

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

37/87 KLIMA

DATO

9.11.1987

TITTEL

TAUBANEPROSJEKT I NY-ALESUND
ISLASTER

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT
SVEIN FIKKE

OPPDRAGSGIVER

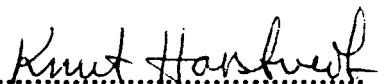
NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING - NILU

OPPDRAGSNR.

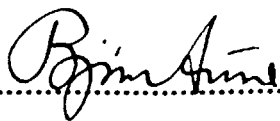
SAMMENDRAG

Rapporten omhandler isingsvurdering og islaster på et taubaneprosjekt i Ny-Ålesund. Trasséen ligger i nordskråningen på Zeppelinfjellet, 50 - 474 m.o.h. Isingsvurderingen bygger på data for skyhøyde, lufttemperatur, nedbør, vindretning og vindstyrke fra Ny-Ålesund. Dimensjonerende islast med 50 års returperiode settes til 10 kg/m over 300 m's nivået og 5 kg/m under 300 m.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune
FAGSJEF

SAMMENDRAG

Rapporten omhandler ising og islaster på et taubaneprosjekt ved Ny-Ålesund. Taubanen skal løpe fra 50 til 474 m's nivå i en nordhelning på Zeppelinfjellet.

Ising på anlegget i form av skyis forekommer over 450 m ved sør og sørvestlig vind over fjellet. Lokalt i Ny-Ålesund er da vindretningen i sektor øst til sørvest. Denne ising forekommer hele året, minst om sommeren.

Ved vestlig til nordvestlig vind vil det forekomme skyis ned til ca. 300 m's nivået. Denne ising forekommer mest om sommeren og høsten. Anlegget vil på denne årstid neppe stå nediset gjennom lengre tid.

Nedbøris vil forekomme over hele anlegget.

Isen vil være porøs, med en blomkålaktig struktur, og ha en tetthet på opp til 500 kg/m^3 .

Dimensjonerende islaster med 50 års returperiode settes til 10 kg/m over 300 m's nivået og 5 kg/m under 300 m. Lastene er trolig noe konservative, men anbefales på grunn av lite erfaringsmateriale.

1. INNLEDNING

Bakgrunnen for denne rapporten er en henvendelse fra NILU av 29. september 1987 (vedlagt). Man planlegger et taubane-prosjekt i Ny-Ålesund i forbindelse med en miljøstasjon på Zeppelinfjellet. Henvendelsen har sitt utspring i krav fra Veritas angående dimensjoneringen av anlegget. Man vet at ising på slike konstruksjoner mange steder er et problem, men har ingen spesiell oppfatning om at det er et problem for det aktuelle anlegg.

2. STED OG TOPOGRAFI.

Ny - Ålesund ($78^{\circ} 55'N$, $11^{\circ} 55'E$) ligger på nordvestsiden av Vest Spitsbergen, Svalbard. Mot sektor nord til sørøst ligger større bre og fjellområder som skjerner for transport av fuktig luft.

Selve taubanestrekningen ligger i en nordvendt helling opp mot Zeppelinfjellet. Toppen av taubanen er plassert på kote 474 m. Zeppelinfjellet har en topp på 554 m vest for taubanetoppen som ligger på en skarp rygg. Meste delen av heisanlegget er således skjermet av Zeppelinfjellet (med ryggforlengelse) hva angår sørøstlig, sørlig og sørvestlig luftstrømning. Kart over området er vist i Figur 1 - 2.

Selve toppmasten vil ved plasseringen på ryggen bli utsatt for sørlig til sørsørvestlig vind som kommer over skaret mellom Lundryggen og Zeppelinfjellet. På sørøstsiden av Austre Brøggerbre løper en rygg som når opp i 500 - 600 m. Denne gir en viss dekning for ising fra denne sektor. Det er ellers vind i sektor sør til sørvest som kan gi den største isingen på vestsiden av Svalbard dersom det ikke er lokal dekning. Slik luft har nemlig meget lang transport over åpent vann og har derfor tatt opp mye fuktighet.

