



# Grunnavåg industriområde

Vurdering av konsekvensar  
ved utfylling i sjø

**O-93146**

**Grunnavåg Industriområde**

**Vurdering av konsekvensar  
ved utfylling  
i sjø**

**NIVA, Bergen august 1994**

**Lars G. Golmen**

### *Forord*

*På sørsida av munningsområdet til Sagvåg på Stord skal det anleggast industriområde og kaianlegg. Det er hevda at utbygginga kan medføre visse konsekvensar for vassutskiftinga i Sagvåg. Stord kommune ba derfor NIVA om å lage framlegg til ei gransking for å vurdere miljøeffektene av utbygginga.*

*Prosjektforslaget blei sendt frå NIVA i oktober 1992, og tilsagn om gjennomføring kom i juni 1993. Feltarbeid og målingar blei gjennomført hausten 1993. I den samanheng rettar vi takk til Stord Hamnevesen som velvilligst stilte med båt og bemanning.*

*Hos kommunen har teknisk sjef Charley Løbø vore kontaktperson. Sekretær Inger Midttun hos NIVA redigerte rapporten, og Terje Hopen gjennomførte EDB av strømmålingsdata.*

*Lars G. Golmen  
prosjektleder, NIVA*

# INNHALD

SAMANDRAG .....	4
1. INNLEIING .....	5
1.1. Bakgrunn og formål.....	5
1.2. Sagvåg.....	5
1.3. Grunnvåg industriområde.....	9
1.4. Tidlegare granskingar .....	12
1.5. Nokre aktuelle problemstillingar .....	12
2. MÅLEPROGRAMMET.....	13
2.1. Hydrografi .....	13
2.1.1. Måleinstrument.....	13
2.2. Strømmåling .....	13
2.2.1. Måleinstrument.....	14
2.3. Anna prøvetaking .....	14
3. MÅLERESULTAT .....	15
3.1. Hydrografi .....	15
3.1.1. Hydrografiske korttidsvariasjonar .....	15
3.2. Næringssalt .....	17
3.3. Sediment .....	18
3.4. Strømmåling .....	18
4. KONSEKVENSVURDERING.....	24
4.1. Dagens tilstand.....	24
4.2. Fysiske endringar .....	24
4.3. Endring i sirkulasjon.....	24
4.3.1. I munningsområdet .....	24
4.3.2. Inne i Vågen .....	25
4.4. Islegging .....	25
4.5. Effekt på vasskvalitet .....	25
4.6. Effekter under fyllingsarbeidet.....	26
REFERANSAR .....	27

Appendiks

## **SAMANDRAG**

På sørsida av utløpet til Sagvåg på Stord skal Grunnvåg Industriområde etablerast. Dette medfører utfylling i sjøen for kaiområde ut til ca 210 m frå land. NIVA har i denne samanheng vurdert ulike miljøeffekter som utbygginga kan medføre, særleg for Sagvåg.

Hausten 1993 blei det gjennomført eit måle- og prøvetakingsprogram i Sagvåg og i tilstøytande sjøområde for å skaffe bakgrunnsdata for vurderingane. Det blei gjort strømmåling i området for planlagt utfylling.

Utbygginga medfører topografiske endringar i munningsområdet til Sagvåg. Sjølve vågen blir ca 30 % lenger, og overflatearealet aukar med ca 15 %. Sjølve munningstverrsnittet blir lite endra. Utfyllingsarbeidet medfører i hovedsak midlertidig fare for nedslamming og muligens fare for algevekst p.g.a. nitrogentilførsler frå sprengstoffrestar.

Sagvåg må reknast som eit belasta sjøområde i forhold til vassutskiftinga. Djupvatn og sediment i indre deler har til dels svært dårleg karakteristikk (SFTs tilstandsklasse V - "Meget dårleg" for sedimentkvalitet). Dette trass i at vågen ikkje har spesielt djupe basseng. Tilstanden synes imidlertid å vere inne i ei langsam betring som resultat av reduserte tilførsler/utslepp dei siste åra.

