

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

0-65/74

ANALYSE AV VANNPRØVER FRA FENSFJORDEN, MONGSTAD  
HØSTEN 1974

Saksbehandler: cand.real. Tor Bokn

Medarbeidere: cand.mag. Sverre Kolstad  
cand.real. Øivind Tryland

Rapporten avsluttet: mars 1975

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
INNHALDSFORTEGNELSE	2
TABELL- OG FIGURFORTEGNELSE	3
1. INNLEDNING	4
2. METODIKK	4
2.1 Stasjons- og parametervalg	4
2.2 Analysemetodikk	7
3. RESULTATER OG VURDERINGER	10
4. LITTERATUR	12
APPENDIKS	13

TABELL- OG FIGURFORTEGNELSE

Side:

Tabell I.	Prøvetakingsdyp på hver stasjon og dato for prøvetakingen i Fensfjorden, høsten 1974	6
-----------	--	---

APPENDIKS:

Tabell 1a.	Stasjon 1. Fensfjorden 17. oktober 1974	14
Tabell 1b.	Stasjon 1. Fensfjorden 31. oktober 1974	14
Tabell 2a.	Stasjon 2. Fensfjorden 17. oktober 1974	15
Tabell 2b.	Stasjon 2. Fensfjorden 31. oktober 1974	15
Tabell 3a.	Stasjon 3. Fensfjorden 16. oktober 1974	16
Tabell 3b.	Stasjon 3. Fensfjorden 21. november 1974	16
Tabell 4a.	Stasjon 4. Fensfjorden 17. oktober 1974	17
Tabell 4b.	Stasjon 4. Fensfjorden 21. november 1974	17
Tabell 5a.	Stasjon 5. Fensfjorden 16. oktober 1974	18
Tabell 5b.	Stasjon 5. Fensfjorden 21. november 1974	18
Figur 1.	Oversiktskart - Fensfjorden ved raffineriet på Mongstad	

## 1. INNLEDNING

Etter henvendelse fra RAFINOR A/S & Co. 21. august 1974 ble det avtalt et møte, hvor det skulle utarbeides et program for resipientundersøkelser av Fensfjorden begrenset til nærområdene ved raffineriet på Mongstad. Møtet ble holdt 24. september 1974 på Mongstad med deltakelse av S. Plahte og P. Albriksen fra RAFINOR og T. Bokn og Ø. Tryland fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Som resultat av møtet ble NIVA gitt i oppdrag å samle inn og analysere vannprøver fra fem forskjellige stasjoner i Fensfjorden nær Mongstad. Innsamlingen skulle foregå én gang pr. år over en periode på tre år, med start i oktober 1974, før raffineriet var kommet i gang med produksjonen. De to øvrige prøveinnsamlinger vil bli gjennomført etter oppstartning av anleggene.

## 2. METODIKK

Plasseringen av stasjonene for innsamling av vannprøver i Fensfjorden er vist på figur 1 og en mer detaljert beskrivelse av stasjonsplasseringen er gitt i det nedenforstående.

### 2.1 Stasjons- og parametervalg

#### Stasjon 1

Mellom kai nr. 1 og nr. 2, utenfor utslippsrør

Søndre motor på brannpumpestasjon over ett med skorstein. Søndre og nordre kaikant på kai nr. 2 over ett.

#### Stasjon 2

Mellom kai nr. 1 og nr. 2

Nordre kant på kai nr. 1 over ett med neset bak. Skorstein over ett med senter kaikontor. Søndre kant på tank nr. 7 og nr. 8 over ett. Skorstein kalsineringsanlegg mellom tank nr. 1 og nr. 5.

Stasjon 3

Utenfor kai nr. 1

Ytre Sveneset over ett med Håvardens sørspiss.

Skorstein over ett med søndre skumtårn kai nr. 1.

Stasjon 4

Utenfor Hamneflustaken

Høyeste stolpe (132 kV linje) på Mongstadjellet over ett med gult merke på odde nordvest for Hamneflustaken.

Langøy (skogkledd ås) over ett med Oddnøy.

Stasjon 5

Øst/nordøst for Håvarden

Sørspiss Håvarden over ett med toppen på koks-silo. Nordspiss Håvarden over ett med høyeste topp på landet bakenfor (til venstre for skogkledd ås).

