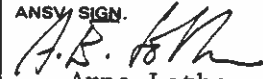


N - 7034 TRONDHEIM - NTH

TEL.: (07) 59 23 00
TELEX: 55 435 NHL N

ISBN NR.:

RAPPORTENS TITTEL BØLGEFORHOLD I MJØSUND OG DYRØYSUND	DATO 1990-11-15
	ANTALL SIDER OG BILAG 13 sider
SAKSBEARBEIDER/FORF. Arne Lothe	ANSV. SIGN.  Arne Lothe
	PROSJEKTNUMMER 604988

OPPDRAKSGIVER Statens vegvesen, Troms	OPPDOR. GIVERS REF. I. Holtaas
--	---------------------------------------

EKSTRAKT

Det er beregnet forventede bølgeforhold langs brutrasséen for to planlagte bruprosjekt - Mjøusundet bru og Dyrøysundet bru, begge i Troms fylke.

Bølgeforholdene er beregnet på grunnlag av eksisterende informasjon om vindforholdene på stedene. Når mer informasjon blir tilgjengelig til våren 1991 vil rapporten bli oppdatert.

STIKKORD PÅ NORSK

Samferdsel
Kyst
Bro
Bølge
Troms

OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Rapporten inneholder beregninger av forventede bølgeforhold langs bru-
traséene for henholdsvis Mjøsundbrua og Dyrøysundbrua. Bruprosjektene
er under utredning av Statens vegvesen, Troms, og denne rapport er en
del av et større arbeid for å finne dimensjonerings- og anbudsspesi-
fikasjoner for bruene.

Det er tidligere målt strøm i begge sund, og resultatene er rapportert
separat.

Et program for vindmålinger ble startet 1 oktober 1990, og vil fort-
sette fram til våren 1991.

I denne rapport er det beregnet forventede bølgeforhold langs begge
brutraséer. Formålet med analysen er å spesifisere forventede forhold
langs bruaksene med hensyn på arbeidsforhold.

Bølgeinformasjonen som er gitt er ikke egnet som dimensjoneringsgrunn-
lag, og det er heller ikke forventet at bølgehøyder vil være så høye
at de må tas spesielt hensyn til.

Sjøtilstanden langs bruene er beregnet ut fra vinddata. Vindinforma-
sjon er hentet fra Meteorologisk Institutts stasjonsnett, og fra til-
gjengelige data fra målingene som pågår.

Resultatene er presentert som tabeller over beregnede bølgehøyder
langs bruaksene.

For Dyrøysundet er bølgeforhold beregnet ved 5 punkter langs bruaksen,
for Mjøsundet i 3 punkter. Resultatene indikerer at forventet maksimal
signifikant bølgehøyde på begge steder er ca 1.0 m og årlig maksimal
signifikant bølgehøyde er ca 1.5 m.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	I
INNHALDSFORTEGNELSE	II
FIGURLISTE	III
TABELLISTE	IV
1. INNLEDNING	1
2. STEDSBESKRIVELSE	3
2 A. Mjøsundet	3
2 B. Dyrøysundet	5
3. METODE	7
4. BØLGEBEREGNING	9
4.1. Vindhastighet	9
4.2. Demping	9

FIGURLISTE

	Side
Figur 1. Oversiktskart.....	2
Figur 2. Mjøsundet.....	4
Figur 3. Dyrøysundet.....	6

TABELLISTE

	Side
Tabell 1. Oversikt over aktuelle meteorologiske stasjoner. (Kilde: Climatological Summaries for Norway, MI, Oslo 1973)	8
Tabell 2. Utdrag av registrerte høye vindhastigheter i Dyrøysund	8
Tabell 3. Bølgehøydefordeling langs bruakse Dyrøysund. Månedsmaksima	10
Tabell 4. Bølgehøydefordeling langs bruakse Dyrøysund. Årsmaksima	11
Tabell 5. Bølgehøydefordeling langs bruakse Mjøsund. Månedsmaksima	12
Tabell 6. Bølgehøydefordeling langs bruakse Mjøsund. Årsmaksima	13

1. INNLEDNING

Statens vegvesen, Troms, planlegger i to separate prosjekt fastlandsforbindelse til Dyrøy over Dyrøysundet ved Finnlandsneset, og fastlandsforbindelse til Andørja over Mjøsundet. De to stedene ligger i henholdsvis Dyrøy kommune (Dyrøysundet) og i grensen mellom Salangen og Ibestad kommuner (Mjøsundet). Se Figur 1. For å kunne frembringe dimensjoneringsgrunnlag for bruene og for å kunne planlegge byggingen er det igangsatt et større program for måling av miljødata på stedet.

Målinger av strøm er tidligere gjennomført og rapportert, mens vindmålingene ble startet ca 1 oktober 1990. Det er etablert en vindmålestasjon ved hvert brusted.