På grunn av relativt stor endring i overflateareal og tidevannsstrøm som følgje av utbygginga aukar turbulent blanding, og midlare opphaldstid for vatn over terskeldjup i Sagvåg minkar med 5-6%. Dette gjer at negative effekter når det gjeld sediment, vasskvalitet og islegging inne i Sagvågen neppe kan ventast i framtida.

Strømmen i utfyllingsområdet har hovedretning mot sør. Dette gjer at miljøeffekter inne i Sagvåg under utbyggingsperioden sannsynlegvis blir små. Det kan ventast synleg nedslamming av botn innafor avstand på ca 10 m frå ytterkant av utfyllingsområdet.

Miljøeffekten av anleggsverksemda i og nær fyllingsområdet er venta å bli små, men synlege i sommarhalvåret. Det blir anbefalt å observere utviklinga under fyllingsarbeidet, med tanke på å sette inn avbøtande tiltak i tilfelle ugunstig utvikling.

# 1. INNLEIING

## 1.1. Bakgrunn og formål

Ved utløpet av Sagvåg på sørvestsida av Stord skal det etablerast eit industriområde, med kaier, lagerområde etc. Planen for utbygginga har vore ute til offentleg høyring. Fylkesmannen i Hordaland hadde nokre merknader til planen. Desse merknadane var m.a. knytt til spørsmål om konsekvens for vassutskiftinga i Sagvåg når munningsområdet blir berørt, samt kva verknader fyllinga vil kunne få for marint liv i området (sjå kopi av brev i appendiks).

På bakgrunn av innkomne merknader blei NIVA kontakta av kommunen, v/ teknisk sjef C. Løbø i oktober 1992, med forespurnad om å levere forslag til gjennomføring av ei konsekvensutgreiing. Endeleg stadfesting av oppdraget kom i juni 1993, etter at NIVAs forslag hadde vore vurdert av m.a. Fylkesmannens Miljøvernavdeling. Sjølve granskinga tok til umiddelbart etterpå.

Hovedmålsettinga med prosjektet har vore å vurdere kva effekt på vassutskiftinga inne i Sagvåg som inngrepa i munningsområdet kan forventast å medføre. Effekter på marint liv i nærleiken av fyllingsområdet konsentrerer seg om betraktningar omkring nedslamming.

## 1.2. Sagvåg

Sagvåg ligg på sørvestsida av Stord, ved munningen ut mot Stokksundet (fig. 1.1). Utsnitt av sjøkartet er synt i fig. 1.2a, og detaljert botntopografi i fig. 1.2b. Tabell 1.1 angir ein del topografiske data for vågen. Sagvåg er eit viktig hamneområde for småbåtar og mindre skip. Der er fleire småbåthamner. Vidare er der mekanisk verkstad (sjå foto i fig. 1.3).

Vågen er relativt grunn. Største djup inne er 12-13 meter. Der er to smale terskelområde midtvegs inne i vågen, like innafor og utafor verkstaden (verftet).

Inst i Sagvåg renn elva (Sagelva) frå Storavatnet ut. Storavatnet (ca 2 km<sup>2</sup> overflateareal) har ein del tilførsler av plantenæringssalt, og der var påvist giftige blågrønalger seinast hausten 1993. På grunn av elva fra Storavatnet (anslått vassføring på 0.2-0.6 m<sup>3</sup>/s) er det ein del brakkvatn i indre deler av Sagvåg, som m.a. tidvis medfører islegging.

Tidligare industri, m.a. verftet og sagbruk/trelasthandel etterlot seg mykje spon og flis, som saman med organiske tilførsler frå Storavatnet delvis blei liggande att som botnfall i djupholene.

Kloakksaneringa i Sagvågområdet starta i 1970-åra. Utslepp har gradvis vorte samla og flytta ut av Sagvågen, som i dag er kloakkresipient for om lag 1000 p.e. Denne situasjonen vil vare ved i åra framover.

