

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

KLIMA 35/86

DATO

16.07.86

TITTEL

EKSTREME VINDFORHOLD VED MOSJØEN ALUMINIUMSVERK.

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAGSGIVER

A/S NORTAK for Mosjøen aluminiumsverk.

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Ekstreme vindkast (3-5s) med 50 års returperiode på Mosjøen aluminiumsverk, nivå 17m, er beregnet til 56 m/s ved en Gumbel analyse. 21 års data er benyttet. Kastene forekommer ved vind i fjellet mellom SV og V, og skyldes nedslag fra svært høye nivåer. Lokalt skifter retningen svært mye, men S - SØ er dominerende.

Ekstremverdien for 10 min middelvind er beregnet til 23 m/s, retning inn fjorden fra NNW - lig retning.

Landvinden (SØ-Ø) blir ikke ekstremt sterk i Mosjøen.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

KNUT HARSTVEIT

Bjørn Aune

BJØRN AUNE

SAKSBEHANDLER

FAGSJEF

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. INNLEDNING.	1
2. STED OG TOPOGRAFI	1
2.1 Storstilt og regional topografi.	1
2.2 Lokal topografi.	1
3. DATAGRUNNLAG.	2
3.1 Vindmåler. Historikk og datakvalitet.	2
3.2 Representativitet.	2
4. METODIKK OG RESULTATER.	3
4.1 Klassifisering av vindtyper.	3
4.2 Ekstremanalyse.	4
4.2.1 Dannelse av datasett.	4
4.2.2 Gumbel's metode. Ekstremer for vilkårlig retning.	6
4.2.3 Sektorekstremer.	7
4.3 Vurdering av resultatene.	8
4.3.1 Sammenligning med Norsk Standard, NS3479, og andre undersøkelser	8
4.3.2 Fysiske forhold. Kastfaktorer.	8
5. REFERANSELISTE.	10

1. INNLEDNING.

Formålet med denne rapporten er å fastsette ekstreme vindlaster på taket av fabrikklokalene ved Mosjøen Aliminiumsverk. Rapporten er et svar på en forespørsel fra A/S NORTAK (vedlagt). Vindlastene skal brukes ved dimensjonering av tak på nye fabrikklokaler.

Det er kjent at vindforholdene i Mosjøen er kompliserte og at svært sterke vindkast gjør en del skade i området. Formålet med rapporten er derfor også å gi en utgreiing om hvilke vær-situasjoner som gir slike vindhastigheter.

Da det i 21 år har stått en registrerende vindmåler på taket av en av bygningene har en valgt å benytte disse registreringene i ekstremvindanalysen.

2. STED OG TOPOGRAFI

2.1 Storstilt og regional topografi.

Området ligger i den sørlige delen av Nordland fylke. Fjellkjeden Kjølen løper sørvest - nordøst i området, men den er lavere og mindre mektig over sørlige Nordland enn lenger nord. Fjellkjeden er kompleks med fjellmassiver på større og mindre skala.

2.2 Lokal topografi.

Mosjøen (Fig.1) ligger nede i en dalbunn. Vefsnfjorden løper nordvest-sørøst, mens innerste del av fjorden og dalen innenfor Mosjøen er dreiet mer nord - sør (eller NNV - SSØ).

Fabrikkområdet ligger på et flatt nes i fjordbunnen. Fabrikkområdet er relativt stort, med vide, flate bygninger. Det er ellers spredt med vegetasjon på neset.

Mot vest er det en bratt fjellvegg opp til toppen av Øyfjellet som ligger 800m over havet. Fjellområdet på vestsiden er ca. 30 km bredt. Det består vesentlig av fjell oppi 500 til 1000 m o.h..

Mot øst stiger terrenget langsommere. Enkelte partier når opp i 1500 m lenger inne, men det er lave pass imellom.

3. DATAGRUNNLAG.

3.1 Vindmåler. Historikk og datakvalitet.

Vindmåleren er av type Fuess 90z. Dette er et skålkorsanemometer med elektrisk overføring til en papirskriver. Måleren skriver øyeblikksvinden (vindkast med 3-5s varighet) og integrerer også ut 10 min midler av vinden. Vindretningen registreres kontinuerlig, se eks. i Fig.2.