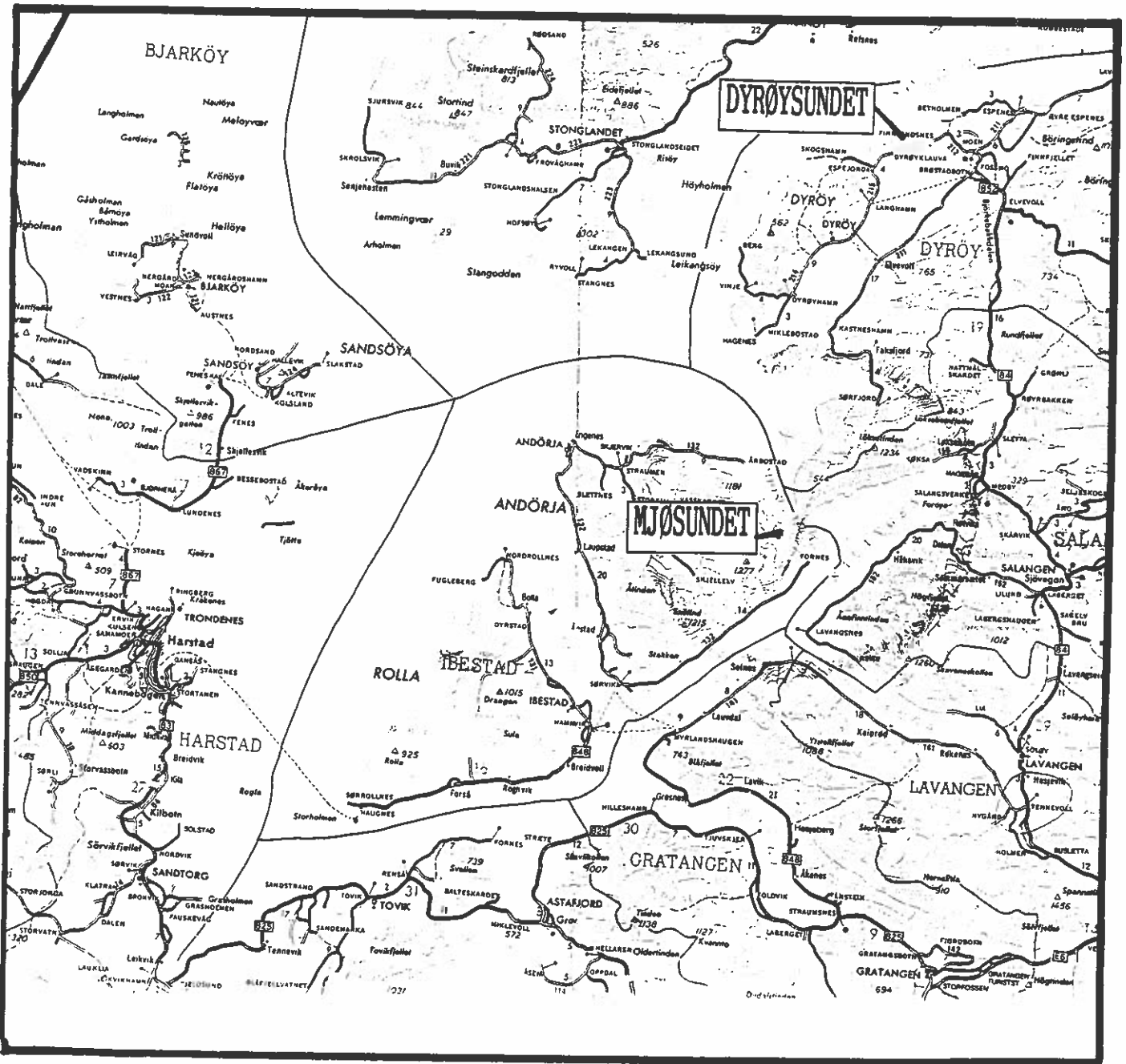
I denne rapporten beskrives de bølgeforhold som kan forventes ved brustedene. Analysen er ment å dekke behovet for bølgeinformasjon til bruk for byggeprosessen og skal ikke brukes til dimensjoneringsforhold.

Bølgelanalysen er utført på grunnlag av foreliggende datamateriale, som i dette tilfellet er kart og meteorologiske observasjoner. Vinddata fra brustedene finnes ikke, og det er ingen nærliggende meteorologiske stasjoner.

Resultat fra målinger av vind, så langt disse er ferdig, er blitt brukt til orientering.

Bølgeklimate er beregnet på grunnlag av vindforholdene, og de antagelser som er gjort med hensyn på vind vil bli kontrollert når resultater fra vindmålingene foreligger. Bølgeanalysen vil så bli oppdatert på grunnlag av resultat fra vindmålingene.