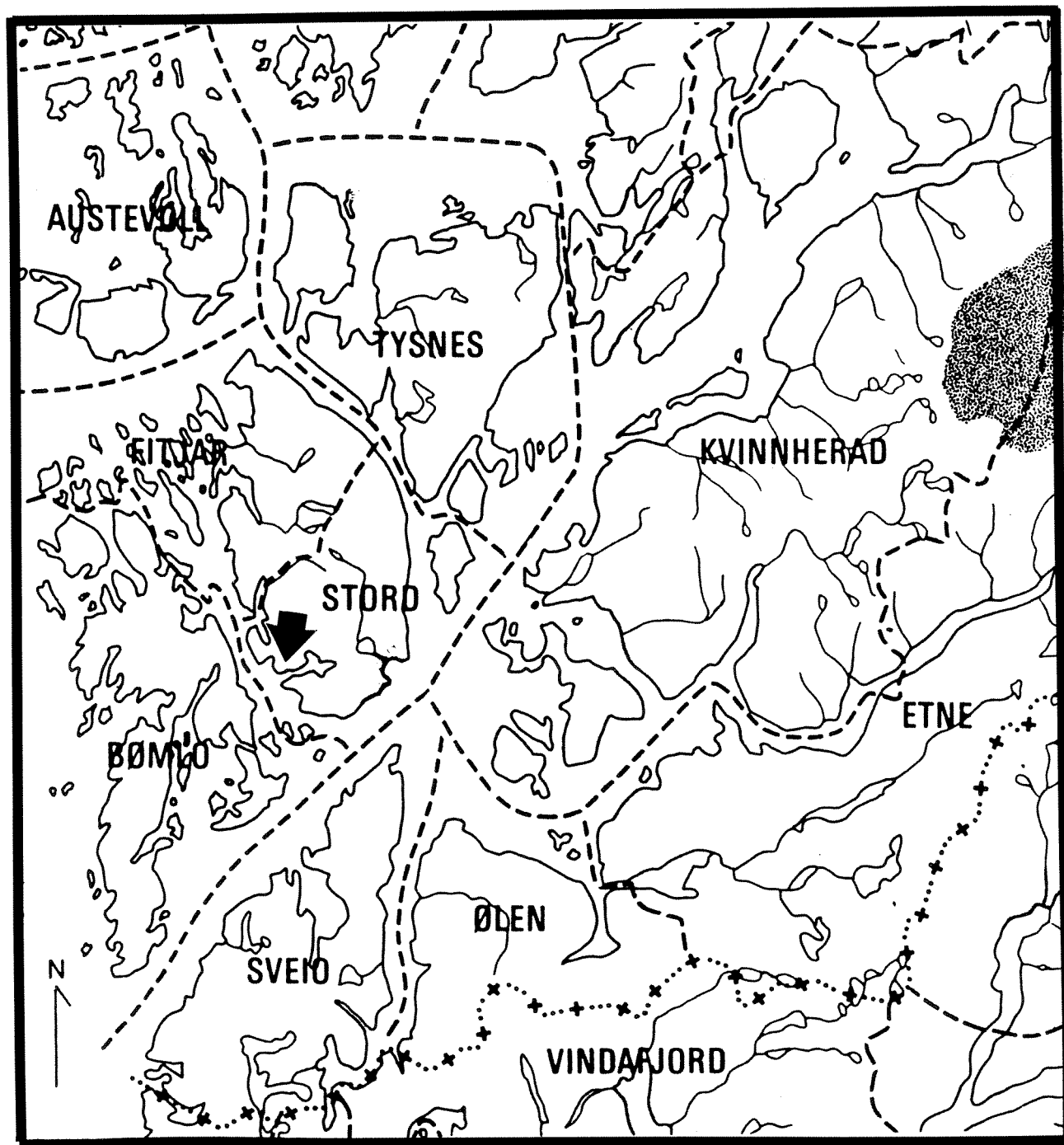