Vindmåleren er plassert 8 m over taket på administrasjonsbygningen og 5 m over høyeste tak på nærliggende bygninger. Høyden over marken er 17 m. Måleren er montert såvidt høyt over taket for å unngå for mye forstyrrelser. En må likevel regne med en del hvirvlingsforstyrrelser ved vind fra N og NW (kilde:inspeksjonsberetninger).

Vindmåleren ble satt opp på det aktuelle målested 24.04.1964. Den har siden stått på samme sted. Det er dog fjernet noen brakker i nærheten etter 1964 og bygget noen nye bygninger etter 1969. Det er imidlertid ikke grunnlag for å tro at dette har påvirket måleserien.

Ved sammenligning av midlere årlig vindstyrke mellom Mosjøen og Nordøyen, viser årene 1965-67 for lave verdier på Mosjøen. Dette skyldes feil ved registratoren. Disse feil er imidlertid av en type som lar seg korrigere ved kritisk gjennomgang av registreringen. Siden det i en ekstremanalyse dreier seg om få verdier, var dette praktisk gjennomførbart.

Det er et par brudd i måleserien. Dette gjelder deler av september og oktober 1966, samt 17.03. - 02.07.1969. Det ser imidlertid ikke ut til at det har vært episoder med vesentlig sterkere vind i disse periodene enn i resten av de 2 angjeldende vindårene, slik at bruddene får liten betydning for analysen.

Vindkastene kan bare registreres opp til 80 knop med det aktuelle registreringsutstyr. I 3 tilfelle var denne grense klart overskridet. En måtte da estimere toppverdiene på grunnlag av kastfaktorer funnet når episoden lå under sitt maksimale virkningsnivå. Dette er gjort nærmere greie for under metodedrøftingen.

Det synes etter overnevnte diskusjon å være grunnlag for å betrakte den korrigerede datarekke fra Mosjøen for homogen og uten alvorlige feil.

3.2 Representativitet.

Da måleren står montert over et tak er målingene strengt tatt bare representative for punktet de er målt i. Variasjonene av vinden i Mosjøen er imidlertid i alle fall så store pga. nedslag av hvirvler

fra fjellene i vest, at forholdene vil kunne variere hurtig med avstanden selv innenfor et lite område. Sett på bakgrunn av dette forhold vil takplasseringens effekt få redusert betydning. Dertil kommer at en har plassert måleren i 8 m's høyde over taket for å unngå mest mulig forstyrrelser.

En kan konkludere med at målingene er tilnærmet representative for vinden 17 m over marken innenfor fabrikkområdet. Representativiteten blir mer tvilsom når vi fjerner oss fra dette området, og forholdene varierer hurtigere på tvers av dalen enn i dalens retning. Dette gjelder nivået på ekstremene. Kvalitativt er forholdene tilnærmet like innenfor Halsøen og til og med sørsiden av Mosjøen sentrum.

4. METODIKK OG RESULTATER.

4.1 Klassifisering av vindtyper.

En kritisk gjennomgang av episoder med sterk vind gav grunnlag for en grovere inndeling enn ordinær 8-deling av kompassrosen. Det synes som om episoder med sterk vind kan klassifiseres i tre typer i Mosjøen.

- 1) Jevn vind mellom øst og sørøst. Dette er ekte landvind. Kastene synes ikke å kunne nå ekstremt sterke verdier ved slik vind.
- 2) Sterkt skiftende vind, men med sør til sørøstlig dominans. Vinden er svært turbulent og svært sterke vindkast kan registreres. Retningsfløyen roterer ved sterke kast. Dette er nedslag av hvirvler fra høyere nivå generert ved sørvestlig til vestlig høydestrømming over Øyfjellet.
- 3) Nordvestlig til nordlig vind. Dette er vind som blåser inn fjorden. Den er mindre turbulent enn type 2, men en del sterke vindkast kan forekomme. Vinden fra denne sektor blir ofte sterk i middel. Sterk vind forekommer ved vestlig til nordlig vind over fjellene.

