

DNMI - RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

45/85 KLIMA

DATO

15.10. 1985

TITTEL

**NORDDALSFJORD BRU, SOGN OG FJORDANE
VINDLASTER**

UTARBEIDET AV

KNUT HARSTVEIT

OPPDRAGSGIVER

**STATENS VEGVESEN -
SOGN OG FJORDANE VEGKONTOR**

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Dimensjonerende middelvind (50 år) i bronivå ved den planlagte Norddalsfjord bro, Sogn og Fjordane, settes til 30 m/s. Med 10 års returperiode er maksimal vindstyrke 25 m/s. Vinden blåser i fjordens retning. På tvers av fjorden blir vindstyrken redusert og 50 årsvinden er 20 m/s, 10 årsvinden 15 m/s. Dimensjonerende vindstøt (3 - 5 s) settes til 45 m/s (50 år) og 40 m/s (10 år). Turbulensintensiteten i bronivå for vind langs fjorden settes til 20%.

UNDERSKRIFT

Knut Harstveit

Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

Sammendrag

Dimensjonerende vindlaster

Dominerende sektorer: $250^{\circ} \pm 40^{\circ}$,
 $70^{\circ} \pm 40^{\circ}$

Dimensjonerende middelvind (10 min):	50 år	10 år
$250^{\circ} \pm 40^{\circ}$ $70^{\circ} \pm 40^{\circ}$	30 m/s	25 m/s
$160^{\circ} \pm 40^{\circ}$ $340^{\circ} \pm 40^{\circ}$	20 m/s	15 m/s
Vindstøt (3-5 s), alle retn.:	45 m/s	40 m/s
Kastfaktor:		
$250^{\circ} \pm 40^{\circ}$ $70^{\circ} \pm 40^{\circ}$		1.5
$160^{\circ} \pm 40^{\circ}$ $340^{\circ} \pm 40^{\circ}$		2-3
Turbulensintensitet		
$250^{\circ} \pm 40^{\circ}$ $70^{\circ} \pm 40^{\circ}$		20%

1. Innledning

Innledning til denne rapport var en henvendelse fra Johs. Holt A/S av 9. mai 1985. Vi foretok da en rask behandling av hans forespørsel vedr. forholdet mellom dansk standard norm og aktuell dimensjonering for Norddalsfjord bro, Sogn og Fjordane. Vi kom fram til at terrengskjermingen tilsier noe snillere vindforhold enn det dansk norm skulle tilsi. En foreløbig konklusjon var en reduksjon på 5 m/s på alle dimensjonerende vindhastigheter.

Etter at Vegdirektoratet nå har vedtatt hvilken brotype som skal bygges har vi fått en henvendelse fra Johs. Holt A/S (23.09.85) om en noe grundigere vurdering av vindforholdene på stedet.

2. Datagrunnlag

Som datagrunnlag har vi våre egne meteorologiske stasjoner; Førde i Sunnfjord, Florø, Hellisøy fyr og Kråkenes fyr som alle har anemometer. Dataene fra Hellisøy fyr er tidligere bearbeidet ved bruk av ekstremstatistikk (Andresen, L. 1984) og maksimal middelvindstyrke over 10 min med 50 års returperiode er beregnet til 36 m/s. Vindmåleren er plassert på k 20, 13 m over lokalt terreng, nær toppen av en liten, ruglete og naken øy på kysten like sør for grensen mellom Sogn og Hordaland.

Vegdirektoratet har hatt stående en Woelfle vindvegskriver i Norddalsfjorden. Plasseringen er på k 27, 6 m over lokalt terreng på et nes i fjorden, ca 50 - 60 m fra nordre brohode.

Ved vurderingene har vi benyttet tilsendte vindregistreringer fra det meste av tidsrommet feb. 84 - aug. 85.

3. Topografiske forhold

3.1 Stor skala

Norrdalsfjorden, Sogn og Fjordane fylke, ligger på vestsiden av Langfjellene. Nordenfor dreier denne fjellrekken mot nordøst, sønnenfor løper den nord - sør. Rett øst for fjorden har fjellrekken sine mektigste partier som Jostedalsbreen og Jotunheimen. Også mot sørøst (sektor øst til sørøst) er fjellrekken særlig bred, selv om den er opprevet av fjorder.