1
1
Enelepig



OVERSIKTSKART

FIG 1



NORSK HYDROTEKNISK LABORATORIUM
 NORWEGIAN HYDROTECHNICAL LABORATORY

2. STEDSBESKRIVELSE

2 A. Mjøsundet

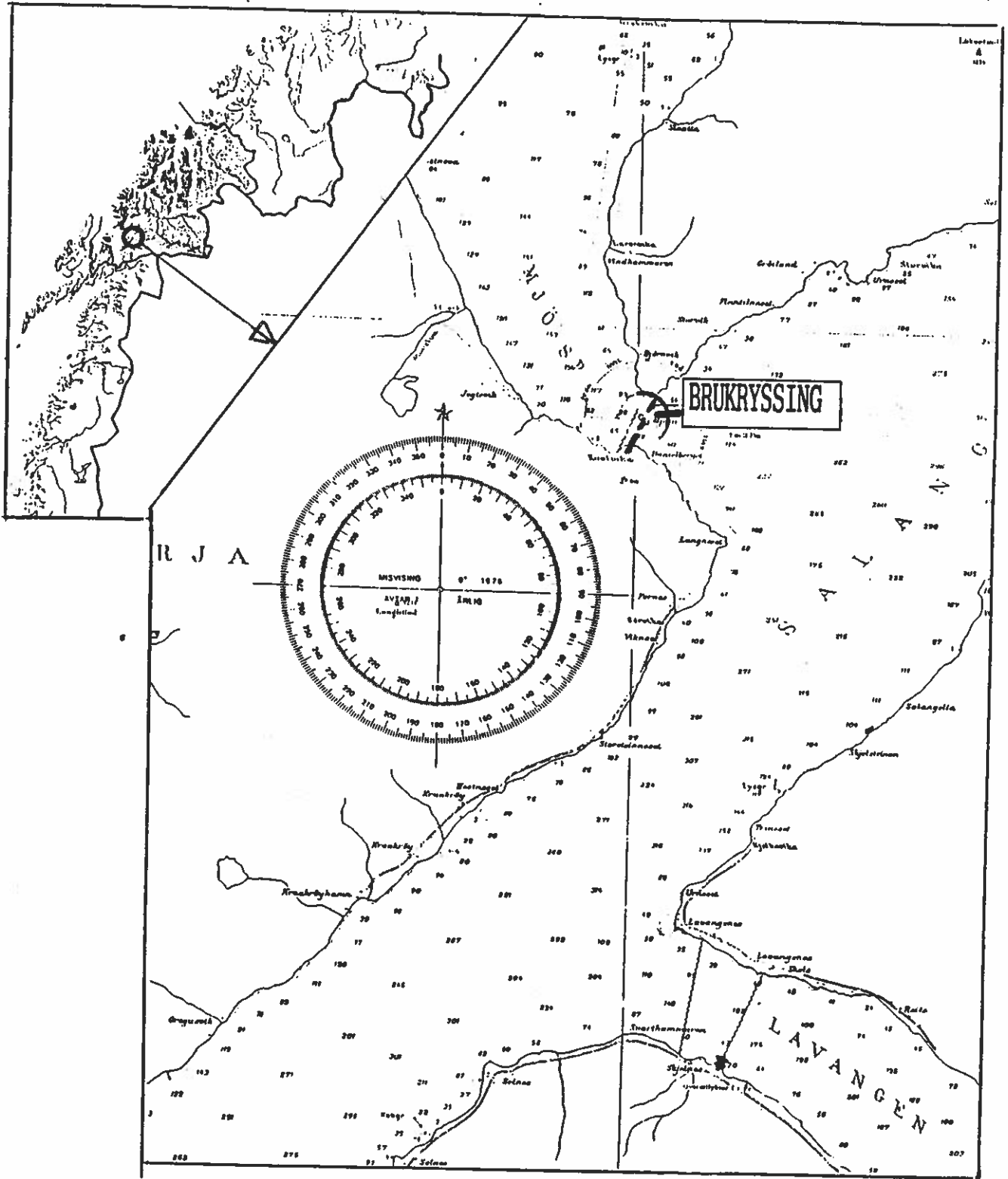
Mjøsundet (Figur 2) skiller øya Andørja (Ibestad kommune) fra fastlandet (Salangen kommune). Sundet har en NV-SØ orientering og er ca 800 m bredt ved det planlagte brusted. Mjøsundholmen ligger midt i sundet, slik at det er to løp i sundet. Hvert løp er ca 300 m bredt.


Stedet ligger godt skjermet, og det er den lokalgenererte vindsjø som vil være dominerende. Selv om strøklengdene rundt brustedet er begrenset, må en regne med at det kan oppstå kraftige vinder langs fjordene. Slike kraftige vinder kan skyldes en generell kanaliseringseffekt på den generelle vindstrøm og fallvinder som oppstår på grunn av de høye omkringliggende fjell. Fjellene og fjordsystemene fører til at vinden for det meste vil følge fjordens lengderetning.

Bølger ved brustedet i Mjøsundet kan ha opphav enten i Salangen (sørsiden) eller Mjøsundets nordlige del og fjorden utenfor (nordsiden).

Bølger fra Salangen vil komme direkte inn mot brustedet uten vesentlig demping. Dette gjelder bølger fra ØNØ (mot Løksebotn) og bølger fra SØ (tvers over Salangen). Fra nord vil bølgenes inntrengning være mer komplisert, siden det er tre mulige opphav for bølger:

- Fra vest (Vågsfjorden). Her vil bølgene ha et langt strøk til oppbygging, og vinden vil ikke være vesentlig dempet i forhold til vinden på åpen kyst. For å komme inn i Mjøsundet må imidlertid bølgene dreie $60 - 70^{\circ}$, og dette bidrar til dempingen.
- Fra nordvest (Tranøyfjorden). Her vil også bølgene ha et langt strøk til oppbygging, men strøket er smalt og vinden vil være dempet av landformasjoner over Tranøya. Dreiningen som kreves for å komme inn i Mjøsundet er mindre enn fra vest.