Mot vest og vestnordvest ligger det også høyere terreng som skjerner mot ising, unntatt en smal sektor mot 260° - 270° hvor luften i nivå 350 - 400 m har udekket strømningsvei. (Over 430 m er taubanelinjen dekket av en lokal rygg fra denne sektor.)

Mot nordvest (300° - 340°) er det en åpen sektor. Hele taubaneanlegget er eksponert for luft som kommer inn Kongsfjorden fra denne sektor. Denne luft kommer fra Arktis.

Den nordatlantiske vestavindsdrift holder imidlertid isfritt vann helt opp til 80° N vest for Svalbard. Dette gjør at nordvestlig vind som kommer over isen nordøst for Grønland strømmer ut over et område med isfritt farvann før den blåser inn gjennom Kongsfjorden. Denne isfrie havstrekning har en middels lengde mot nordvest på 250 km i august og 50 km i april. Luftstrømmen vil således ta opp en del fuktighet før den når Ny - Ålesund.

3. ISING:

3.1 Generelt.

Skyis.

Når fuktige luftstrømmer med underkjølte vanndråper i form av skyer/tåke blåser mot konstruksjoner, vil vanndråper avsettes på konstruksjonsdelene i form av is. Dimensjonene på konstruksjonsdelene viser seg å være av stor betydning. Istykkelsen blir størst på tynne eller slanke objekter som luftledninger, barduner og fagverk, mens islaget er tynnere på husvegger, store sylindere og naturlige flater (f. eks. fjellrygger).

Isen avsettes mot vindretningen. Avsetningshastigheten avhenger av meteorologiske elementer som vindhastighet, vanninnhold og dråpestørrelser. Vanninnholdet avtar hurtig ved nedadgående bevegelser i luftmassen fordi vanndråpene delvis fordamper, således vil høyereliggende terreng mot vindretningen skjerme mot ising.

Nedbøris.

Ved kraftig snøfall og lufttemperatur over 0° C vil snøen være våt og lett feste seg til konstruksjoner. Akkumulasjonen kan være større enn avsmeltingen, og dersom en slik episode etterfølges av kaldere vær, fryser våtsnøen til is som fester seg til underlaget. Slik is kan variere mye i tykkelse og tetthet. Også underkjølt regn eller yr vil gi is på underlaget, den vil være tynnere, men være kompakt og ha tetthet på 900 kg/m^3 .

3.2 Ising ved nordvestlig og vestlig vind.

Luften over isen er kald, men den oppvarmes over åpent vann og sjiktningen blir instabil (superadiabatisk). Kondensasjon av vanndamp til dråper vil først inntre i nedre lag, og vi

får frostrøyk.

Etter hvert hever tåken seg til lavere skyer. Disse vil ved temperaturer på $-5 - 0^{\circ}\text{C}$ inneholde en del fuktighet og underkjølte vanndråper. Luften er imidlertid i utgangspunktet stabil i dype lag slik at vertikal blanding hindres oppover i atmosfæren. Skyene får liten vertikal tykkelse. Skydråpene vil ikke så lett vokse, og en kan anta at skyene vil bestå av små dråper og ha et relativt lite vanninnhold.

Slik luft vil ved sterk vind likevel gi noe is, men isen vil ha en porøs, blomkålaktig struktur med lav tetthet. Isingen vil dessuten foregå vesentlig om sommeren og tidlig høst når det er lengst strekning med åpent vann i denne sektoren. Vinterluften er dessuten for kald til å inneholde særlig mye underkjølt vann. Isingsvarigheten blir neppe spesielt stor, fordi varmluftsinnslag vil føre til hurtig avsmelting.

Det vil neppe bli noe særlig nedbøris fra denne retning fordi det kommer lite nedbør innenfor det aktuelle temperaturområdet.



