

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

26/87 KLIMA

DATO

28.07.1987

TITTEL

KLIMALASTER FOR MUNKEN OG
GJELTHEIA RADIOLINJESTASJONER

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

TRON HORN A/S for Teledirektoratet - TBA

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

50-årsverdien av 10 min middelvind er i topp av mast (100m) satt til 50 m/s i begge master. Vindlasten avtar eksponensielt til 46 m/s (Munken) og 45 m/s (Gjeltheia) i 10 m høyde. Sterkeste vindretning er i disse høyder sør-vestlig til vestlig vind (Munken) og vestlig til nord-vestlig vind (Gjeltheia). 50-årsverdien av 3-5 s vindkast er satt til 60 m/s over hele masten (begge master). 50-årsverdien for islast er 5 cm på fagverkselementene med tetthet 0.7 kg/cm og bygging mot sørvest til nordvest (Munken). På Gjeltheia må en anta at fagverket fylles med is og i tillegg 5 cm sylindrisk iskappe. Største middelvindhastighet ved is i mastene antas til 40 m/s (kast 50 m/s).

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

KLIMALASTER FOR MUNKEN RADIOLINJESTASJON.

SAMMENDRAG

50 - ÅRS MIDDELVIND, m/s.

MUNKEN

	MIDDEL	KAST
100m	50 m/s	60 m/s
10m	46 m/s	60 m/s
PROFIL	n=0.04	KONST.

GJELTHEIA

	MIDDEL	KAST
100m	50m/s	60 m/s
10m	45 m/s	60 m/s
	n=0.05	KONST.

Profilen for middelvind, u følger formelen $u(100m)/u(z) = (100m/z)^n$, der z er vilkårlig nivå mellom 10 og 100m.

Vindretningen der ekstremverdiene av vindlastene over forekommer er sørvest til vest (Munken) og vest til nordvest (Gjeltheia).

Islasten på Munken settes til 5 cm bygning mot sørvest til nordvest på fagverkselementene.

På Gjeltheia vil 60 % av nederste diagonal bli fylt med is, for deretter å øke med 10 % av fylt mast for hver diagonal inntil full mast. For øverste del med konstant diameter lik 2.5 m antas i tillegg til fylt mast også 5 cm sylindrisk iskappe rundt masten.

1. INNLEDNING.

Bakgrunnen for denne rapporten er to henvendelser fra Tron Horn A/S av 03.04.87 (vedlagt). Da både Munken og Gjeltheia radiolinjestasjoner ligger i samme regionale område, vil mye av argumentasjonen være felles for mastene. En har derfor valgt å lage en fellesrapport.

2. STED OG TOPOGRAFI.

Munken radiolinjestasjon ligger på Munken ved Rørvik, 91 m o.h.. Masten blir ca. 100 m høy. Munken ligger i Vikna kommune, Nord-Trøndelag.

Gjeltheia radiolinjestasjon ligger på Gjeltheia, 519 m o.h.. Masten blir ca. 100 m høy. Gjeltheia ligger i Osen kommune, lengst nordvest i Sør-Trøndelag.

2.1. Regional og storskala topografi.

Begge mastene ligger på kysten av Trøndelag. Avstanden mellom dem er 75 km. Kystlinjen har sørvestlig - nordøstlig retning. Mot øst ligger Kjølen som er på sitt laveste i dette området. Mektigere fjell finnes mot sør (Langfjella) og mot nordøst - øst (Kjølen mot nord).

2.2. Lokal topografi.

Munken.

Munken ligger på Vikna. Dette er en flat øygruppe på kysten av Nord-Trøndelag. Selve åstoppen er en kulle på 90 m o.h.. I sektor sørvest er det åpent ut mot sjøen. Mot vest er det en del flere koller på omtrent samme høyde. Mot nordvest til sørøst er det lengre landområder, og mot sør relativt åpent, men med noen øyer og holmer.

Gjeltheia.

Gjeltheia ligger i Osen lengst nordvest i Sør-Trøndelag. Det strekker seg en rygg fra vestsørvest fra kystlinjen og innover. Mot vest og nordvest er det åpent ut mot kystlinjen som ligger 7 km utenfor. Området er delvis skogkledt og

består av en del åstopper på 200 - 300 m o.h..

3. VINDFORHOLD

3.1 Regionale vindforhold.

Der er tidligere utført en ekstremanalyse på vinddata fra Nordøyan fyr (1). Denne gav 41 m/s som ekstrem 10 min middelvind med 50 års returperiode. Vindretningen er vestlig. I sørvestlig sektor er tilsvarende 50 - års vind funnet til 34 m/s.