Første dalsøkk Håvarden nord over ett med husene bakenfor.

Prøvetakingsdyp på hver stasjon og dato for innsamling av prøver er stilt opp i tabell 1.

Tabell I. Prøvetakingsdyp på hver stasjon og dato for prøvetakingen i Fensfjorden, høsten 1974.

St.nr.	Prøvetakingsdyp (m) og dato		
	16-17/10 1974	31/10 1974	21/11 1974
1	0	0	
	5	5	
	25	10	
	50	20	
		30	
		50	
2	0	0	
	5	5	
	10	10	
	20	20	
	30	30	
	100	100	
3	0		0
	5		5
	10		25
	20		225
	30		
	225		
4	0		0
	5		5
	25		25
	225		225
5	0		0
	5		5
	25		25
	225		225

Vannprøvene fra Fensfjorden ble samlet inn over tre tokt. 16-17 oktober 1974 ble hovedtoktet gjennomført av representanter for RAFINOR A/S & Co., Norsk Hydro a.s og NIVA, og vannprøver til analyser av samtlige valgte parametre ble hentet fra alle tidligere nevnte dyp. Imidlertid ankom vannprøvene for sent til NIVAs analyselaboratorium, slik at analyser av fenol- og oljeinnholdet ville gi usikre resultater. To tilleggstokter - utført av representanter for RAFINOR - ble derfor gjennomført for å samle inn prøver til fenol- og oljeanalyser. 31. oktober 1974 ble også ammoniumprøver samlet inn. Prøvene for fenol- og oljeanalyse, samlet inn 31. oktober og 21. november, ble oversendt NIVA umiddelbart etter innsamling og analysert ved ankomst den påfølgende dag. Da analysekapasiteten for fenol ved NIVA var maksimalt 15 fenolanalyser daglig, ble innsamling av fenolprøver således fordelt over to tokt.

Vannprøver tatt 16-17 oktober er analysert på parametrene: salinitet (saltholdighet), turbiditet, oksygen, total-nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, ortofosfat og total organisk karbon. I vannprøvene tatt 31. oktober og 21. november ble det analysert på fenoler og olje. Dessuten ble siktedypet målt med secchiskive på hver stasjon under toktet 16-17 oktober. Vannprøvene fra de forskjellige dyp er samlet inn med Nansenvannhentere, utstyrt med vendetermometere, som registrerer temperaturen med en nøyaktighet på  $\pm 0,01$  °C.

De kjemiske vannanalyser er utført ved NIVAs analyselaboratorium, bortsett fra analyse av ammoniuminnhold, som RAFINORs laboratorium har ansvaret for, og oljeinnhold, som Sentralinstitutt for industriell forskning (SI) har bestemt.

## 2.2 Analysemetodikk

### Saltholdighet

Saltholdigheten er bestemt på et laboratoriesalinometer ved måling av vannets konduktivitet hvoretter saltholdigheten er beregnet ut fra tabeller fra National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO (1966). Apparatur: Inductively Coupled Salinometer Industria IME Sydney, Model C.S.I.R.O. Benevning: ‰ av sjøvannets vekt. Litteratur: Knudsen(1901), Barnes(1959, s. 84).

### Oksygen

På prøvetakingsstedet fikseres oksygen i vannprøven som  $Mn(OH)_4$  ved tilsetning av  $MnCl_2$ - og NaOH-løsninger. En jodometrisk titrering benyttes senere i laboratoriet til bestemmelsen av oksygeninnholdet. (Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode). Benevning: ml  $O_2$ /l.  
Litteratur: "Methods of Chemical Analysis as applied to Sewage Effluent", 1965.

### Ortofosfat

På prøvetakingsstedet konserveres vannprøven med svovelsyre. Ortofosfat bestemmes spektrofotometrisk med Technicon AutoAnalyzer. Ortofosfat reagerer med ammoniumheptamolybdat i surt miljø til fosformolybdenesyre som reduseres med ascorbinsyre ved  $80\text{ }^\circ\text{C}$  til molybdenblått. Oxalsyre tilsettes for å redusere interferens fra silisium. Absorpsjonen måles ved 815 nm. Benevning:  $\mu\text{g P/l}$ .  
Litteratur: Murphy and Riley(1958) - automatisk modifikasjon.