3.2. Ising fra sør og sørvest.

For luftmasser fra sør og sørvest kan fuktighetsinnholdet og dråpestørrelsen være større. Lokal skjerming fører imidlertid til at heisanlegget er lite utsatt for denne retning, og bare anlegg helt oppå ryggen vil få skyis. Også ryggen i 487 m's nivå har imidlertid en viss dekning fra fjellryggen sør for Brøggerbreen og isingsrisikoen blir tilsvarende redusert. Til gjengjeld kan denne ising også forekomme om vinteren og ha lengre varighet.

Den lokale vindretning nede i Ny-Ålesund vil ofte være østlig eller sørøstlig når vinden over Zeppelifjellet kommer fra sør. Dette skyldes topografiske effekter som fører til at vinden i lavere nivåer vil blåse mer eller mindre på tvers av isobarene. Nedbør og lave skyer vil derfor forekomme også ved lokal fralandsvind i Ny-Ålesund. Tilsvarende gjelder for isingsrisikoen.

Ved sørlig og sørvestlig vind over Zeppelifjellet vil det nok være en del tilfelle med mye våt, tung snø som kan gi nedbøris på heisanlegget. Slik is vil fordele seg over hele anlegget, men i hvert enkelt tilfelle neppe over større høydeintervaller enn 100 - 200 m.

4. DATAGRUNNLAG OG STATISTIKK.

Det finnes en værstasjon i Ny- Ålesund som har vært i drift siden 1969. I 1974 ble det imidlertid foretatt en flytting av stasjonen. Vi har derfor brukt dataserien fra 1975 til 1986 (12år) for statistiske vurderinger.

Observasjoner av lufttemperatur, vindretning, vindstyrke, 12t. nedbør og skyhøydebasis er benyttet. Observasjonene er utført tre ganger pr. døgn, kl. 06, 12 og 18 GMT.

4.1 Nordvestlig vind.

Statistikken viser at det er 9.3% tilfelle med nordvestlig vind ($300 - 340^{\circ}$) i de 12 årene. Av disse er det 52.6% med temperatur mellom -5.0 og $+5.0^{\circ}\text{C}$ i Ny - Ålesund. Av all slik nordvestvind er det 437 av 612 tilfelle (71%) med tåke eller overskyet vær (skydekke, $N \geq 7$). Dersom også $N=6$ regnes som overskyet, blir prosenten 79%. Dette viser at overskyet vær dominerer i nordvestlig sektor, hvilket må sees i sammenheng med strømming over åpent vann og heving mot land.

Temperaturstigningen med høyden kan regnes til $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ i det en regner med nøytral sjiktning. I noen tilfelle følges dog fuktigadiabaten på $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ i det kondensasjon inntreer ved heving og den latente varme brukes til oppvarming. Temperaturen i 400 m's nivået ligger således 2 - 4°C lavere enn nede i Ny-Ålesund.

Antallet med nordvestlig vind i overnevnte temperaturintervall fordeler seg med høyden opp til de laveste skyene som tabell 1 viser.

Det er 80 tilfelle med vindstyrke på minst 4B (>5 m/s) og skybasis under 600 m, og 22 tilfelle med skybasis under 300 m. Vindhastigheten i 400 m's nivået er da trolig >10 m/s. Der er 3 tilfelle med liten kuling i Ny- Ålesund og skybasis under 600 m, Det er da trolig storms styrke (>20 m/s) over Zeppelinfjellet.

Statistikken viser ellers at det er klart flest tilfelle med isingspotensiale om sommeren (sesongfordeling er ikke angitt i noen tabell her). Om vinteren er det stort sett for kaldt. I månedene november - april er det 380 tilfelle med nordvestlig vind, men i bare 30 av disse tilfellene er temperaturen høyere enn -5°C .