Vi har i (1) argumentert for at vestlig vind er noe forsterket pga. øyas form, mens sørvestlig vind er friksjonsbremset i forhold til forholdene over en fri sjøflate. Justeres vestlig vind ned til 39 m/s og sørvestlig vind opp til 36 m/s får vi mer troverdige resultater for regionale ekstremvindforhold over sjøen i området. Settes sjøruheten ved ekstrem vind til 0.003 m, får vi som gradientvind (vind over friksjonslaget) ved bruk av lign.1, 57 m/s (vestlig vind) og 52 m/s (sørvestlig vind).

$$u(z) = 0.285 VG (VG/fz_0)^{-0.065} \ln(z/z_0) \quad (\text{lign. 1})$$

Lign. 1 gir forholdet mellom gradientvinden, VG, og vindstyrken, $u(z)$, i høyden, z nede i atmosfærens grenselag ved ruhet, z_0 og coriolisparameter, $f (=1.4 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1})$ (2).

Ved høyder vel nede i grenselaget (<100 - 200 m) benyttes eksponentfunksjonen

$$u(z_2)/u(z_1) = (z_2/z_1)^n \quad (\text{lign. 2})$$

med $n=0.11$ for $z_0 = 0.003 \text{ m}$.

Ved strømming inn over en ny overflatetype bygges det opp et nytt grenselag. Dets høyde, H kan beregnes ved formelen

$$H/z_0 = 0.48 (x/z_0)^{0.76} \quad (\text{lign. 3})$$

beregnet ut fra (3, Fig.1). x er overstrømt del av det nye underlag og z_0 den største av overflateruhetene (landruhet ved strømming fra sjø mot land eller fra land mot sjø).

3.2 Munken radiolinjestasjon.

10 min middelvind.

Ved Munken radiolinjestasjon har sørvestlig vind strømmet inn over ca. 2 km landflate. Landruheten settes til 0.1 m. Toppen av masten når opp i 190 m o.h.. Lign. 2 gir da $H=90\text{m}$, dvs. at hele masten ligger over det nye grenseskikt. Videre gir lign. 3 $u(190\text{m}) = 51\text{ m/s}$. Da landområdet ligger noe høyere enn sjøflaten inntreer en bremseeffekt ved heving. Dette medfører at det er tilstrekkelig å sette vindlasten (10 min middelvind) i sørvestlig sektor til 50 m/s.

Vestlig vind har strømmet inn over ca. 7 km landflate med $z_0 = 0.1\text{ m}$. En må her korrigere for typisk terreng høyde som anslåes til 30 m, dvs topp av mast er 160 m over typisk terreng høyde. Lign. 2 gir $H = 230\text{ m}$, dvs. 70 m over mastetopp. I 230 m's høyde over sjøen gir lign. 3 $u(230\text{m}) = 55\text{ m/s}$ når $u(10\text{m}) = 39$ og $n=0.11$. Ved $z_0 = 0.1\text{ m}$ kan n settes til 0.18 og $u(160\text{ m})$ blir 51.5 m/s. Nå vil bremseeffekt ved heving og lokal skjerming fra åser 1 km mot vest bidra til ytterligere reduksjon slik at 50 m/s sees som en relativt konservativ verdi også i vestlig sektor.

Øvrige vindretninger vil bli svakere fordi de enten er regionalt svakere, eller fordi de er mer bremset ved landruhet. De diskuteres derfor ikke.

Etter overstående diskusjoner kan ekstrem 10 min middelvind med 50 års returperiode i topp av mast anslåes til 50 m/s, sektor sørvest til vest.

Ved fot av mast vil sørvestlig sektor gi de sterkeste lastene fordi reduksjonen går hurtigere i landprofilen ved vestlig vind. Vi får fra lign. 3, $u(90\text{m}) = 46\text{ m/s}$ (sørvest) og $u(60\text{m}) = 42\text{ m/s}$ (vest). Vestlig vind er sannsynligvis bremset ennå noe mer pga at skjermingen fra toppene i vest er sterkere her enn i topp av mast. Ved fot av mast blir derfor 50 års verdien av ekstrem 10 min middelvind 46 m/s, retning sørvest.