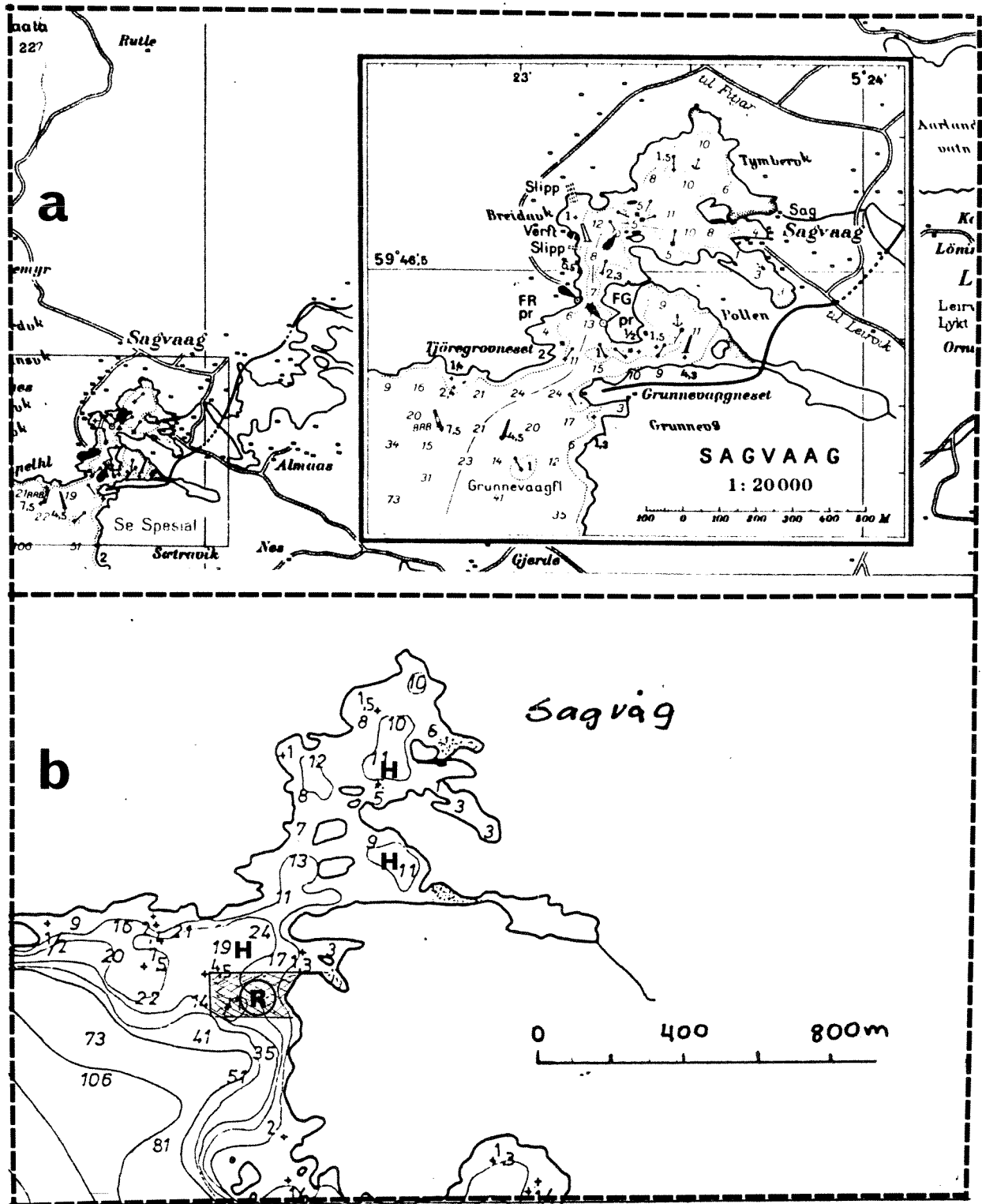