NY-ÅLESUND 1975 - 1986

SKYHØYDE	ANTALL	ANT. FF \geq 4
0-50m	6	1
50-100m	15	2
100-200m	28	6
200-300m	73	13
300-600m	272	58
600-1000m	149	
1000-1500m	43	>600m:
1500-2000m	7	64
2000-2500m	3	
>2500m	23	

Tabell 1.

Antall tilfelle med vind i sektor 300 - 340° og temperatur -5.0 - +5.0°C med og uten betingelsen om vindstyrke, FF \geq 4B, fordelt på observert skyhøydebasis.

Vi ønsker nå å isolere de tilfellene som gir mest potensiell ising i 400 m's nivået på taubanestrekningen og setter følgende krav til vørelementene (målt i Ny-Ålesund): vindretning mellom 300 og 340°, vindstyrke \geq 4B, skyhøydebasis under 300 m og temperatur mellom -2.0 og +3.0°C. Dette gir oss 13 episoder i løpet av 12 år, dvs. gjennomsnittelig 1 gang pr. år. Alle episodene har forekommet i månedene mai - september.

Vi har også testet på 12t. nedbørsum med 5 mm som minstekrav. Fordelingen av slike parametre gir en indikasjon på fuktighetsinnhold og dråpe- størrelse i skylagene. Der er 7 tilfelle med nordvestlig vind med skybasis under 600 m og temperatur mellom -5.0 og +5.0°C på de 12 årene som er vurdert. Høyeste nedbørsum er 23.4 mm. Dette er svært lave verdier og bekrefter vår mistanke om at vanninnhold og dråpestørrelse i skyene gjennomgående er lavt.

4.2 Vestlig vind.

Ved vestlig vind (250 - 290°) er forholdene på mange måter de samme som ved nordvestlig vind. Der er 15 episoder med 12t. nedbør over 5 mm og høyeste verdi er 14 mm. Når vi husker på at bare en smal kanal omkring 260 - 270° gir

N	Stasj	År	Md	Dt	Kl	TT	FX	DD	H	RR
1	9991	76	2	14	19	-11	4	17	4	72
2	9991	76	3	22	19	40	4	19	4	75
3	9991	76	3	23	7	33	4	18	4	55
4	9991	76	3	23	19	8	5	19	4	87
5	9991	76	6	10	7	45	3	16	4	71
6	9991	76	10	2	7	33	4	13	2	90
7	9991	77	7	8	7	17	2	16	2	59
8	9991	78	5	21	19	47	4	17	1	68
9	9991	78	10	17	7	11	5	10	4	60
10	9991	78	11	8	19	22	7	9	3	50
11	9991	79	10	2	7	12	4	23	3	78
12	9991	80	3	12	7	6	5	13	4	70
13	9991	80	8	8	7	14	4	9	2	140
14	9991	81	5	12	19	-44	5	22	4	66
15	9991	81	9	18	19	24	5	15	3	90
16	9991	81	9	19	7	21	3	24	4	183
17	9991	81	11	9	7	35	6	17	4	86
18	9991	82	7	29	7	50	4	20	4	64
19	9991	82	10	4	7	50	4	15	4	112
20	9991	83	2	28	7	-2	5	16	3	90
21	9991	83	2	28	19	26	5	17	3	94
22	9991	83	3	2	7	5	7	14	4	340
23	9991	83	3	2	19	36	5	14	4	174
24	9991	84	3	10	19	16	3	18	3	84
25	9991	84	3	12	7	3	4	22	3	50
26	9991	84	3	12	19	-15	3	20	3	60
27	9991	84	4	1	7	-43	5	20	4	110
28	9991	85	3	8	7	14	7	20	2	100
29	9991	85	11	16	19	33	5	24	4	50
30	9991	86	1	31	19	-7	6	15	4	50
31	9991	86	3	11	7	9	6	18	4	110
32	9991	86	3	14	7	16	8	18	4	222
33	9991	86	11	18	19	41	5	18	3	73
34	9991	86	12	22	19	-43	4	15	4	52
35	9991	86	12	25	7	27	4	16	4	111