### Total fosfor

På prøvetakingsstedet konserveres vannprøven med svovelsyre. Bundet fosfor blir overført til ortofosfat ved belysning med ultraviolet lys i surt miljø i nærvær av hydrogenperoksyd. Prøven blir deretter analysert på samme måte som ortofosfat.  
Benevning  $\mu\text{g P/l}$ .  
Litteratur: Henriksen(1970).

### Nitrat/nitritt

På prøvetakingsstedet konserveres vannprøven med kvikksølvklorid. Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter nitritt og nitrat. Nitrat reduseres til nitritt med kadmium-kobberreduktor, nitritt diazoteres med sulfanilamid og koples med naphthylethylendiamin. Absorpsjonen måles ved 520 nm. Analysen blir utført på AutoAnalyzer.  
Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .  
Litteratur: Henriksen and Selmer-Olsen(1970).



### Total nitrogen

På prøvetakingsstedet konserveres vannprøven med kvikksølvklorid. Bundet nitrogen frigjøres og oksyderes til nitrat ved ultrafiolett belysning. Deretter analyseres prøven på tilsvarende måte som for nitrat. Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .

Litteratur: Henriksen(1970).

### Turbiditet

Turbiditet er et mål for prøvens innhold av suspenderte partikler (svevepartikler) og måles ved å registrere partiklenes refleksjon og spredning av innfallende lys. Turbiditetstallet avhenger av partiklenes farge, form og størrelse og er derfor ikke noe absolutt mål for prøvens partikkelinnhold.

Målingene er foretatt på laboratoriet med et Hach Laboratory

Turbidimeter (model 1860) og enheten er Jackson Turbidity Units (J.T.U.)

### Total organisk karbon

Prøvene for bestemmelse av total organisk karbon (TOC) ble konserverert med en oppløsning av kvikksølvklorid ( $\text{HgCl}_2$ ) under prøvetakingen.

Ved analysen tilsettes prøven kaliumperoxodisulfat ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) og fosforsyre ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) i små ampuller. Oppløst karbondioksyd ( $\text{CO}_2$ ) og uorganisk karbon som er omdannet til  $\text{CO}_2$  fjernes deretter ved å boble oksygen gjennom prøven. Glassampullen lukkes ved å smelte rørråpningen, og ampullen med innhold oppsluttes i 4 timer ved  $110^\circ\text{C}$  i autoklav.

Derved omdannes organisk karbon til  $\text{CO}_2$ . Ampullen knuses deretter i måleapparatet og mengden  $\text{CO}_2$  bestemmes med et IR-spektrofotometer.

Kaliumbiphtalat og  $\text{CO}_2$ -fritt destillert vann benyttes som standard (konserverert med  $\text{HgCl}_2$ ). Benevning: mg karbon/l ( $\text{mg C/l}$ ). Karbon analysator: Oceanography International, model 0524.

### Fenoler

Vannprøven konserveres med kobbersulfat og fosforsyre ved prøvetakingen og må analyseres innen 24 timer.

Analysen foretas ved destillasjon av fenoler og ekstraksjon med karbon-

tetraklorid. Destillatet tilsettes 4-aminoantipyrin som i nærvær av kaliumferricyanid ved pH 10 danner en farget forbindelse med fenol og som ekstraheres med karbontetraklorid. Absorpsjonen måles med spektrofotometer ved 460 nm.

Til standard benyttes fenol ( $C_6H_5OH$ ) løst i kokt og destillert vann. Benevning:  $\mu g$  fenol/l ( $\mu g/l$ ).

Litteratur: Standard Methods, 1971.

### Olje

Vannprøven (2 l) ekstraheres med karbontetraklorid, og oljeinnholdet i ekstraktet bestemmes med IR-spektrofotometer. Prøvene ekstraheres på NIVA, og IR-målingen foretas ved Sentralinstitutt for industriell forskning (SI).

Standarder basert på olje av merket BP Viscostatic er lagt til grunn for utregningen av resultater i denne rapporten. Benevning: mg olje/l (mg/l).

Litteratur: American Petroleum Institute (API) Method 733-58.