MJØSUNDET		FIG 2	
 NHL <small>NORSK HYDROTEKNISK LABORATORIUM</small> <small>NORWEGIAN HYDROTECHNICAL LABORATORY</small>			

- Fra nord (over Faksfjorden og Dyrøysundet). Dyrøya er høy, og det er mulig at vind kanaliseres gjennom Dyrøysundet og forbi Faksfjordens munning og ned mot Mjøsundet. Også dette innebærer en dreining av bølgene og passering av landkonturer som gir energitap.

Det vil ikke opptre havsjø eller dønning ved brustedet.

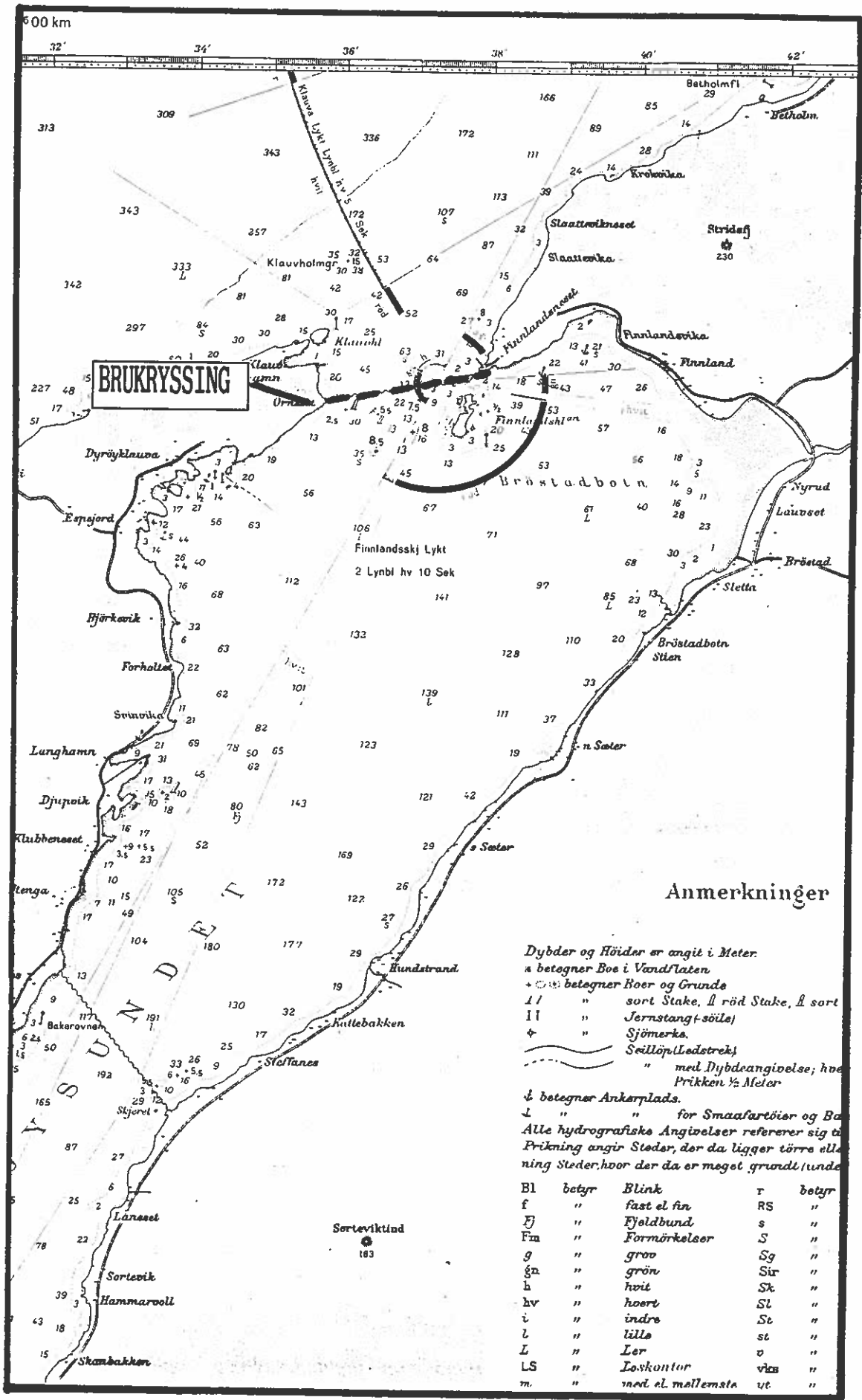
2 B. Dyrøysundet

Dyrøysundet (Figur 3) skiller Dyrøy fra fastlandet. Hele brustedet ligger i Dyrøy kommune. Sundet er ca 15 km langt og bredden varierer mellom 2 og 5 km. Sundet er orientert NØ-SV og er omgitt av høye fjell, 500 - 700 m. I sundets nordlige ende, ved Finnlandsneset er det en undersjøisk terskel, hvor dybden er 20 - 30 m, og hvor det er flere grunner og skjær over sundet.

En kryssing av sundet vil kunne utføres som en kombinasjon av fyllinger i sjø og bru med pilarer på grunne partier. Som i Mjøsundet vil bølger komme fra enten nordsiden eller sørsiden av brua.

Fra sør vil bølgene naturlig følge den kanaliserte vind gjennom Dyrøysundet. Selv om strøket er langt er sundet smalt og mye energi går tapt langs sidene og ved innsnevringen ved Merkesneset. Bølger kan også oppstå ved østlig vind fra Brøstadbotn-området. Fallvinder herfra vil kunne komme opp i betydelig styrke og kunne gi krappe bølger.