Elementene er gitt i følgende enheter:

- Temperatur (TT) - (grader C)*10
- Nedbør på 12 timer (RR) - mm*10
- Maks. F på 6/12 t. (FX) - Beaufort
- Vindretning (DD) - dekadgrader (9=Ø, 18=S
27=V, 36=N)
- Skybasis (H) - kode 0-9 (0: 0-50 m
1: 50-100 m
2: 100-200 m
3: 200-300 m
4: 300-600 m
5: 600-1000 m
6: 1000-1500 m
7: 1500-2000 m
8: 2000-2500 m
9: >2500 m)

Tabell 2.

Episoder med lokal vindretning i Ny-Ålesund mellom 10 og 240°, temperatur mellom -5 og +5°C, skyhøyde under 600 m og 12 t nedbør over 5 mm.

eksponering på intervallet 350 - 400m, er tilleggsbidraget ved å inkludere vestlig vind i den nordvestlige vurdering lite.

4.3 Sørlig til sørvestlig vind.

Bare den helt øverste masten i taubanen er utsatt i denne sektor. Vi setter nå som betingelse at den lokale vindretning i Ny-Ålesund skal være mellom 10 og 240°. Ved nedbør og lave skyhøyder er da vindretningen over Zeppelinfjellet trolig i sektor sør til sørvest. Vi finner 35 tilfelle med 12 t nedbør over 5 mm, skybasis under 600 m og temperatur mellom -5.0 og +5.0°C. Som Tabell 2 viser er det ved de gitte betingelser mest sørlig til sørøstlig vind, men også tilfelle med østlig vind i Ny-Ålesund. Den største nedbørsummen er på 34.0mm. Det var da sørøstlig vind som i løpet av 12t perioden var oppe i stiv kuling i Ny-Ålesund. Verdien er samtidig den høyeste nedbørsummen som er registrert i de 12 årene uansett andre værparametre. Dette bekrefter at Ny-Ålesund er skjermet for de store nedbørmengdene en må anta kan komme fra sørlig og sørvestlig kant på utsatte steder i regionen.

Ising ved sør og sørvest vil kunne forekomme høst, vinter og vår, men neppe om sommeren, da temperaturen i luftmassen blir for på denne årstid.

4.4 Islaster.

Statistikken viser at betingelser for isavsetning på taubanekonstruksjoner i øvre del av den planlagte trassé er til stede. Det eksisterer imidlertid ikke datagrunnlag for selve isingen siden konstruksjoner med sammenlignbare dimensjoner i den aktuelle høyde ikke finnes i området fra før.

En enkel Gumbel analyse av de 12 årsekstremene for 12t nedbør til faste tidspunkter (uansett øvrige værparametre) gir oss 46 mm som ekstremverdi med 50 års returperiode. En røff tommelfinger-regel for praksis for islaster på kraftledninger i Norge gir at en 50-års 12t nedbørsum på 50 mm innenfor temperaturintervallet -5 - +5 °C svarer til en islaster på 4 - 5 kg/m. For nedre del av taubanestrekket (<kote 300) settes derfor islaster til 5 kg/m.

Av Tabell 3 ser vi at i de fleste tilfellene med høy nedbør er vindretningen lokalt i Ny-Ålesund sørøst eller sørlig. Dette indikerer at vanninnholdet i skylufta er størst med

vind fra denne sektoren (sør og sørvest over Zeppelin-fjellet), og derved også isingsfaren i eksponert terreng. I dette tilfellet er det vesentlig bare den øverste masten som blir utsatt. Taubanen videre nedover er bare eksponert for ising fra nordvest. Som nevnt tidligere er vanninnholdet i sky luften da lavt, slik at isingen må bli svært moderat. Vi mangler fullstendig erfaringsmateriale fra Svalbard, men ut fra generelle sammenligninger med kraftlinjer på kysten av Nord - Norge, vil vi anta 10 kg/m is som en konservativ verdi for islast over kote 300.