Ved praktisk bruk er det hensiktsmessig å anta at vindlasten følger en eksponensial-kurve som lign. 2, med z_2 som høyden over åstoppen og z_1 som mastetopphøyden over åsen (100m). Eksponenten n kan da ved bruk av nivåene 10 og 100 m beregnes til 0.04. Vi har her antatt at friksjonsbremsing og lokal forsterkning ved strømlinjekonvergens over åstoppen

motvirker hverandre. Dette er bare en antagelse og det er bare målinger som vil kunne gi det helt korrekte profil.

3-5 s vindkast.

10 m over havoverflaten benyttes ofte gustfaktoren (forholdet mellom 3-5s vindkast og 10 min middelvind) 1.35. På Vega utenfor Helgelandskysten ble det i sørvestlig vind i 800 m's høyde målt gustfaktorer på 1.13 (1). Hvis vi antar at gustfaktoren endrer seg eksponentielt med høyden nede i friksjonslaget, anslår 1.15 på toppen av dette og høyde lik 250 m, får vi $n=0.05$ og $g(190m) = 1.17$. Pga. heving av luften øker denne noe, vi anslår 1.20 som en rimelig verdi. Dette gir 50 - årsverdien av 3-5 s vindkast i topp av mast til 60 m/s.

Vi har ovenfor hevdet at friksjonsbremsing og forsterkning ved konvergens av strømlinjene motvirker hverandre over toppen. Dette medfører at vindkastene må bli forsterket, slik at vi kan regne med like høye vindkast ved fot av mast som ved topp av mast. Ved vestlig vind vil vi trolig også få sterke vindkast, da bremsingen her mest gjelder middelvinden. Dimensjonerende vindlast, 3-5 s, ved fot av mast settes derfor til 60 m/s, sektor sørvest til vest.

3.3 Gjeltheia radiolinjestasjon.

10 min middelvind.

Gjeltheia ligger 519 m o.h.. Avstanden til fritt hav er 9 km mot vest og 7 km mot vestnordvest. Mot sørvest og nordvest er avstanden lenger, og bremsingen følgelig så sterk at retningene ikke vurderes.

Høyden av terrenget varierer mellom 0 og 360 m, midlere høyde anslåes således til 180 m. Dvs. at toppen av Gjeltheia ligger 350 m over typisk terrenghøyde, og mastetoppen 450 m over.

Blandingen av delvis skog og bratte åser tilsier at en bør bruke 0.3 m som overflateruhet, z_0 . Lign. 3 gir da $H = 300$ m for $x=7$ km og 360 m for $x = 9$ km. Mastetoppen ligger følgelig over grenselaget. 50 - års verdien av 10 min middelvind i dette nivået over havet er 57 m/s (se kap. 3.1) i vestlig sektor.

Nå vil vestsørvestlig vind være skjermet av høydedragene i

km mot vestsørvest. Dette smalner inn den vestlige sektor. Ved dreining mot nordvest avtar 50 - årsvinden. Denne innsnevring fører til at 50 - årsvinden blir noe lavere. Samtidig må den relativt kraftige heving av vestlig vind inn over området føre til bremsing. Samlet antas disse effektene å redusere dimensjonerende middelvind til 50 m/s.

Øvrige vindretninger vil bli svakere fordi de enten er regionalt svakere, eller fordi de er mer bremsset ved landruhet. De diskuteres derfor ikke.

Det vil være liten forskjell på den vind som kommer inn mot mastetopp og mot mastefot fordi hele masten er såvidt høyt oppe. Men Gjeltheia-toppens form gjør at vestlig vind i 10 m høyde reduseres noe gjennom friksjon/splitting av strømmen. Derimot kan nordvestlig vind oppnå en svak forsterkning. Det er derfor naturlig å anslå 50- års verdien av middelvinden i 10 m's høyde ved masten til 45 m/s.

Vi får et tilsvarende profil som for Munken radiolinjestasjon, med $n=0.05$.

3-5s vindkast.

Det vil være naturlig å tillegge de samme gustfaktorer og det samme profil som for Munken. Derved får vi 60 m/s som 50-årsverdi over hele masten, sektor vest til nordvest.

4. ISLASTER

De store skyismengder på Kysten av Trøndelag vil forekomme ved sterk pålandsvind, særlig ved 850 Hpa vind omkring vest. Da kommer vinden inn over havet og vil være sterkt påvirket av sjøens overflatetemperatur. Skyis forekommer derfor ikke i de nederste få hundre meter, men øker raskt når høyden over havet tilsier temperaturer i intervallet $0 - 5^{\circ}\text{C}$.