Ved vestlig vind over fjellene er det vanskelig å forutsi hvilken av vindtypene 2 og 3 vi får i Mosjøen. Små endringer i høydevinden skal da til for f.eks. å endre en hvirvlende nedslagsvind til en jevnere nordvestvind.

4.2 Ekstremanalyse.

4.2.1 Dannelse av datasett.

Vindåret defineres fra juli t.o.m juni. Ved denne fravikelse fra kalenderåret unngår en at samme episode skal telle for to år, idet det er langt mer sannsynlig at en ekstremvindsituasjon er å finne ved nyttårskiftet enn ved månedsskiftet juni/juli.

En har valgt ut alle episoder med max middelvind på 5B (8m/s) eller mer. Disse er funnet fra vårt EDB - lager. Da maxvindangivelsene her bare finnes i Beaufort før 1982, og også tilhørende retningsangivelser mangler, er det nødvendig å lese av nøyaktige verdier direkte fra registreringene.

Da Fuess 90z registratoren har begrensning på 80 knop på kastene, vil vi risikere å få peak-verdier i Mosjøen. Dette har skjedd i hele 10 av de 21 årene. I tre av disse årene er det tydelig at vindkastene har vært vesentlig høyere enn 80 knop. En har da vært nødt til å gjøre en skjønnsmessig vurdering av toppverdiene. Dette gjøres ved beregning av en omtrentlig kastfaktor (vindkastverdi dividert på 10 min middelvendi) i den del av stormperioden der kastene ikke overskred 80 knop. Ved å multiplisere denne kastfaktoren med den høyeste middelvinden i episoden framkommer et estimat for det høyeste vindkastet. På dette grunnlag ble vindkastene beregnet til 90 knop (episode i januar 1970/71), 95 knop (episode i nyttårshelgen 1972/73, se Fig. 2) og 90 knop (episode i januar 1982) (1 knop = 0.514m/s). Vi kan regne med en usikkerhet på ± 5 knop ved denne estimering.

En ender opp med et datasett som består av sterkeste vindkast(3-5s) og sterkeste verdi av 10 min middelvind innenfor hver av de tre retningstypene definert i kap. 4.1. Rekken består av 21 år fra 1964/65 til 1984/85. Den er vist i tabell 4.1. Siste 2 kolonner i tabellen viser totalt sterkeste vindkast og middelvind uansett type for hver av de 21 årene.

Tabell 4.1

Den sterkeste vind i hvert av årene 1964/65 - 84/85 innenfor hver av de tre vindtypene definert i kap. 4.1, samt for vilkårlig retning. Både vindkastverdier (3-5s) og 10 min middelvind (V_{10}) er tatt med. I nedre del av tabellen er de 5 høyeste verdiene i disse gruppene ført opp i sortert rekkefølge, og midler av disse 5 verdier dannet. Deretter er ført opp en faktor som er forholdstallet mellom aktuelt middel og middel i den gruppe som har høyest middeltall. Til slutt i tabellen er ført opp ekstreme verdier med 10 og 50 års returperiode.

HØYDEVIND		1 LANDVIND		2 SV-V		3 V-N		VILKÅRLIG	
LOKAL		Ø - SØ		HVIRVL., S-SØ		NV-N			
ÅR	KAST	V_{10}	KAST	V_{10}	KAST	V_{10}	KAST	V_{10}	
1964/65	31	18	26	11	33	18	33	18	
65/66	17	13	36	15	32	18	36	18	
66/67	33	22	36	15	41	21	41	22	
67/68	29	22	37	21	38	24	38	24	
68/69	27	18	36	18	35	25	36	25	
69/70	19	14	30	16	22	15	30	16	
70/71	20	14	46	21	42	21	46	21	
71/72	26	15	41	16	22	14	41	16	
72/73	29	14	49	21	39	21	49	21	
73/74	22	14	30	15	28	18	30	18	
74/75	23	14	42	18	36	17	42	18	
75/76	18	11	42	19	28	19	42	19	
76/77	27	17	35	16	20	13	35	17	
77/78	25	16	32	12	26	16	32	16	
78/79	22	12	40	17	30	16	40	17	
79/80	20	12	42	19	24	13	42	19	
80/81	18	10	42	17	28	19	42	19	
81/82	26	15	42	19	46	21	46	21	
82/83	18	14	34	15	25	16	34	16	
83/84	22	15	42	20	26	17	42	20	
84/85	-	-	32	14	21	12	32	14	
5	1	33	49	21	46	25	49	25	
H	2	31	46	21	42	24	46	24	
Ø	3	29	42	21	41	21	46	22	
Y	4	29	42	20	39	21	42	21	
E	5	27	42	19	38	21	42	21	
MIDDEL	30.0	19.2	44.3	20.3	41.1	22.2	45.1	22.6	
FAKTOR	0.68	0.85	1.00	0.89	0.93	1.00			
10 ÅR	32	20	47	21	44	23	47	23	
50 ÅR	38	23	56	24	52	27	56	27	