Isen vil være porøs, med en blomkålaktig struktur, og ha en tetthet på 200 - 500 kg/m³.

NY-ÅLESUND 1975 - 1986

ÅR	MND	DAG	KL.	TT	FF	FX	DD	H	RR
1975	11	4	7	3.7 ⁰ C	3B	5B	100 ⁰	5	30.4mm
1976	2	22	19	-1.0 ⁰ C	3B	5B	270 ⁰	5	22.5mm
1977	8	4	7	6.7 ⁰ C	3B	3B	150 ⁰	0	12.2mm
1978	10	17	19	-2.8 ⁰ C	3B	4B	340 ⁰	4	14.0mm
1979	10	30	7	2.6 ⁰ C	0	2B	-	5	12.4mm
1980	8	16	7	9.6 ⁰ C	3B	4B	140 ⁰	3	22.0mm
1981	9	3	7	4.6 ⁰ C	2B	4B	290 ⁰	5	27.5mm
1982	10	4	7	5.0 ⁰ C	3B	4B	150 ⁰	4	11.2mm
1983	3	2	7	0.5 ⁰ C	4B	7B	140 ⁰	4	34.0mm
1984	12	13	7	-5.0 ⁰ C	5B	6B	320 ⁰	4	23.4mm
1985	2	22	7	-2.3 ⁰ C	6B	6B	240 ⁰	6	17.2mm
1986	3	14	7	1.6 ⁰ C	4B	8B	180 ⁰	4	22.2mm
RETURP.	10 ÅR								34 mm
	50 ÅR			-	-	-	-	-	46 mm
	100 ÅR								51 mm

TT: Lufttemperatur
 FF: Vindstyrke(Beaufort, B)
 FX: Max. vindstyrke siden siste observasjon
 DD: Vindretning
 RR: Nedbørsum siste 12t.

H: Skyhøydebasis 0: 0-50m
 1: 50-100m
 2: 100-200m
 3: 200-300m
 4: 300-600m
 5: 600-1000m
 6: 1000-1500m

Tabell 3.

Resultater fra en ekstremanalyse av 12t. nedbørverdier til faste tidspunkter (KL. 07 og 19) for Ny-Ålesund, 1975-86. De 12 årsekstremene for nedbør er listet opp og sammenhørende verdier av en del øvrige værparametre er tatt med.