Munken radiolinjestasjon.

Ising på Munken forekommer derfor nesten bare i form av nedbøris. Slik nedbøris forekommer oftest ved sterke snøfall og temperaturer over 0°C . Vinden vil da være i sektor sørvest til nordvest. Ising kan også i sjeldne tilfelle forekomme ved mer varierende nedbørintensiteter i form av underkjølt regn eller yr når temperaturen er noe under 0°C .

På grunn av den relativt lave høyden ute ved kysten er det

likevel ikke grunn til å regne med at isingen kan akkumuleres til særlig store dimensjoner. Etter personlig kommunikasjon med S. Fikke som innehar en del erfaring med isingsproblemer, har vi satt 5 cm som øvre grense på isbygningen. Isen vil bygge ut som faner mot vindretningen på alle fagverkselementene i masten. Isens tetthet vurderes til 0.7 kg/cm^3 .

Mange av tilfellene med sterkest vind vil forekomme ved regn og høyere temperaturer enn 0°C . Det er derfor liten sannsynlighet for sammenfallende begivenheter: ekstremt sterk vind, sterk ising. Vindhastigheten antas derfor være begrenset til 40 m/s i topp av mast (50 m/s i kastene) ved tilfelle med sterk ising.

Gjeltheia radiolinjestasjon.

Mastetoppen på Gjeltheia ligger 620 m o.h.. Med forventet temperaturgradient på $0.6^\circ \text{C}/100 \text{ m}$ blir temperaturen 3.6°C lavere her enn ved havoverflaten. Observasjoner fra Nordøyen fyr viser at temperaturintervallet $0 - 4^\circ \text{C}$ er svært hyppig i vestlig vind om vinteren. Skybasis ligger da under 600 m. Skyis på Gjeltheia forekommer derfor hyppig.

Temperaturobservasjoner fra Nordøyen viser imidlertid at temperaturer på $5 - 10^\circ \text{C}$ forekommer ikke så sjelden hver vinter. Derved vil temperaturen på Gjeltheia tidvis overstige frysepunktet, og isen smelter. Derved vil vi ikke få de store isakkumuleringene i masten. Selv på Vega FM/TV mast på 820 m o.h. fører mildværsepisoder til at isakkumuleringen brytes. En må imidlertid regne med at fagverksdelen av Gjeltheia-masten blir helt fylt i øvre del. Nedover langs masten øker diameteren og relativt mindre is vil avsettes. En mangler gode data, men som en arbeidshypotese ved dimensjoneringen kan følgende profil antas: 60 % av nederste diagonal bli fylt med is, for deretter å øke med 10 % av fylt mast for hver diagonal inntil full mast. For øverste del med konstant diameter lik 2.5 m antas i tillegg til fylt mast også 5 cm sylindrisk iskappe rundt masten. Se Fig. 3 der en slik profilering er inntegnet for en lignende mast (Mikalfjell).

Isens tetthet vurderes til 0.7 kg/cm^3 .

Mange av isingstilfellene vil forekomme under episoder der temperaturforholdene varierende omkring 0°C , tidvis under og tidvis over. Det er derfor liten sannsynlighet for sammenfallende begivenheter: ekstremt sterk vind, sterk ising. Vindhastigheten antas derfor være begrenset til 40 m/s i topp av mast (50 m/s i kastene) ved tilfelle med sterk ising.

5. REFERANSELISTE

- (1) Harstveit, K.:
"Vega antennemast. Is og vindlaster."
DNMI Rapport: Klima 57/85. Oslo 1985.
- (2) Engineering Meteorology. Edited by Plate, E.. Chpt. 12:
The interaction of wind and structures, by
Davenport, A.G..
Elsevier, Amsterdam, 1982.
- (3) Jackson, N.A.:
"The propagation of modified flow downstream of
a change in roughness."
Q.J.Roy.Met.Soc., 102, 924, 1976.