4.2.2 Gumbel's metode. Ekstremer for vilkårlig retning.

Ekstremene i vilkårlig sektor for vindkast (3-5s) og 10 min middelvind kan nå benyttes i en Gumbel analyse. Denne metode (1) forutsetter at datasettet er Gumbel-fordelt. Dette er et forholdsvis mildt krav til vindekremer, idet fordelingen er fleksibel.

$$F(X) = \exp(-(\exp(-\alpha(X - \mu)))) \quad (4.1)$$

der parameterne α og μ er parametre som tilpasses datarekken. De bestemmes på grunnlag av middelerdi og spredning i rekken.

Oppfattes X som en ekstremt høy verdi av vindhastigheten, vil fordelingen gi opplysning om sannsynligheten for at en slik verdi skal overskrides. Den er gitt ved

$$P(U > X) = 1 - F(X) \quad (4.2).$$

Siden inngangsdatasettet er årsverdier gir dette uttrykk for sannsynligheten for overskridelse i et enkelt år. Vi kan da finne returperioden, $T(X)$, dvs. antall år pr. gjennomsnitt mellom hver overskridelse i en meget lang rekke, ved

$$T(X) = 1 / (1 - F(X)) \quad (4.3).$$

Vi ønsker nå å bestemme den X - verdi som har returperiode på 10 og 50 år. Dette gjøres enkelt ved å gå motsatt vei. Det eksisterer ferdige programmer for dette og alt som behøves er inntasting av datasettet.

En kan diskutere hvorvidt overnevnte metode gir pålitelige estimater for ekstremverdiene med de bestemte returperioder. Feil vil inntre dersom rekken er for kort. Det vil være nødvendig med minst 10 år i rekken, og den bør helst ikke anvendes for å gi ekstremer med returperioder utover 2 x rekkens lengde. Dette siste krav synes det ofte mot, en må da være klar over at en får større usikkerheter i estimatene. Rekken fra Mosjøen er 21 år. Det kan derfor forsvares å beregne også 50 års verdier med krav på noenlunde pålitelighet.

Datarekken for ekstreme vindkast fra vilkårlig retning gav 47 m/s for 10 års vinden og 56 m/s for 50 års vinden. Tilsvarende verdier for 10 min middelvind er 23 og 27 m/s.

For vurdering av usikkerhet introdusert ved estimering av kastverdier over sperregrensen på 80 knop, har en kjørt en Gumbel analyse med

datasett der 1) de 10 høyeste verdiene var satt til 80 knop 2) datasett som i tabell 4.1 men med de tre toppverdiene på 85, 85 og 90 knop, og 3) med toppverdier 95, 95 og 100 knop. Ved datasett 1) får vi en 10 års vindkastverdi på 44 m/s (86 knop). Dette står i strid med antagelsen om verdier på max 80 knop gjennom 21 år, og viser at en slik fordeling ikke er sannsynlig. Forøvrig er en slik antagelse også forkastet ved vurdering av peak-situasjonene.

Datasett 2) gav 46 og 54 m/s som 10 og 50 års verdi, mens 3) gav 49 og 58 m/s. Det synes derfor være klart at de introduserte usikkerheter ligger innenfor $\pm 5\%$.

4.2.3 Sektorekstremer.

Gumbel's metode kan ikke uten videre brukes direkte for vind innenfor avgrensede sektorer. Dette vil kunne gi en så stor spredning i datasettet at modellen vil reagere for konservativt og estimere sektorekstremer som er høyere enn ekstremer fra vilkårlig sektor. Dette er en selvmotsigelse.