Fig. 1.1. Kart over Sunnhordland, med Stord og Sagvåg (pil).



**Fig. 1.2a,b.** Kart over Sagvåg. a: Utsnitt frå sjøkart nr 19. b: botntopografisk kart med utbyggingsområdet og måleposisjonar i 1993 markert (R: strømmåling, H: hydrografi).





**Fig. 1.3.** Fotografi over deler av Sagvåg, med den mekaniske verkstaden (verftet) og D/S "Stord" ved kai (øverste foto).

**Tabell 1.1.** Nokre topografiske data for Sagvåg

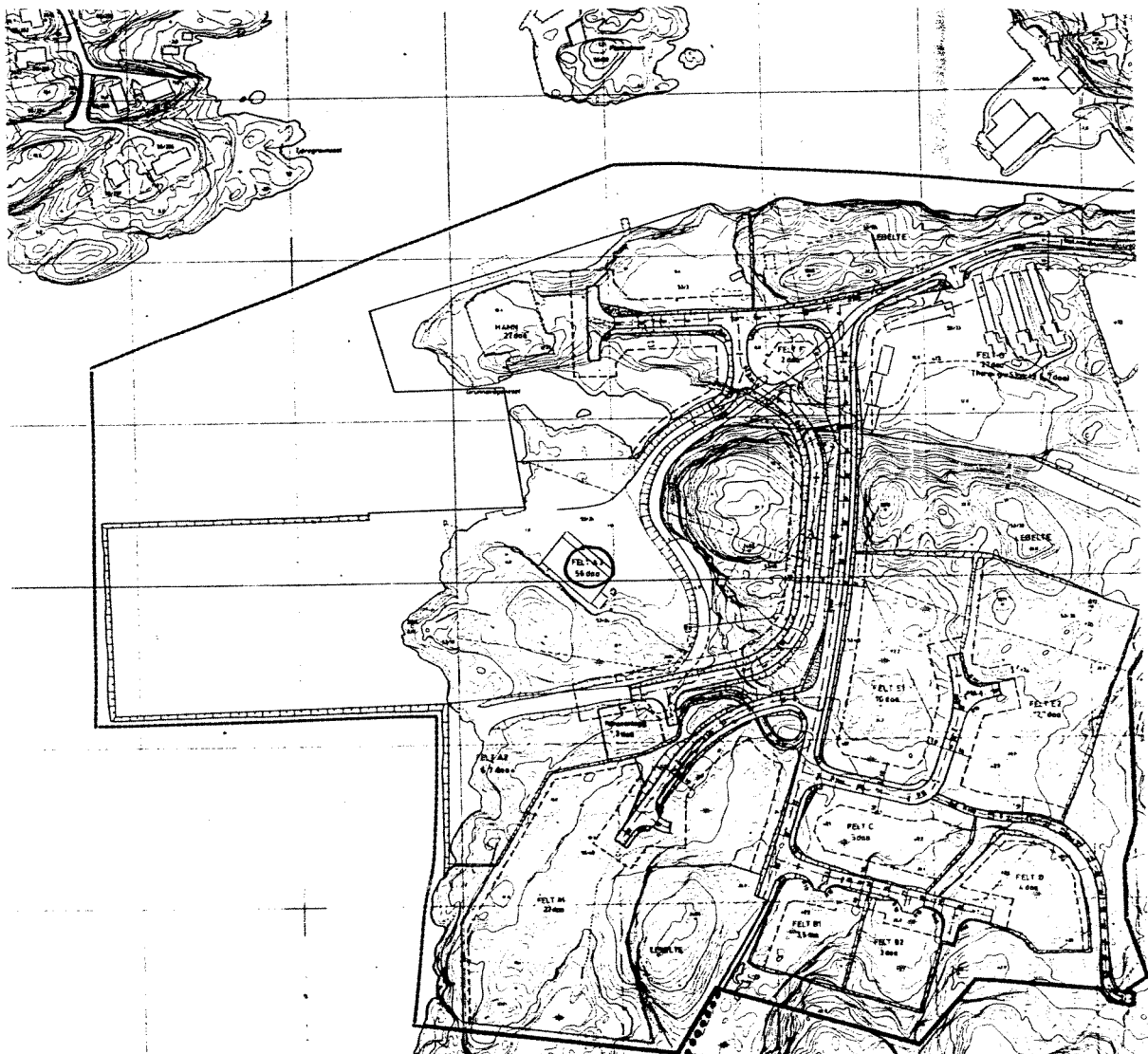
Lengd frå munning inn til Tymbrevik	800 m
Overflateareal	0.32 km <sup>2</sup> (ca)
Djup v/ munning (og v/ terskel lenger inne)	11 m (5-7 m)
Max djup	12 m
Gjennomstrøymingsareal v/ munning	600 m <sup>2</sup> (ca)

### 1.3. Grunnavåg industriområde

Sjølve reguleringsarealet er avmerka på kart i fig. 1.2b, samt i detalj i fig. 1.4. Det utbyggingstrinnet som skal vurderast i denne rapporten er skravert særskilt i fig. 1.2b.