Fra nord vil en kunne få bølger som går langs Solbergfjorden, både ved vestlig vind og østlig vind. En del av denne bølgeenergien vil ha en evne til å dreie inn mot brustedet. I tillegg kan bølger oppstå ved vind på tvers og på skrå av fjorden.



Anmerkninger

Dybder og Høider er angit i Meter.
 a betegner Boe i Vandflaten
 + o betegner Boer og Grunde
 // " sort Stake, 1 rød Stake, 1 sort
 II " Jernstang (+ søile)
 + " Sjømerke.
 ~~~~~ Seiløp (Lødstrek)  
 ~~~~~ " med Dybdeangivelse; hve  
 Prikken 1/2 Meter
 & betegner Ankerplads.
 L " " for Smaafartøier og Ba
 Alle hydrografiske Angivelser refererer sig til
 Prikning angir Støder, der da ligger tørre eller
 ning Støder, hvor der da er meget grundt (unde

| | | | | |
|----|-------|------------------|-----|-------|
| Bl | betgr | Blink | r | betgr |
| f | " | fast el fin | RS | " |
| Fj | " | Fjeldbund | s | " |
| Fm | " | Formørkelser | S | " |
| g | " | groo | Sg | " |
| gn | " | grøn | Sir | " |
| h | " | hvit | Sk | " |
| hv | " | hoert | Sl | " |
| i | " | indre | St | " |
| l | " | lille | St | " |
| L | " | Ler | v | " |
| LS | " | Loskontor | vks | " |
| m | " | med el mellemste | ut | " |

3. METODE

Metoden som er valgt for å bestemme sjøtilstand er basert på vindhastighet, strøklengder (sjøoverflate hvor vinden er aktiv) og topografiske skjermingseffekter.

Vandybdene er i alle tilfellene så store (i forhold til bølgelengden) at refraksjonseffekter er neglisjert. Det vil si at bunnens innvirkning på bølgeretning i åpent farvann antas minimal.

Det er antatt at energien i sjøtilstanden har en normalfordeling omkring en middelretning θ_m . Standardavviket er i hvert tilfelle satt lik $\sigma = 25^\circ$. Dette vil tilsvare de forhold som oftest er å finne i norske fjorder.

Bølgegenereringsmodellen er en modifisert JONSWAP-metode, etter det opprinnelige Joint North Sea Wave Project fra 1973 med senere modifikasjoner.

Det er vurdert forskjellige kilder for vinddata. Med referanse til Climatological Summaries for Norway, Meteorologisk Institutt, 1979 (L. Andresen) er de aktuelle stasjoner oppsummert i Tabell 1.

Det er ingen stasjoner som utpeker seg som velegnet for en analyse av forholdene verken i Dyrøysund eller Mjøsund. For å kunne bruke slike data er det ønskelig at stasjonen ligger rimelig nær brustedet, at eksponeringen er tilnærmet den samme og at den omkringliggende topografi er tilsvarende.

Andøya er den eneste kyststasjon av stasjonene i tabellen, og er ved siden av Bardufoss den eneste med instrumentell registrering av vindhastighet.

Data i tabellen refererer til en 14-års periode fra 1961-1975. Andøya, som er en sterkt utsatt kyststasjon, har i perioden hatt registreringer i Beaufort 11, dvs sterk storm, opptil 32.3 m/s.

Tabell 1. Oversikt over aktuelle meteorologiske stasjoner.
(Kilde: Climatological Summaries for Norway, MI,
Oslo 1973).

| Stasjonsnavn | Avstand i km til
Mjøsund/Dyrøysund | Måle-
metode | Dominerende
retning | Kommentar |
|--------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Bardufoss | 50 | A | V-SV | Innland |
| Tennevoll | 20/38 | E | S sektor | Dalbotn |
| Narvik | 60 | E | Ø, V | Ø-V-fjord |
| Evenskjær | 55 | E | SV | NE-SV fjord |
| Borkenes | 58 | E | SV | NV/SØ fjord |
| Andøya | 75 | A | SV | Åpen kyst |
| Mestervik | 70 | E | SØ | Skjermet
fjord |

A = Anemometer (instrument)
E = Estimert, visuelt bedømt.

Av de øvrige stasjoner som ligger spredd til fjorder og daler er Narvik høyest med BF 10 (Beaufort styrke 10, full storm, opp til 27.5 m/s) som høyeste registrering.

Typisk for de øvrige stasjoner er BF 8 - 9, henholdsvis sterk kuling og liten storm.

BF 8 tilsvarer 18.6 - 20.4 m/s og BF 9 tilsvarer 20.5 - 23.5 m/s.

Til sammenligning er det tilgjengelig ca en måned med målte data fra Dyrøysundet. Tabell 2 viser en oversikt over de høyeste observasjoner av vind i Dyrøysundet.