For å unngå dette problem har en benyttet en alternativ metode. En ser at de sterkeste kastene stort sett finnes i gruppen med hvirvelnedslag, mens sterkest middelvind finnes i nordvestlig sektor (tabell 4.1).

En tilordner derfor totalekstremene til disse sektorene. Deretter tar en ut de 5 høyeste verdiene i hver av de tre vindgruppene og danner midler av dem. En beregner så faktorer ved å dividere middeltallet fra den enkelte sektor med middeltallet fra den sektor som har høyest middeltall. Denne faktor multipliseres med ekstremerne fra vilkårlig sektor. Derved får vi beregnet ekstremer med 10 og 50 års returperiode for alle tre vindgruppene. Det hele gjøres for både kast(3-5s) og 10 min middelvind.

Resultatene kan finnes nederst i tabell 4.1. En må være oppmerksom på at de sterke kastene i hvirvelsituasjoner kan komme fra alle retninger, selv om S - SØ er preferert. Tabellen gir imidlertid informasjon om at forholdsreglene ved varslet sterk vind fra SV til NV vind på kysten og i fjellet, må bli helt andre enn når sterk landvind (Ø-SØ) er varslet.

4.3 Vurdering av resultatene.

4.3.1 Sammenligning med Norsk Standard, NS3479, og andre undersøkelser.

Fra p. 4.2.2.2. i NS3479 (2) kan en, ved å bruke kurve B finne et anslag på 43 m/s for vindkast i 17 m's høyde med 50 års returperiode. Ved bruk av ligningen

$$V(n) = V(50) \cdot (0.76 + 0.14 \log_{10} n) \quad (4.4)$$

angitt under p.4.2.2.1 i (2) er tilsvarende 10 års vindkastverdi funnet til 39 m/s.

Av tabell 4.1 ser vi at 10 års vinden for midlere forhold på værharde kyststrøk faktisk er overskredet i hele 11 av 21 tilfelle. Gumbel analysen av datamaterialet gir en to års verdi på 38 m/s. Vi har altså klart dokumentert at 10 års verdien på 3-5s vindkast på værharde kyststrøk, slik disse er definert i Norsk Standard (1), kurve B, svarer til en 2 års verdi i Mosjøen.

50 års vinden i Mosjøen er beregnet til 56 m/s mot 43 m/s ved kurve B. Forholdet mellom 50 og 10 års vinden er $56/47 = 1.19$ i Mosjøen, mens den for kurve B er $43/39 = 1.11$. Dette viser at ekstremt sterke, sjeldne stormer (fra SV til V) gir særlig sterke vindkast i Mosjøen. Dvs, dess sterkere stormen er, dess større blir utslaget (avviket fra kurve B).

Av andre undersøkelser som gjelder Gumbel analyse av ekstreme vindkast på kysten, kan nevnes en undersøkelse av S. Fikke (3). Han fant at på Sola, Utsira, Flesland, Vigra, Ørland og Bodø lå 50 årsverdien i området 41 - 48 m/s for 10 m nivået. Bare på Andøya ble det funnet sterkere kast, 56 m/s for 50 års verdien. Andøya og Mosjøen har altså ekstreme vindkastforhold av samme størrelsesorden.

Det må presiseres at nevnte forhold gjelder 3-5s vindkast. Ekstremverdiene for 10 min middelvind i Mosjøen er ikke spesielt høye, og vil være lavere enn verdier for værharde kyststrøk.

4.3.2 Fysiske forhold. Kastfaktorer.

Som en røff oversikt over kastfaktorer (3-5s vindkast dividert på 10 min middelvind i Mosjøen) har vi benyttet middelveidien for de 5 sterkeste tilfellene innenfor de tre vindgruppene i tabell 4.1. Dette gav 1.56 for landvind, 2.18 for hvirvelnedslag i SV-V høydevind og 1.85 for nordvestvind. (Sistnevnte faktor kan være litt forhøyet pga. takeffekten.)