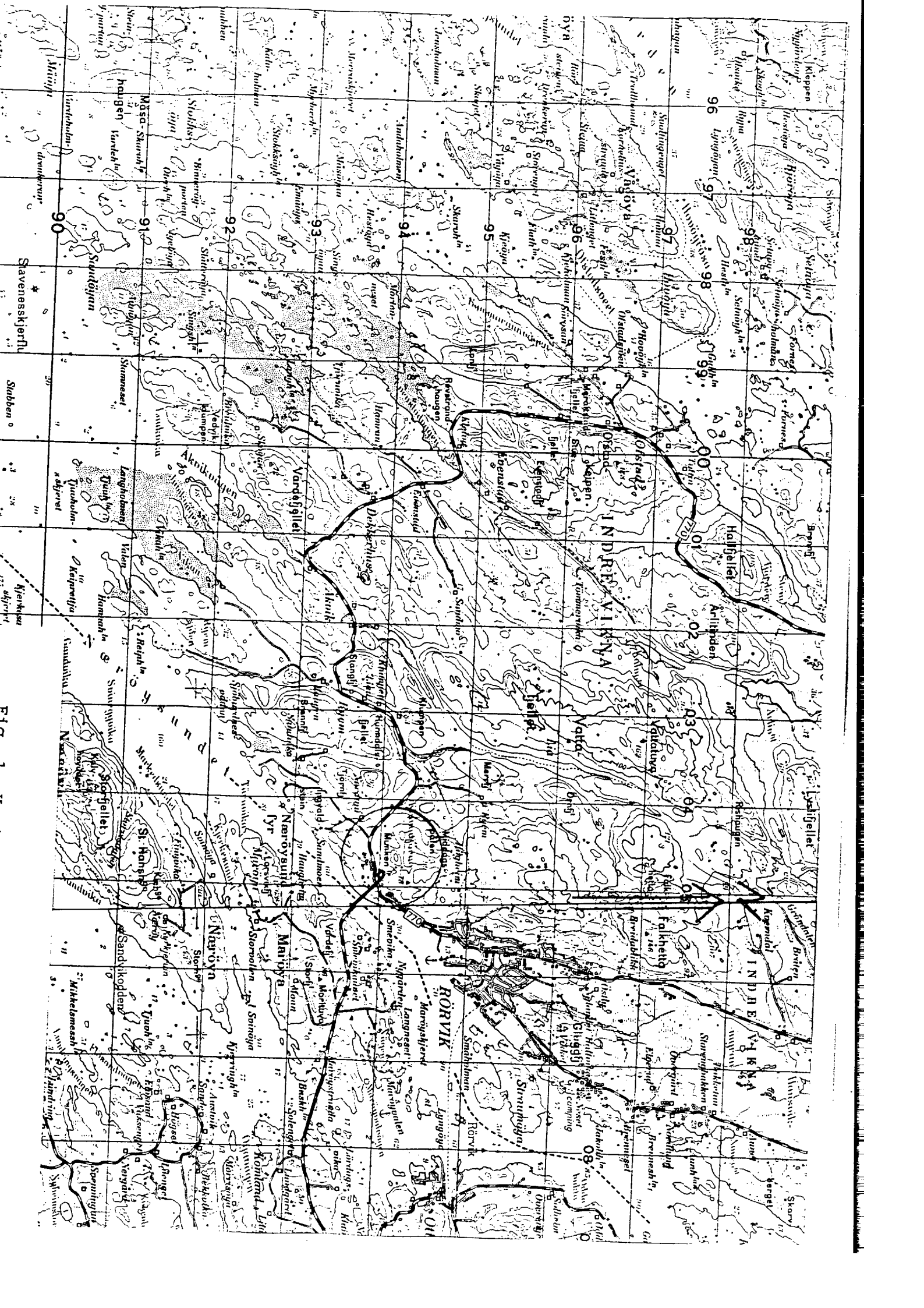
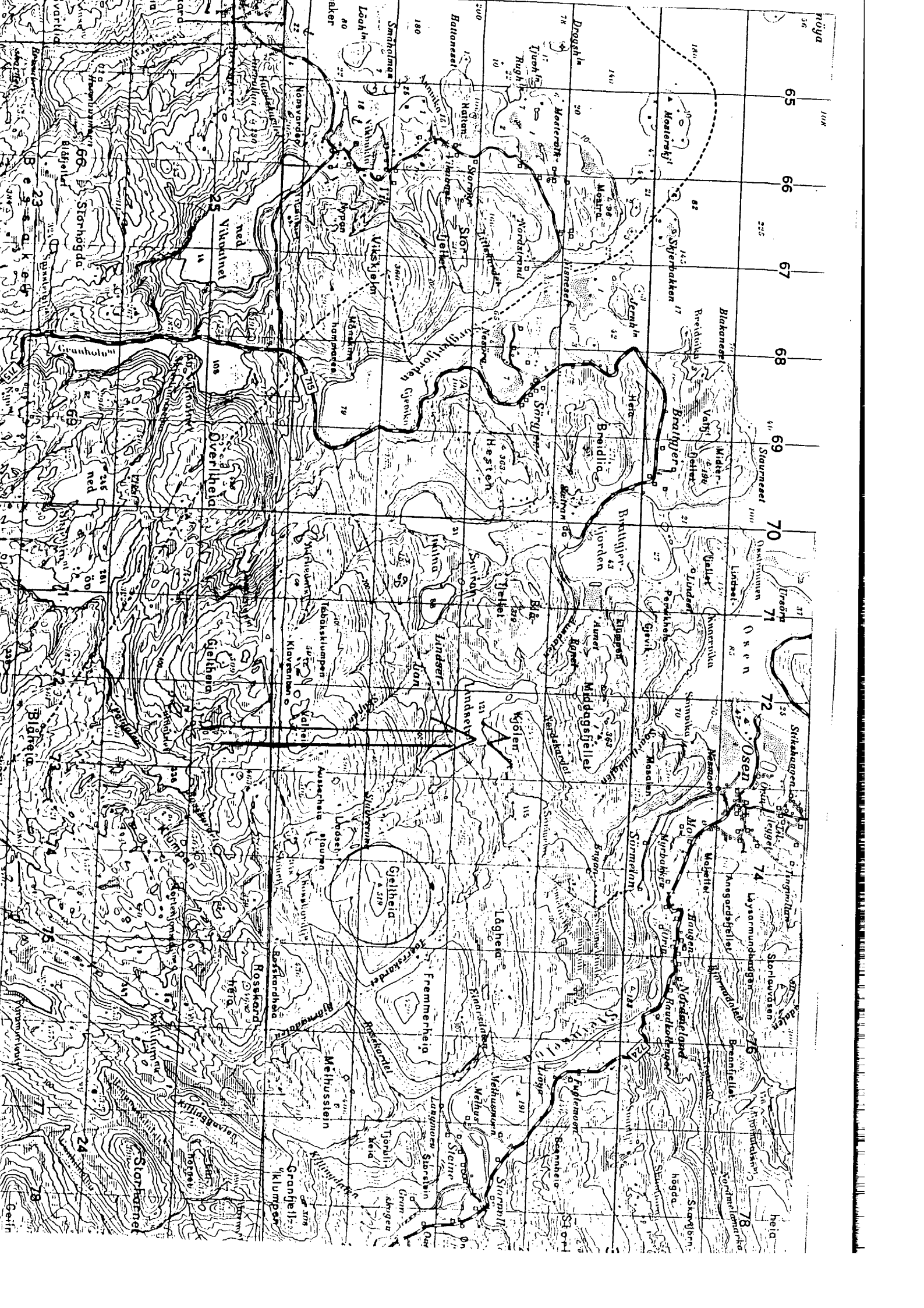