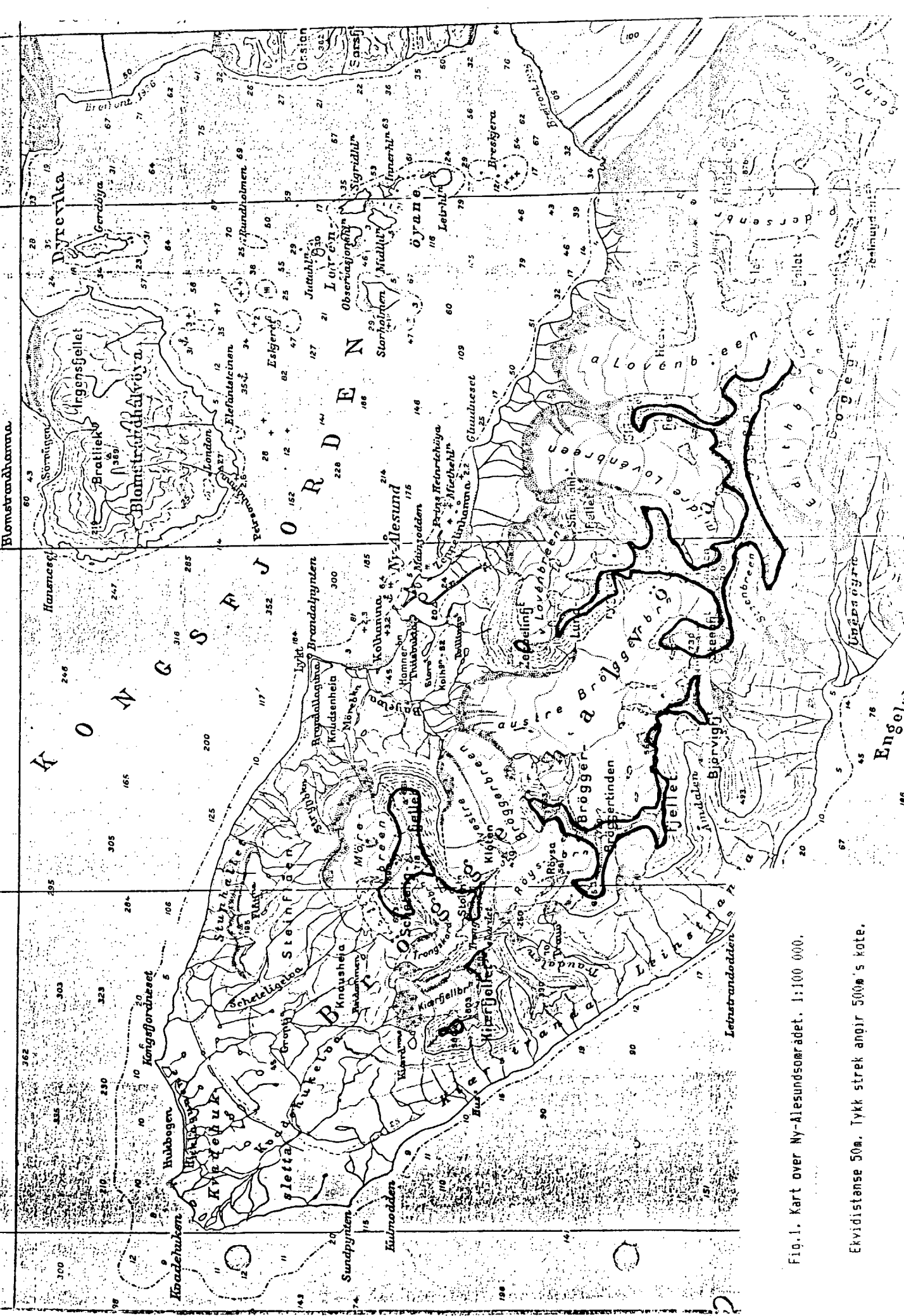


Fig. 1. Kart over Ny-Alesundsområdet. 1:100 000.

Ekvidistense 50m. Tykk strek anoir 500m's kote.