3.2 Regional skala

Fjorden ligger på sørsiden av Ålfoten. Dette er et mektig fjellmassiv med bratte stigninger opp mot et platå. Terrenget er ellers meget oppbrutt av fjell, daler og fjorder på denne skala.

3.3 Lokal skala

Norrdalsfjorden løper øst - vest. Innserste del av fjorden danner et indre basseng med en trang åpning. Terrenglinjene løper grovt sett ØNØ -VSV inne i dette bassenget (Fig. 1). Mot nord stiger terrenget bratt opp i 800 - 1000 m i et nokså vidstrakt fjellområde. Hallsetnipa (600 m o.h.) ligger i sør og fjellområdene i sørøst er høyere, i sørvest lavere enn dette.

4. Vindforhold

4.1 Vindforhold på regional skala

I vår del av Nord-Atlanteren er den dominerende vindsektor sør til vest, mens vind i nordøstlig sektor sjeldnest forekommer. Fjellene i Sør-Norge påvirker vindforholdene på flere skalaområder. På stor skala kan en si at sørlige og sørøstlige vinder blir overrepresentert på Vestlandet sør for Stadt, mens vest og nordvestlige vinder blir underrepresentert p.g.a. oppbremsing/dreining ved strømming mot fjellene. Nordøstlige vinder blir også underrepresentert, som en følge av skyggevirking fra Langfjellene. Vinden på kysten og i fjellnivå over midtre strøk av Vestlandet mellom Hardanger og Sunnmøre er typisk sørlig med økende dreining mot sørvest i nordlige del. Overstrømmingseffekter fører til at østlig og sørøstlig vind lett blir sterk (og ofte turbulent på indre strøk ("fallvinder")). P.g.a. skyggevirking fra de mektige fjellområdene i den nordlige delen av Langfjellene blir imidlertid denne fralandsvinden svakere i nordlige deler av Sogn og Fjordane, samt i deler av Sunnmøre.

Ålfotmassivet og den lokale topografi fører til at vinder i Norddalsfjorden føres i øst-vest retning og forsterkes når vindfeltet i fjellnivå ligger nær disse retninger. For nord-sør vinder vil en tilsvarende svekkelse inntre. D.v.s. at den dominerende sørlige vinden ikke gjør seg gjeldende i Norddalsfjorden.

4.2 Lokale forhold

I Norddalsfjorden innenfor Kleiva løper terrenglinjene grovt sett ØNØ - VSV. Fjorden er forholdsvis trang. Lokal kanalisering virker til å øke vindstyrken ved vindretning i dalens lengderetning, mens friksjon fra dalsiden virker hemmende på middelvinder, men turbulensfremmende. Vi ser at fjorden har en innsnevring ved Kleiva, denne virker turbulensfremmende på vestlig vind. Østlig vind vil i nederste 100 m svekkes noe p.g.a. denne innsnevring. Den vil da trolig være noe sterkere utenfor innsnevringen.

Vind på tvers av fjorden vil vanskelig bli sterk i middel, men en del sterke vindkast vil kunne forekomme.

Vindmåleren på Straumsnes står på en odde, montert på kote 27, 6 m over lokalt terreng. Det er sannsynlig at vinden målt her er representativ for vinden i bronivå (17 - 30 m). Vindstyrken er trolig noe større på nordsiden av brospennet enn på sørsiden, men dette blir utjevnet p.g.a. høydeforskjellen.

4.3 Vindklimaet i indre del av Norddalsfjorden . Vurdering av dimensjonerende vindhastigheter.

Vi begrenser oss her til omtale av store vindhastigheter og ser bort fra effekter som solgangsvind og andre temperaturutjevner lokale vindsystemer.

Østlig vind vil forekomme når vinden i fjellet over området (og på kysten) er i sektor nordøst til sørøst. Både terrenglinjene og registreringene fra Straumsnes viser at lokal vindretning ved broen vil være ØNØ ($70^{\circ} \pm 40^{\circ}$) i slike situasjoner. Vinden vil være svakere enn utsatte steder i Hordaland, Sogn og Romsdal, men sterkere enn gjennomsnittelige forhold ved østlig vind, i Fjordane og Sunnmøre.