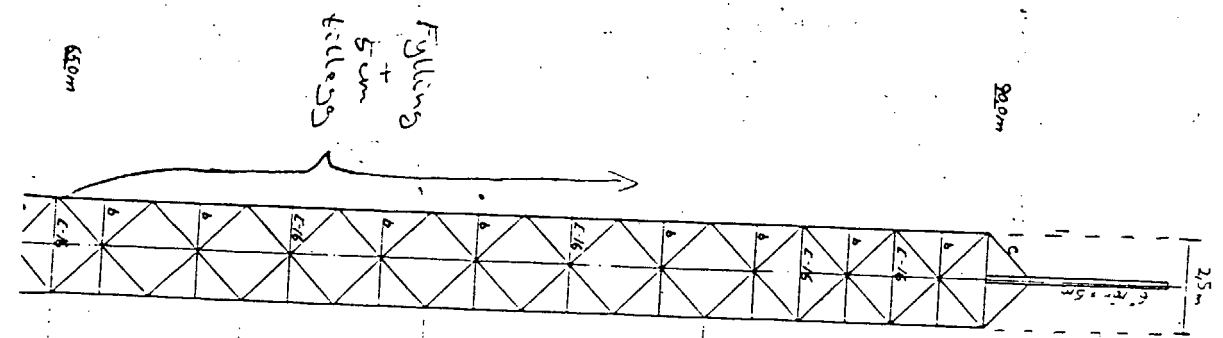