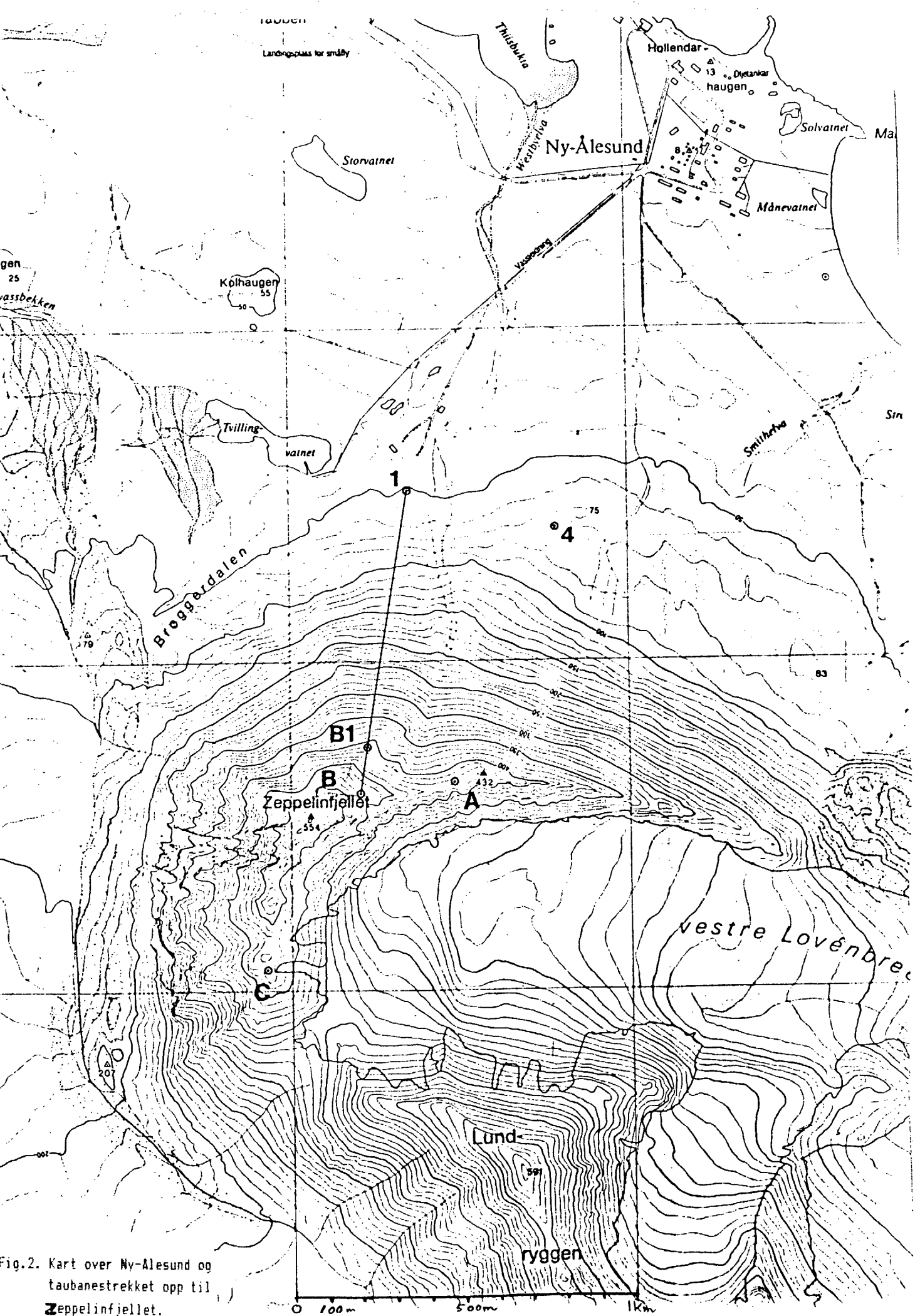


Fig.2. Kart over Ny-Ålesund og taubanestrekket opp til Zeppelinfjellet.



Det norske meteorologiske institutt
Postboks 320, Blindern

0314 OSLO 3

Att.: B. Aune

3826/87
Kl 321.2
1/10-87

Deres ref.:

Vår ref.:
TCB/KAS/O-8336

Lillestrøm, 29. september 1987

Vi refererer til telefonsamtale 29.9.87 og bestiller herved isingsutredning vedrørende vårt planlagte taubaneprosjekt på Ny-Ålesund, Spitsbergen.

X/ Vedlagt følger kart over stedet med banen inntegnet, profil av fjellet langs traséen og et generelt kart over Ny-Ålesund.

Da vi er litt sent ute, håper vi at vi kan få rask behandling. NB! 32

Vennlig hilsen

Harald Dovland
Harald Dovland
Ass. instituttsjef

Thor Chr. Berg
Thor Chr. Berg
Forskningsleder

X/ Ingen vedlegg her.
Arkivert 1/10-87.

Vedlegg: 3

Snarest mulig adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

Postal address:
Postboks 64
N-2001 LILLESTRØM, Norway

Office address:
Elveg. 52
LILLESTRØM

Telephone: (06) 81 41 70
Telefax : (06) 81 92 47
Telex : 74854 nilu n

Bank: 5102.05.19030
Postgiro: 3.30.83.27