Vestlig vind (VSV, $250^{\circ} \pm 40^{\circ}$) i fjorden vil forekomme i sektor sørvest og vest på kysten. Ved rent vestlig vind er det nesten like sterk vind ved Straumsnes som på kysten (Florø - Kinn). Ved sørvest og særlig nordvest vind er vindstyrken ved Straumsnes redusert. Er vinden på kysten omkring sør eller nor-nordvest vil vinden i Norddalsfjorden være svak i middel. Eksempelvis kan nevnes at vindstyrken ikke kom opp i mer enn 8 m/s ved stormen den 27/11-84, mens både Hellisøy og Kinn hadde sørlig full storm, 27 m/s. Vindretningen på Straumsnes var da skiftende, men mest omkring nordog nordøst. Der kan imidlertid ha vært sterke kast. Vindmåleren på Hellisøy fyr har en plassering som kan minne om måleren på Straumsnes når vinden i Norddalsfjorden er østlig eller vestlig. Da passerer vindfeltet over en ruglete forhøyning på en ellers jevn sjøflate. Det er derfor naturlig å tenke seg at de to lokalitetene har omtrent samme lokale innvirkning på et jevnt vindfelt.

Det var i toårsperioden registrert 10 min. middelvind på 17 m/s fra VSV og 15 m/s fra ØNØ på Straumsnes. På Hellisøy var det registrert 27 m/s i samme tidsrom, men dette var sørlig vind.

Vindstyrken var oppe i 18 m/s fra sørvest og sørøst i de to tilfellene over.

Den største forskjellen på de to lokaliteter blir da at antall tilfelle med sterk vind er mye færre på Straumsnes. Dette skyldes at alle sektorer bortsett fra Ø - V gir reduksjon inne i Norddalsfjorden, særlig vind gir endog sterk reduksjon. Det er derfor naturlig å redusere den dimensjonerende vind. Styrken med 50 års returperiode settes til 30 m/s. Selv om verdien kan synes noe høy i forhold til den skjermede lokalitet (Sola har 29 m/s og mye friere beliggenhet), må en være klar over at den representerer høydeintervallet 17 - 30 m og ikke 10 m. Maksimal middelvindstyrke med 10 års returperiode blir da 25 m/s. På tvers av fjorden ($160^{\circ} \pm 40^{\circ}$, $340^{\circ} \pm 40^{\circ}$) settes 50 års-vinden til 20 m/s og 10 års-vinden til 15 m/s. Vindstøtene (3 - 5 sek.) kan settes til 45 m/s (50 år) og 40 m/s (10 år) ved å anta en kastfaktor på 1.5. Tilsvarende blir da turbulensintensiteten 20% (i 30 m høyde). Dette svarer til en overflateruhet på 0.1 m, altså betydelig ruere enn for en sjøflate. Kastfaktoren blir mye større ved vind på tvers av fjorden, ofte ser en faktorer på 2 til 3 på slike lokaliteter. Dimensjonerende vindstøt bør ikke reduseres for vind på tvers av fjorden. Turbulensintensiteten blir svært stor p.g.å. lav middelvind og høye kast og lar seg vanskelig tallfeste.