Tabell 2. Utdrag av registrerte høye vindhastigheter i Dyrøysund.

| Tidspunkt | 10 min middel
m/s
U_{10} | 25 min middel
m/s
U_{25} | Max vind-
hastighet
m/s, U_{max} | Retning
\varnothing |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| 04 okt 1730 | 19.5 | 17.9 | 24.4 | 117 ⁰ |
| 15 okt 0930 | 18.1 | 18.6 | 26.6 | 210 ⁰ |
| 17 okt 0630 | 20.6 | 19.7 | 26.5 | 220 ⁰ |
| 17 okt 1500 | 21.7 | 22.4 | 32.2 | 220 ⁰ |

4. BØLGEBEREGNING

4.1. Vindhastighet

Det er ingen av de undersøkte stasjoner som peker seg ut som velegnet for en sammenligning med verken Dyrøysund eller Mjøsund. Vi har derfor valgt å benytte en vindhastighet som er basert på målinger i Dyrøysundet og på observasjoner ved målestasjonene til MI. Det er da vurdert at den lokale vindhastighet ved måleren i Dyrøysundet kan bli noe høyere enn vindhastigheten ute på fjorden på grunn av kanaliseringseffekter.

Vi legger derfor til grunn følgende:

| | |
|----------------|--|
| Månedsmaksimum | $U_{10} = 19 \text{ m/s}$ (BF 8, sterk kuling) |
| Årsmaksimum | $U_{10} = 23 \text{ m/s}$ (BF 9, liten storm) |

4.2. Damping

Dybdeforholdene ved begge brustedene er slik at bunnens innvirkning (refraksjon) kan neglisjeres. Det er så beregnet dempingskoeffisienter for punkter langs en antatt bruakse. I Dyrøysundet er det brukt 5 punkter, og i Mjøsundet er det brukt 3 punkter. Resultatet av disse analysene er gitt i Tabellene 3, 4, 5 og 6.

Tabellene viser at det på begge steder vil opptre bølger med signifikant bølgehøyde rundt 1.0 m på begge steder med en frekvens tilsvarende 10 - 14 ganger pr år.

Årsmaksima på begge steder er også noenlunde lik, ca 1.5 m.

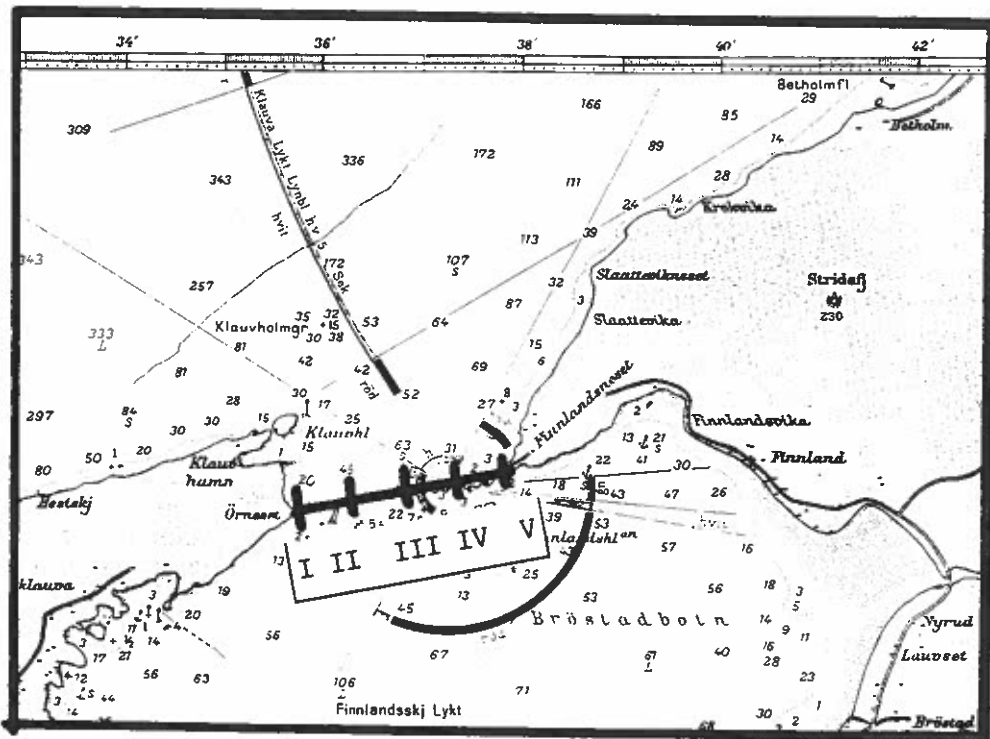
Perioden vil variere fra ca 2.5 s for korte strøk til 5.5 s for lange fjordstrøk.

Den signifikante bølgehøyde er middelveiden av den høyeste tredjedel av bølgene. Maksimal bølgehøyde er ca 1.9 x signifikant bølgehøyde.

Tabell 3. Bølgehøydefordeling langs bruakse Dyrøysund.
Månedsmaksima.

