på Storebuneset
 01.12.87 - 29.02.88.
 Oppdragsrapport for Statens vegvesen.
 DNMI KLIMA 12/88.
 Oslo 1988.