### Siktedyp

Siktedypet måles ved å senke en hvit sirkulær skive med diameter 25 cm - secchiskive - ned i sjøen til den akkurat er ute av synet. Dette dyp kalles vannets siktedyp.

## 3. RESULTATER OG VURDERINGER

I tabellene la/b-5a/b er resultatene fra alle kjemiske analyser og målinger ført opp. De fleste verdier ligger på nivåer som det er rimelig å forvente i en vestnorsk fjord som Fensfjorden. Imidlertid er det enkelte resultater som bør gis en viss oppmerksomhet. I overflaten på stasjonene 3 og 5 er det funnet konsentrasjoner av total organisk karbon på over 2 mg C/l (tabellene 3a og 5a), og samtidig viser siktedypsmålingene lavest verdi på de nevnte to stasjoner. Konsentrasjonene av total nitrogen i overflaten på stasjonene 3 og 5 var

høyere enn nivåene på de øvrige stasjoner, i særlig grad gjelder dette analyseresultatet for st. 5 (660 µg N/l). Den store korrelasjon mellom siktedyp, total organisk karbon og total-nitrogen tyder på at overflatevannet på de to nevnte stasjoner hadde et forholdsvis høyt innhold av organisk stoff. Imidlertid foreligger det ikke noen planteplanktonprøver fra dette tidsrommet, og således er det umulig å kunne påvise om de relativt høye konsentrasjonene av nitrogen og uorganisk karbon kan skyldes tilførsler fra land eller om det er en naturlig planteplanktonoppblomstring (høstmaksimum).

På stasjonene 3 og 4 er det funnet ammoniumkonsentrasjoner på henholdsvis 164 og 194 µg N/l i dypene 20 og 225 m. I begge dyp overskrider summen av ammonium- og nitratverdiene den målte konsentrasjonen av total-nitrogen. Dessuten er nivåene for begge stasjoners vedkommende urimelig høyt. Det foreligger således en mulighet for analysefeil eller kontaminasjon av disse under innsamling eller under analyseprosessen.

Verdien av en undersøkelse som denne kan være noe tvilsom etter som prøvetakingen kun utføres én gang pr. år. Et toktprogram med prøvetakingsfrekvens hver annen måned antas imidlertid å kunne gi tilnærmet pålitelige referansedata. Det eneste analyseresultatene fra den gjennomførte undersøkelse kan gi, er et øyeblikksbilde av Fensfjorden den dagen prøvene ble innsamlet og ikke noe utover det. En står overfor den risiko at flere av verdiene kan representere ekstremforhold i den ene eller annen retning. Således må ikke resultatene fra denne resipientundersøkelsen tolkes som om disse var representative for vannkvaliteten i Fensfjorden.

4. LITTERATUR

- BARNES, H., 1959: Apparatus and Methods of Oceanography. T 1, Chemical Methods - Allen & Unwin Ltd., London.
- HENRIKSEN, A., 1970: Determination of total nitrogen, phosphorus and iron in fresh water by photo-oxidation with ultraviolet radiation. - *Analyst*, 95: 601-608.
- HENRIKSEN, A. & SELMER-OLSEN, A.R., 1970: Automatic methods for determining nitrate in water and soil extracts. - *Analyst*, 95: 514-518.
- KNUDSEN, M. (ed.), 1901: Hydrographical tables, according to the measurements of Carl Forch a.o. - Copenhagen, Gad 1901 repr., Tutein og Koch, 1959. 63 pp.
- MURPHY, J. & RILEY, S.P., 1958: A single solution method for the determination of soluble phosphate in Sea Water. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 37: 9-14.

A P P E N D I K S

Tabell la. Stasjon 1. Fensfjorden. 17. oktober 1974.

Dyp m	Salinitet °/oo	Temperatur °C	Turbiditet JTU	Oksygen ml O <sub>2</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total org. karbon mg C/l
0	30,595	5,5	0,14	6,08	145	10	<10	6	4	0,65
5	30,835	11,57	0,31	5,90	130	10	40	6	5	1,25
25	32,158	12,59	0,34	5,54	160	30	<10	10	7	1,35
50	33,827	13,16	0,26	5,25	145	40	<10	10	9	1,15

Siktedyp 18,4 m.

Tabell lb. Stasjon 1. Fensfjorden. 31. oktober 1974.