Kastfaktorene gir et uttrykk for turbulensen i vindfeltet. En kan her særlig merke seg forskjellen mellom den sterkt turbulente vinden ved SV-V høydevind (lokalt kalt "Trangskarsvind" fordi den enkelte steder synes å komme ned Trangskaret. Dette er nok imidlertid et forenklet bilde av situasjonen) og den lang jevnere vinden ved øst til sørøstlig vindfelt. Selv ekstremt sterke landvindsituasjoner gir ikke urovekkende høye vindstyrker i Mosjøen. Dette kan skyldes skjerming fra større fjellpartier innenfor, men trolig har også topografiens form i Mosjøen betydning. Dalsiden i øst er mye slakkere enn i vest, slik at hvirvelnedslag ikke favoriseres. Mye av vindfeltet vil derfor gå over byen.

Nå kan en undre seg over hvorfor ikke en jevn, sterk sørlig vind, blåsende i dalens retning gjør seg gjeldende i Mosjøen. Svaret på dette er nok at topografien på noe større skala hindrer en slik vind.

Den fysiske mekanismen bak hvirvelnedslagene ved SV- V høydevind kan være av flere typer. Sikkert nok er det at både fjellpartiet i vest og den bratte vestveggen i Mosjøen har betydning.

Fig. 2 viser vindregistreringen under den sterkeste av alle de registrerte episodene, nyttårsnatten fra 1972 til 1973. En kan merke seg følgende:

- 1) Vindøkningen kommer meget brått. I løpet av 1 minutt tid kl. 21.30 er forholdene totalt endret.
- 2) Retningen på luftstrømmen ligger mest omkring S - SØ, mens den på Vardefjell (630m o.h.) var VSV.
- 3) I sammenheng med de mest intense kastene roterer vindfanen rundt hele kompassrosen. Dette tyder på at det dreier seg om hurtigroterende hvirvler med vertikal akse som driver med strømmen fra S-SØ.
- 4) Hvirvlene synes å komme i perioder. Ca. hvert 10. minutt er hvirvlingen størst.

For øvrig var maksimumstemperaturen under episoden $+11.5^{\circ}\text{C}$. På kysten var maksimumstemperaturen $+7-8^{\circ}\text{C}$, og på Vardefjell $+2.5^{\circ}\text{C}$. Dette viser at episoden hadde klare føneeffekter. Forskjellen fra Mosjøen til Vardefjell viser også at skiktningen over Mosjøen er superadiabatisk, dvs. at vi har termisk instabilitet. Forholdene er omtrent som i en kraftig utviklet sommerbyge. Dette er noe av årsaken til dannelsen av hvirvlene. De høye temperaturene i Mosjøen skyldes nedslag av luft fra flere km høyt nivå. Hele systemet er generert av fjellpartiet i vest, trolig ved fjellbølger som bryter. Den bratte vestveggen i Mosjøen er sentral i denne forbindelse.

5. REFERANSELISTE.

(1) Gumbel, E.J.:

"Statistics of extremes."
Columbia University, New York, 1977.

(2) Norges byggstandardiseringsråd:

"Norsk standard NS 3479."
Norges standardiseringsforbund, 1979.

(3) Fikke, S.:

"Vindkast-ekstremer og kastfaktorer."
Klima 11, Arbeidsnotat, DNMI,
1983.