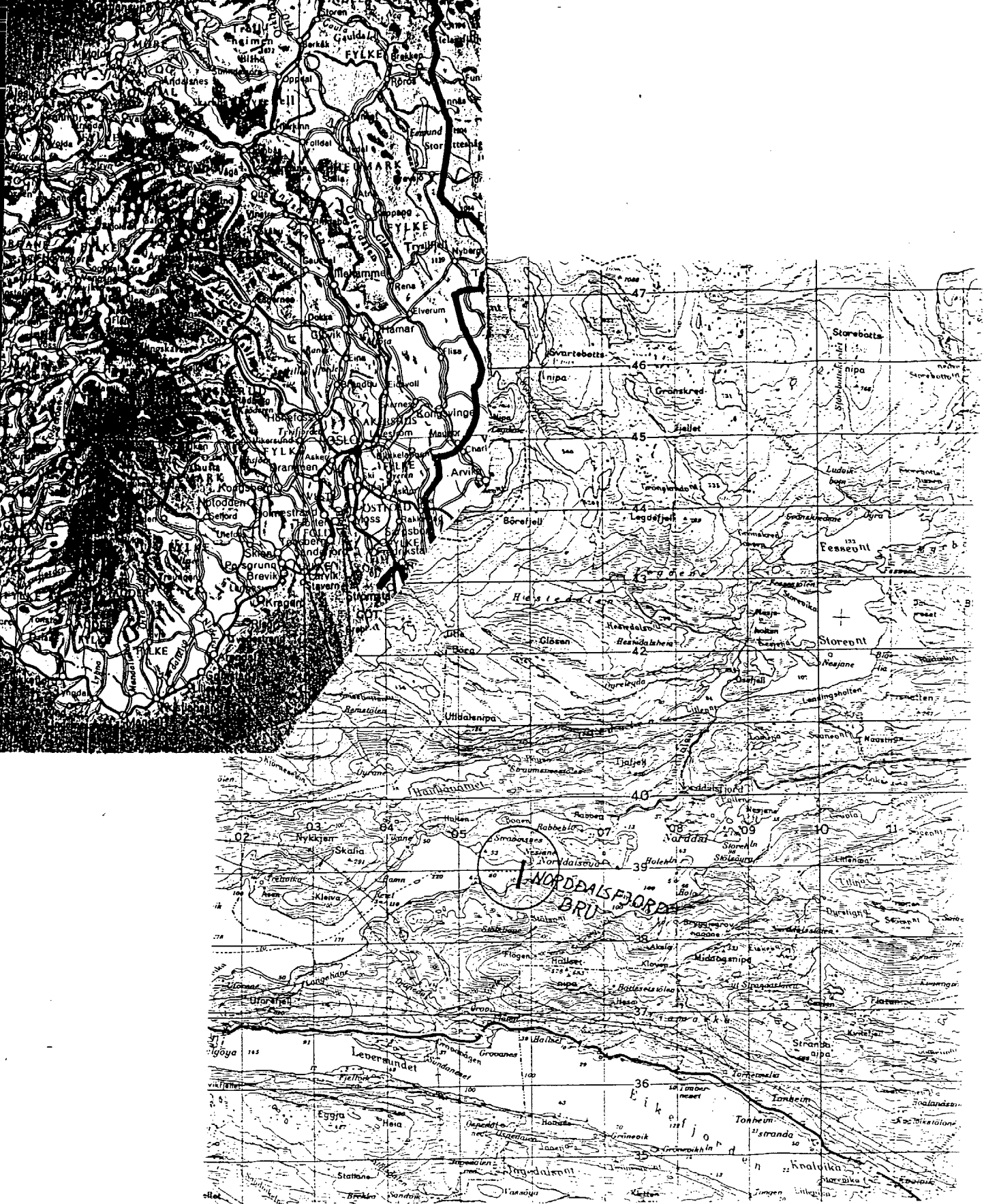


Fig. 1 Kart over Norddalsfjord. Plassering på stor og liten skala.



JOHS. HOLT A.S
RÅDGIVENDE INGENIØRER I BYGGETEKNIKK MRIF

Kristian Augusts gate 6,
OSLO 1
Telefon (02) 42 39 00

Meteorologisk Institutt
v/meteorolog Knut Harstveit
Niels Henrik Abels vei 40
0371 OSLO 3

Deres ref.:

Vår ref.: 8527/FH/KN

Oslo 23. september 1985

NORDDALSFJORD BRU, SOGN OG FJORDANE
VINDFORHOLD

Det vises til telefonsamtale idag.
På vegne av Statens vegvesen (kontaktperson overing. Giæver, Vegdirektoratets bruavdeling) ber vi om at De foretar en nærmere vurdering av vindforholdene på brustedet.
Det skal bygges en fritt frembygg-bru som fremgår av vedlagte oversiktstegning. Det vises til tidligere oversendt materiale og til vedlagte registreringsruller fra vindmåler på brustedet som dekker tidsrommet 9.2.84 - 13.8.85. (For feb.-okt. 1984 er tidligere beregnet timesmiddelvind). Rullene bes returnert til Sogn og Fjordane vegkontor, Hermansverk, v/overing. Hanekamhaug, etter bruk.