Bølgehøyder i m.

| | Retning i
åpent farvann | Punkter langs bruakse | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | V |
| Bølger
fra
nord | 70 | .61 | .61 | .52 | .40 | .29 |
| | 60 | .33 | .33 | .28 | .22 | .17 |
| | 30 | .81 | .91 | .88 | .80 | .70 |
| | 0 | .64 | .97 | 1.04 | 1.03 | .99 |
| | 330 | .28 | .70 | .97 | 1.10 | 1.10 |
| | 300 | .1 | .30 | .64 | .94 | .96 |
| | 250 | 0 | 0 | .10 | .29 | .31 |
| Bølger
fra sør | 120 | .54 | .46 | .31 | .1 | 0 |
| | 200 | .71 | .76 | .78 | .73 | .12 |



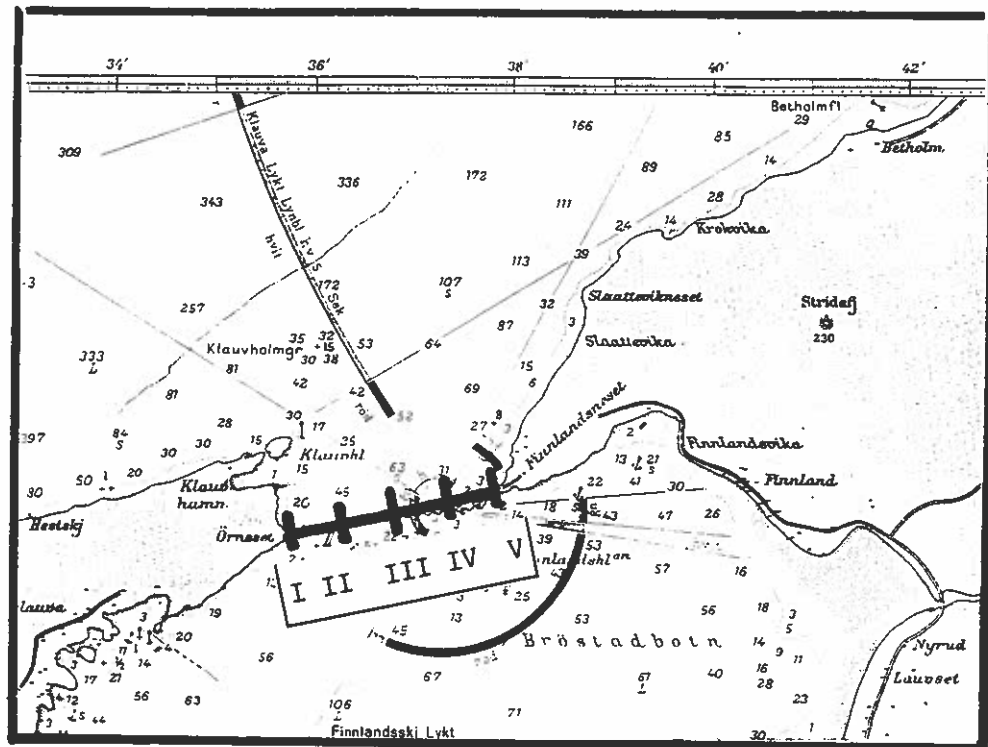
STED : DYRØYSUND
FREKVENS: MÅNEDSMAKSIMA

VINDHASTIGHET: 19 m/S

Tabell 4. Bølgehøydefordeling langs bruakse Dyrøysund.
Årsmaksima.

Bølgehøyder i m.

| | Retning i
åpent farvann | Punkter langs bruakse | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|------|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | V |
| Bølger
fra
nord | 70 | .78 | .78 | .66 | .51 | .37 |
| | 60 | .42 | .42 | .36 | .29 | .22 |
| | 30 | 1.05 | 1.18 | 1.13 | 1.03 | .90 |
| | 0 | .82 | 1.24 | 1.33 | 1.32 | 1.26 |
| | 330 | .36 | .91 | 1.25 | 1.42 | 1.42 |
| | 300 | .1 | .39 | .82 | 1.22 | 1.23 |
| 250 | 0 | 0 | .12 | .37 | .39 | |
| Bølger
fra sør | 120 | .69 | .59 | .40 | .1 | 0 |
| | 200 | .91 | .97 | 1.00 | .94 | .15 |