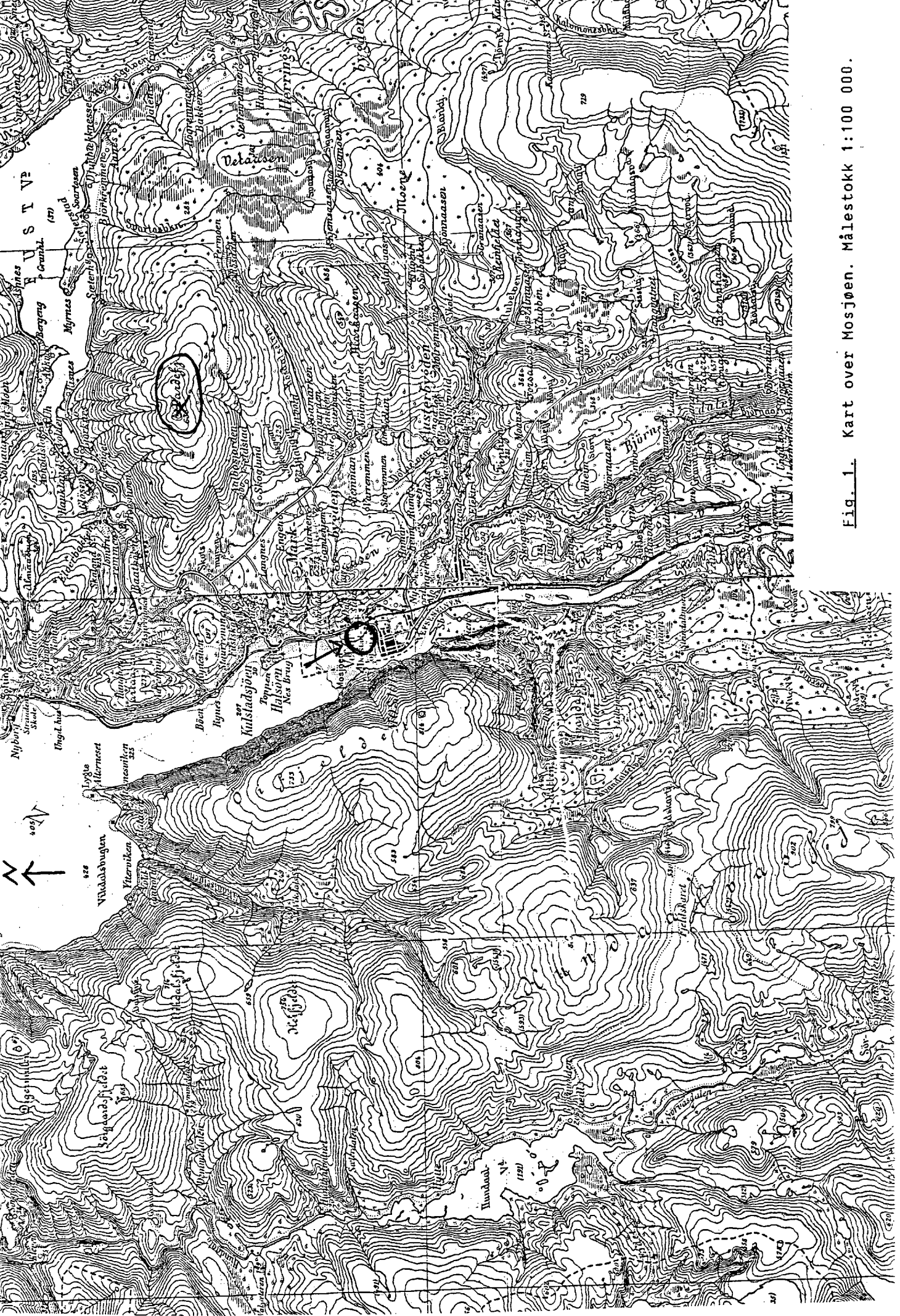


Fig. 1. Kart over Mosjøen. Målestokk 1:100 000.