Dyp m	Fenoler µg/l	Olje mg/l	Ammonium µg/l
0	2	<0,2	10
5	<2	<0,2	20
10	<2	<0,2	<10 (25m)
20	<2	<0,2	<10 (25m)
30	<2	<0,2	<10
50	<2	<0,2	<10

Tabell 2a. Stasjon 2. Fensfjorden. 17. oktober 1974.

Dyp m	Salinitet ‰	Temperatur °C	Turbiditet JTU	Oksygen ml O <sub>2</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto fosfat µg P/l	Total org. karbon mg C/l
0	30,380	5,2	0,20	6,15	180	<10	<10	7	3	1,55
5	30,526	11,34	0,21	6,19	90	<10	<10	7	3	1,30
10	31,341	12,04	0,33	5,76	150	20	25	7	5	1,00
20	32,143	12,58	0,23	5,61	160	20	50	8	7	1,35
30	32,372	12,80	0,16	5,47	100	30	<10	9	7	Mangler
100	34,658	7,89	0,24	6,19	220	150	40	26	24	1,10

Siktedyp 14,5 m

Tabell 2b. Stasjon 2. Fensfjorden. 31. oktober 1974.

Dyp m	Fenoler µg/l	Olje mg/l	Ammonium µg/l
0	<2	<0,2	<10
5	2	<0,2	-
10	<2	<0,2	41
20	<2	<0,2	< 10
30	<2	<0,2	< 10
100	<2	<0,2	< 10

Tabell 3a. Stasjon 3. Fensfjorden. 16. oktober 1974.

Dyp m	Salinitet °/oo	Temperatur °C	Turbiditet JTU	Oksygen ml O <sub>2</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total org. karbon mg C/l
0	29,826	5,5	0,27	6,40	340	<10	<10	9	4	2,05
5	30,622	11,93	0,26	5,97	120	<10	<10	5	2	0,85
10	31,089	12,09	0,21	5,97	150	10	90	7	3	0,80
20	31,949	12,76	0,21	-	140	20	164	7	4	0,90
30	32,422	11,12	0,16	5,79	135	30	<10	9	5	0,75
225	35,075	7,38	0,22	5,83	235	150	25	27	25	0,70

Siktedyp 11,5 m

Tabell 3b. Stasjon 3. Fensfjorden. 21. november 1974.

Dyp m	Fenoler µg/l	Olje mg/l
0	<2	<0,2
5	2	<0,2
25	<2	<0,2
225	<2	<0,2



Tabell 4a. Stasjon 4. Fensfjorden. 17. oktober 1974.

Dyp m	Salinitet ‰	Temperatur °C	Turbiditet JTU	Oksygen ml O <sub>2</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total org. karbon mg C/l
0	31,136	5,5	0,39	6,12	175	10	<10	8	4	1,10
5	31,132	11,72	0,31	6,05	130	10	30	9	5	0,95
25	32,154	12,70	0,49	5,54	145	20	<10	11	10	0,70
225	35,071	7,38	0,36	5,76	225	150	194	29	25	0,40

Siktedyp 14,0 m

Tabell 4b. Stasjon 4. Fensfjorden. 21. november 1974.

Dyp m	Fenoler µg/l	Olje mg/l
0	<2	<0,2
5	<2	<0,2
25	<2	<0,2
225	<2	<0,2

Tabell 5a. Stasjon 5. Fensfjorden. 16. oktober 1974.

Dyp m	Salinitet ‰	Temperatur °C	Turbiditet JTU	Oksygen ml O <sub>2</sub> /l	Total nitrogen µg N/l	Nitrat µg N/l	Ammonium µg N/l	Total fosfor µg P/l	Orto- fosfat µg P/l	Total org. karbon mg C/l
0	29,661	5,2	0,44	6,33	660	< 10	< 10	11	5	2,2
5	30,299	11,40	0,34	6,12	160	< 10	18	6	3	1,1
25	32,178	12,69	0,42	5,54	185	20	10	10	7	1,6
225	35,059	7,47	0,41	5,76	200	150	< 10	28	25	0,8

Siktedyp 12,7 m

Tabell 5b. Stasjon 5. Fensfjorden 21. november 1974.