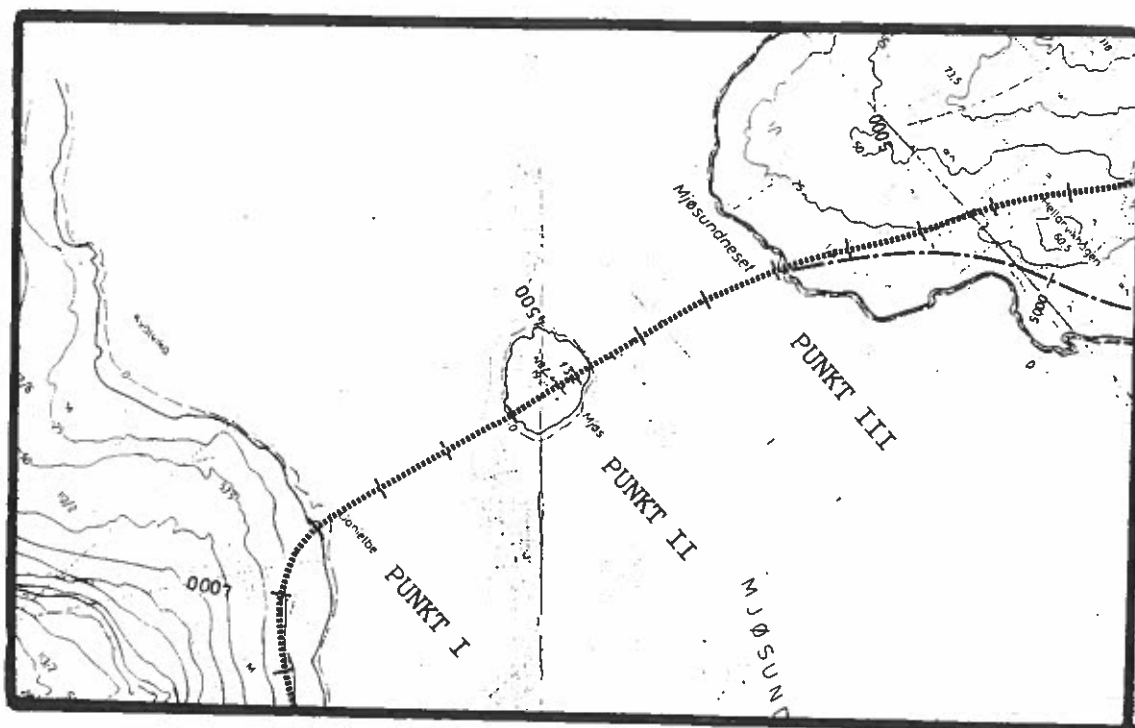
STED : DYRØYSUND
FREKVENNS: ÅRSMAXSMA

VINDHASTIGHET: 23 m/S

Tabell 5. Bølgehøydefordeling langs bruakse Mjøsund.
Månedsmaksima.

Bølgehøyder i m.

| | Retning i
åpent farvann | Punkter langs bruakse | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|------|------|----|---|
| | | I | II | III | IV | V |
| Bølger
fra
nord | 10 | .43 | .41 | .33 | | |
| | 330 | .77 | .73 | .59 | | |
| | 285 | .48 | .46 | .35 | | |
| Bølger
fra sør | 78 | 1.08 | 1.09 | 1.02 | | |
| | 120 | .71 | .76 | .80 | | |



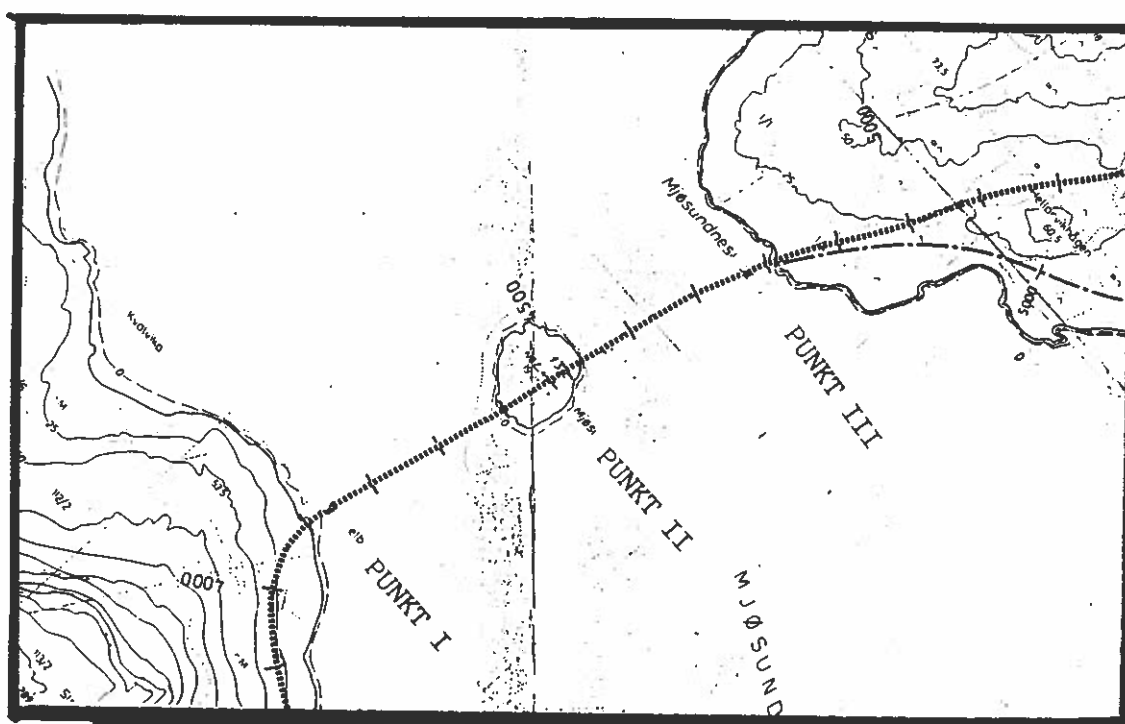
STED : MJØSUND
FREKVENNS: MÅNEDSMAKSIMA

VINDHASTIGHET: 19 m/S

Tabell 6. Bølgehøydefordeling langs bruakse Mjøsund.
Årsmaksima.

Bølgehøyder i m.

| | Retning i
åpent farvann | Punkter langs bruakse | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|------|------|----|---|
| | | I | II | III | IV | V |
| Bølger
fra
nord | 10 | .56 | .52 | .42 | | |
| | 330 | .98 | .94 | .75 | | |
| | 285 | .62 | .59 | .46 | | |
| Bølger
fra sør | 78 | 1.38 | 1.39 | 1.31 | | |
| | 120 | .92 | .98 | 1.03 | | |



STED : MJØSUND
FREKVENNS: ÅRSMAXSIMA

VINDHASTIGHET: 23 m/S