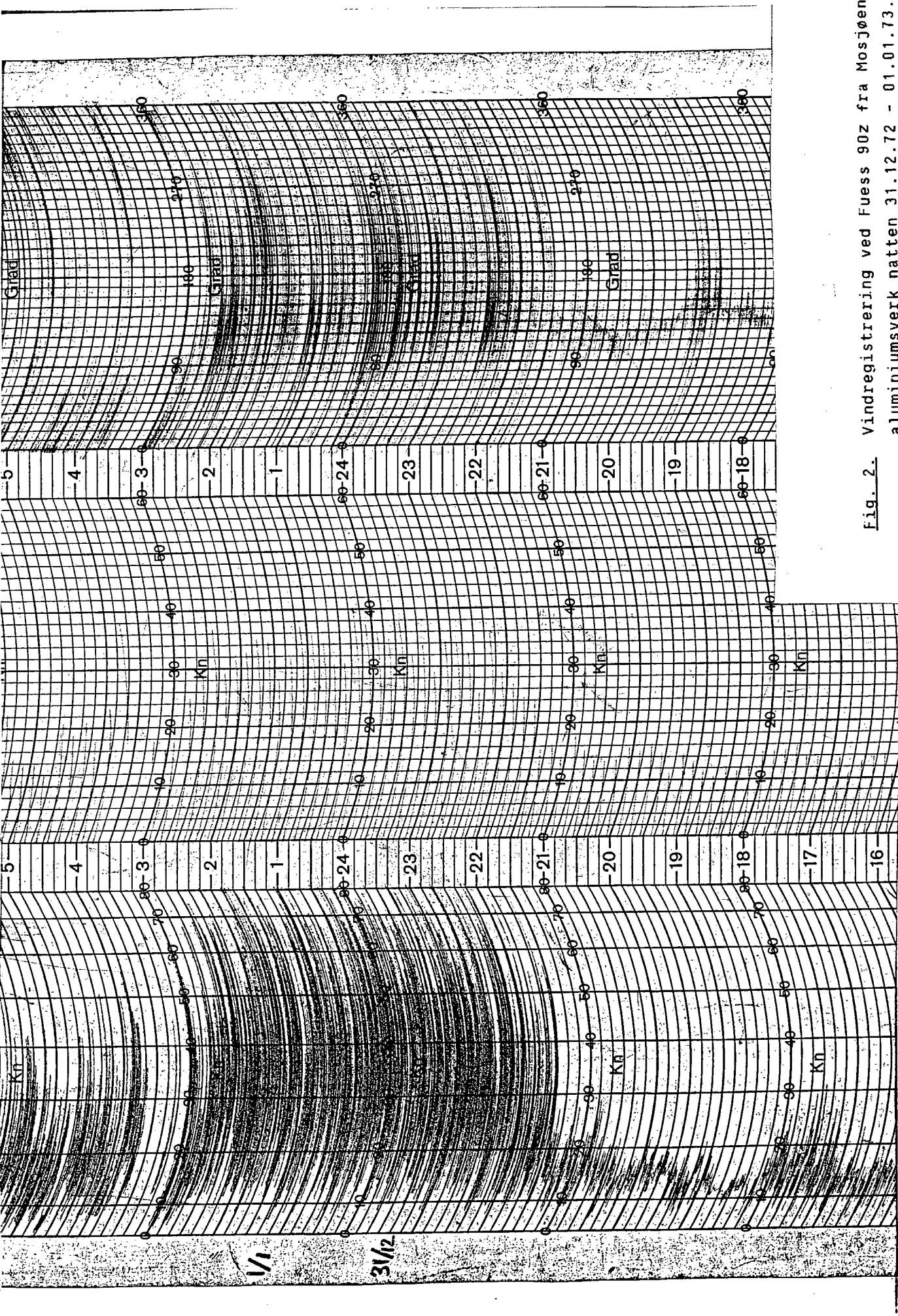


Fig. 2. Vindregistrering ved Fuess 90z fra Mosjøen aluminiumsverk natten 31.12.72 - 01.01.73.



A/S NOR-TAK

Takentreprenør

Bodø - Harstad - Tromsø

130386

Vår dato: 12.03.86

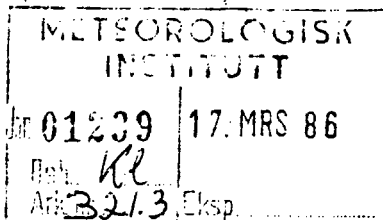
Vår referanse: PF

Deres dato:

Deres referanse:

Værvarslinga i Nord-Norge
Postboks 2760

9001 Tromsø



VEDR. VÆROBSERVASJONER I MOSJØEN - OPPTREDENDE VINDSTYRKE

I forbindelse med at det skal bygges nye fabrikklokaler ved Mosjøen Aluminiumsverk, er vi interessert i å få oppgave over sansynlige maksimalt opptredende vindlaster på fabrikkstedet.

Vi er blitt fortalt at ved dimensjonering for vindlaster på tak, så bør det benyttes verdier omtrent som lasten etter kurve B i TPF norm nr.2 med 100% tillegg, se vedlegg.

Vi ser fram til Deres svar.

Med vennlig hilsen

A/S NOR-TAK
Takentreprenør

Per Fosby

Oversendes DNMI, Blindern for besvarelse.

Tromsø 13 mars 1986

Olav B. Syse