Dyp m	Fenoler µg/l	Olje mg/l
0	< 2	< 0,2
5	< 2	< 0,2
25	< 2	< 0,2
225	< 2	< 0,2

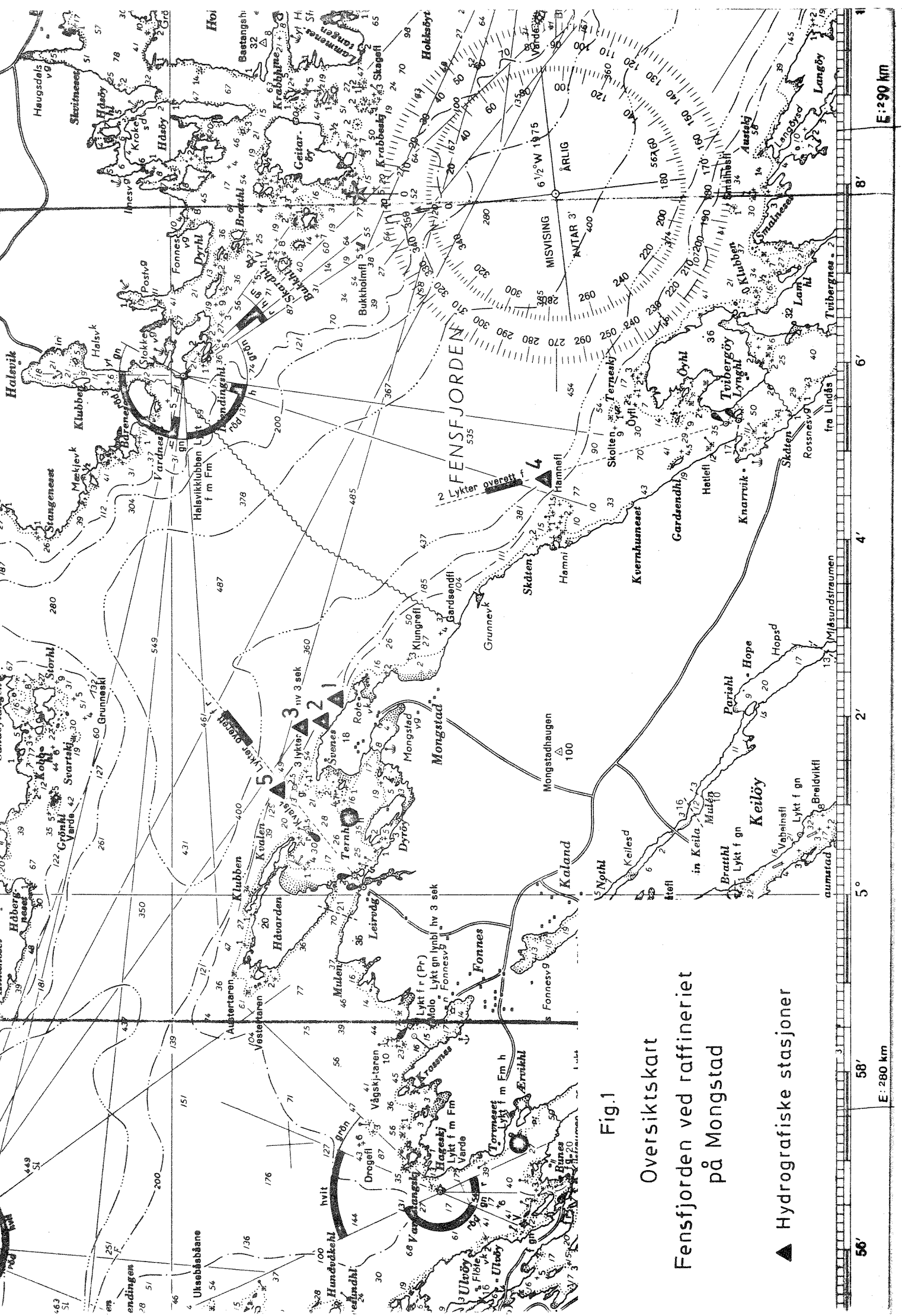


Fig.1

Oversiktskart  
Fensfjorden ved raffineriet  
på Mongstad

▲ Hydrografiske stasjoner

56'

58'

E: 280 km

5°

2'

4'

6'

8'

1

E: 390 km