Det ønskes nærmere data for dimensjonerende vindlaster i byggetiden. Det bes derfor utarbeidet en rapport som angir:

1. Sannsynlig middelvindhastighet over 10 min med 10 års returperiode, helst for ulike vindretninger.
2. Vindstøt av 3-5 sek varighet.
3. Grad av turbulens på brustedet.

Rapporten bes utarbeidet så raskt som mulig og helst meddelt muntlig så snart De er ferdig.

De har stipulert kostnadene til ca. kr. 5.000.-.

Med hilsen

JOHS. HOLT A.S

J. Holst
Einn Holst

Medlegg.

Kopii av brev sendt: Vegdirektoratets bruavd. v/overing. Giæver
Sogn og Fjordane vegkontor, Hermansverk
Aas-Jakobsen A/S, Parkveien 57, Oslo

INSTITUTT
01901 13. MAI 85
Rev. *KL*
Ark. 322.4/Exsp.



JOHS. HOLT A.S
RÅDGIVENDE INGENIØRER I BYGGETEKNIKK MRIF

Meteorologisk Institutt
Niels Henrik Abels vei 40

0371 OSLO 3

Kristian Augusts gate 6,
OSLO 1
Telefon (02) 42 39 00

res ref.:

Vår ref.: 8504/JH/KMS

Oslo 9. mai 1985

NORDDALSFJORD BRU, SOGN OG FJORDANE
VINDFORHOLD

I forståelse med Statens vegvesen har vi utarbeidet et alternativ for ovennevnte bru. Vi vedlegger kopi av oversiktstegning nr. 8504/01A som viser bruas hovedkonstruksjon.

Videre vedlegges topografiske kart i M=1:50 000 Eikefjord, Naustdal og Florø hvor bruas beliggenhet er inntegnet på førstnevnte kart. Bruaksen går tilnærmet i retning nord-syd.

Vindbelastningen er bestemmende for de maksimale påkjenninger i deler av tårn og brubane og den er dermed av betydning for byggekostnadene. Dette gjelder særlig påkrevet armeringsmengde i nevnte konstruksjonsdeler.

Vi har benyttet dansk norm for vindlast og med utgangsverdier for 10 min. middelvind i forskjellige høyder (Z) slik:

Z = 20 40 60 80 m

\bar{V} = 35,0 38,2 40,0 41,3 m/sek.

Nevnte utgangsverdier er videre tallbehandlet som vist i vedlagte utdrag av statiske beregninger og fører til større vindbelastninger enn ved bruk av NS 3479.

Da brustedet er skjermet av relativt høye åser og fjell, er vi kommet i tvil om berettigelsen av en så stor vindlast, og tror at en reduksjon av utgangsverdiene for vindhastigheten kan komme på tale.

Vi vil være takknemlige for en uttalelse om dette, da en reduksjon kan medføre betydelig innsparing av armering.

Med hilsen

Johs. Holt
Johs. Holt

Gjenpart m/bilag

Samarbeidende firmaer: A.S I

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

ohs. Holt A.S
r. Augusts gt. 6
164 OSLO 1

Deres ref.
Brev 9.5.1985
8504/JH/KMS


Vår ref. (bes oppgitt ved svar)
322.4/1901/85 KnH/gt

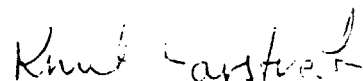
Dato
30. mai 1985

NORDALSFJORD BRU, SOGN OG FJORDANE - VINDFORHOLD

Viser til diverse telefonsamtaler. En foreløpig vurdering går ut på en sannsynlig reduksjon på 5 m/s over hele vindprofilet. Ved bruk av vinddata i et konkret brobyggingsprosjekt må dette anslaget vurderes på nytt i en grundigere analyse. I denne vil også inngå en vurdering av vindprofilets form og turbulensintensiteten i de ulike nivåer.

Etter fullmakt


Bjørn Aune


Knut Harstveit

adresseres til Det norske meteorologiske institutt, ikke til funksjonærer.

Adresse:	Kontoradresse:	Telegramadresse:	Telefon:	Telex:	Postgros nr.:
Bokas 320 - Blindern	Niels Henrik Abels vei 40	Meteorologen	(02) 60 50 90	19931	5 05 26 00
4 OSLO 3		Oslo 3			