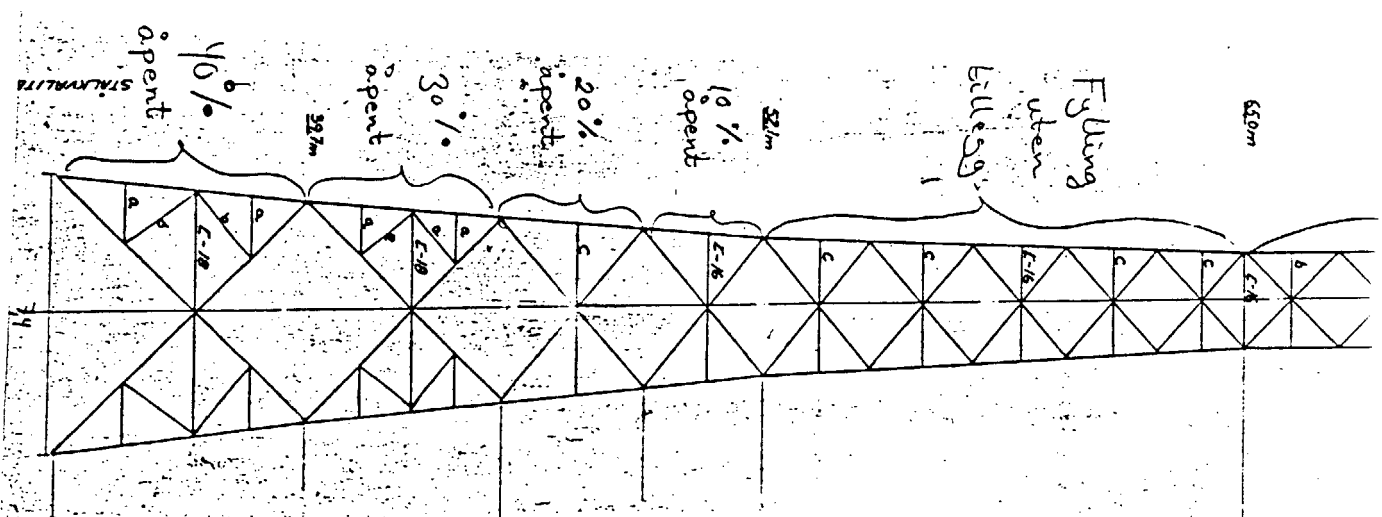
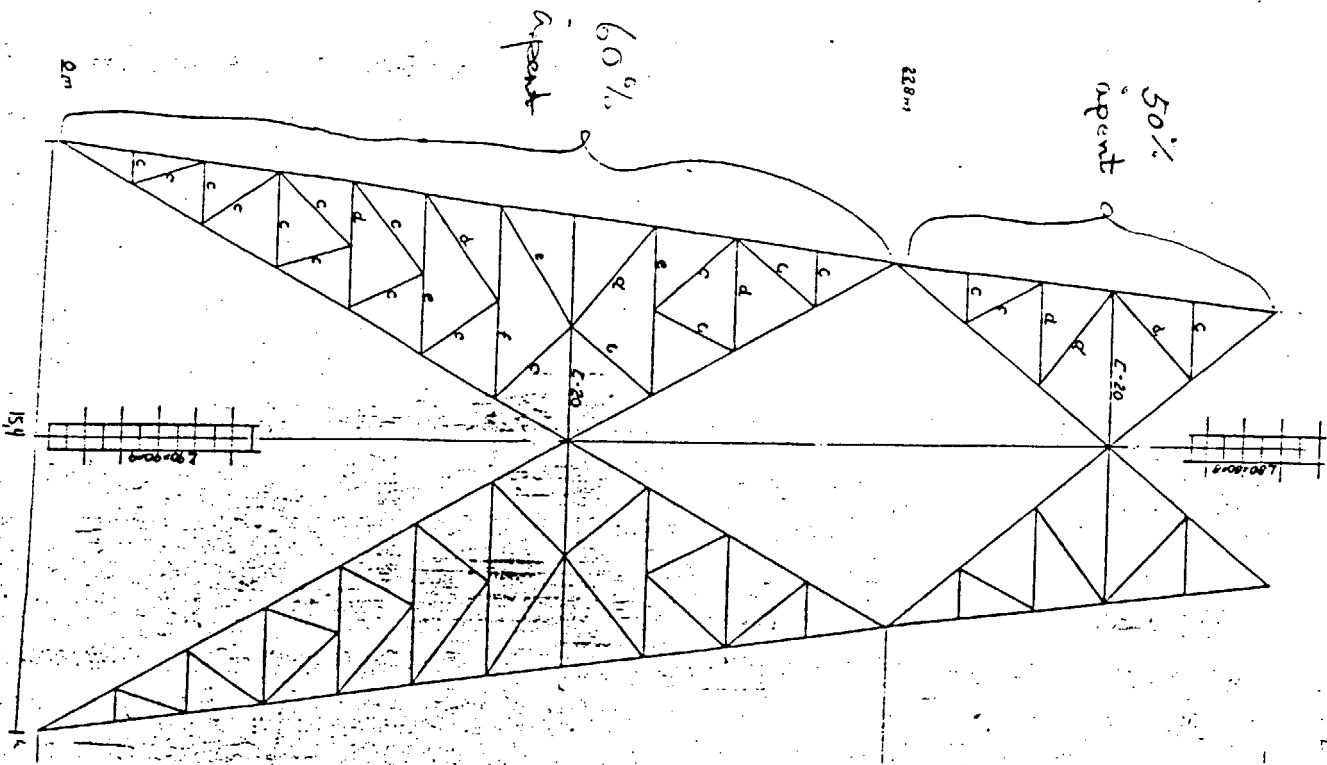


Fig. 1







TRON HORN A/S
Rådgivende ingeniører

Byggeteknikk - Elektroteknikk

Bygdøy allé 21
0262 Oslo 2

Telefon: 02/44 79 40
Telegram: NORT
Telex: 71511 thn
Telefax: 02/55 67 83
Bankgiro: 7032.05.08760
Postgiro: 2 23 11 32

1508/87
K2
6/4-87

322.4

Det norske Meteorologiske Institutt
Klimaavd.
Postboks 320, Blindern
0314 OSLO 3

Var ref.: 338-JPS/tho

Deres ref.:

Oslo, den 03.04.87

KLIMALASTER FOR MUNKEN RL-STASJON (RØRVIK)

Vi viser til dagens telefonsamtale med Deres Knut Harstveit og ber Dem snarest mulig å oppgi maks. vind, 10 min. middelvind og eventuelle islaster for 100m høy mast for ovennevnte stasjon.

Koordinater: Nord 64° 51 14" Øst 11° 12 28"

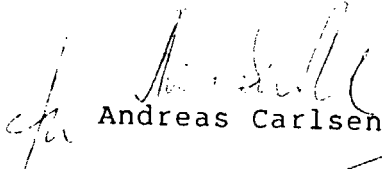
Høyde over havet: 91m

Kart: Serie M 711 kartblad 1624-I

Faktura stilles til Teledirektoratet avd TBA, men sendes via vårt firma for attestasjon.

Vi håper på et snarlig svar, gjerne pr. telefon i første omgang.

Med hilsen
for Tron Horn A/S


Andreas Carlsen


John-Petter Sivertsen



TRON HORN A/S

Rådgivende ingeniører

Byggeteknikk - Elektroteknikk

Bygdøy allé 21
0262 Oslo 2

Telefon: 02/44 79 40
Teiegram: NORT
Telex: 71511 thn
Telefax: 02/55 67 83
Bankgiro: 7032.05.08760
Postgiro: 2 23 11 32

1509/87
KL. 322.4
6/4-87

Det norske Meterologiske Institutt
Klimaavd.
Postboks 320, Blindern
0314 OSLO 3

Vår ref.: 1563-JPS/tho

Deres ref.:

Oslo, den 03.04.87

KLIMALASTER FOR GJELTHEIA RL-STASJON

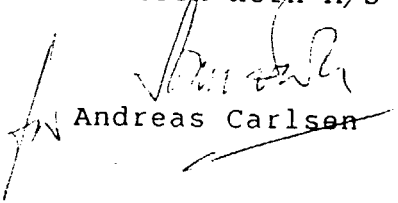
Vi viser til dagens telefonsamtale med Deres Knut Harstveit og ber Dem snarest mulig oppgi maks. vind, 10 min. middelvind og eventuelle islaster for 100m høy mast for ovennevnte stasjon.

Vi gjør oppmerksom på at det er prosjektert en 22 kV kraftledning til Gjeltheia RL-stasjon hvor det er vurdert klimalaster i DNMI rapport 13/87 Klima.

Faktura stilles til Teledirektoratet avd. TBA, men sendes via vårt kontor for attestasjon.

Vi håper på et snarlig svar, gjerne pr. telefon i første omgang.

Med hilsen
for Tron Horn A/S


Andreas Carlsen


John-Petter Sivertsen

Vedlegg: Kopi av kartdel hvor Gjeltheia RL-stasjon er plassert
merket rødt.