Fyllingsområdet i sjø på 210 m x 120 m tilsvarar eit areal på ca 25,000 m<sup>2</sup> (25 daa). Frå kartskissene framgår det at munningsområdet til Sagvåg blir endra, og til ei viss grad innsnevra.

Fig. 1.5 og 1.6 syner fotografi av utbyggingsområdet og munningsområdet til Sagvåg.



**Fig. 1.4.** Plankart for Grunnavåg industriområde. Innerste strek markerer utbyggingsgrensa.



**Fig. 1.5.** Fotografi over Grunnavåg utbyggingsområde, med eksisterende (hausten 1993) industri tilhørende Leirvik Sveis AS.



**Fig. 1.6.** Fotografi over munningsområdet til Sagvåg (øverst) samt nordre del av Grunnavåg.

## 1.4. Tidlegare granskingar

Sagvåg har tidlegare vore undersøkt av Universitetet i Bergen, i 1983 og i 1988 (Johannessen m. fl. 1984, 1989). Ingen fleire relevante konsulentrapportar ligg føre, etter det vi kjenner til.

Tilhøva ved granskinga i 1988 var i følge *Miljøplan Hordaland* (1989) "...dårlege og omtrent som i 1983". Inst i Sagvåg blei det funne sediment med til dels "meget sterk" H<sub>2</sub>S lukt ved begge granskingane. Det var lite oksygen i botnvatnet, og kloakkluft i kaiområdet (1983).

Rundt den gamle utskipingsstaden for kis nær utløpet synte granskingane tydelege teikn (gulfarga vatn) på lekkasje frå fyllingar i strandsona. I gamle dagar vart kis deponert på land før utskipping. Deponiområdet blei seinare tildekkja med fylling. Ein viss lekkasje i strandsona kan likevel framleis påvisast.

Ved den planlagte utsleppsstaden for kloakk sør for Grunnvågneset (300 m sør for planlagt fylling) var botntilhøva gode i 1988, med artsrik fauna.

## 1.5. Nokre aktuelle problemstillingar

Fyllingar og kaier ved Grunnvåg Industriområde vil medføre ein viss innsnevring av munningspartiet til Sagvåg. Sidan fyllingane blir plassert mest over grunne område, er det også gjennomstrøyminga i grunne sjikt som relativt sett vil bli mest påverka.

Sidan Sagvåg mottar ein god del ferskvatn som strøymer ut nettopp i overflata, kan det dermed bli tale om merkbare effekter på strømforhold og opphaldstid for vatn inne i vågen.

Auka opphaldstid vil teoretisk kunne medføre auka belastning på dei djupare botnpartia, i form av auka botnfelling av partikulært materiale både frå elvar og bekkar, og frå lokale kjelder. Auka opphaldstid vil også kunne medføre auka næringssaltkonsentrasjon om vinteren og auka planktonvekst i sommarhalvåret (eutrofiering, med begroing av grønalger). Isleggingsmønsteret kan bli endra (meir is og/eller endra tidspunkt for islegging).

## 2. MÅLEPROGRAMMET

Tidlegare granskingar i Sagvåg har framskaffa dokumentasjon på tilstand i sedimenta. Vi har forutsatt at denne relativt nye dokumentasjonen er tilstrekkeleg for den noverande utgreiinga, som derfor har strømførhold og vassutskifting som hovedtema. Måleprogrammet har konsentrert seg om hydrografi og strøm.

### 2.1. Hydrografi

På ulike stader ("stasjonar") blei det målt hydrografi. Måletidspunkta var 28. september og 15. oktober 1993.

Måleprogrammet bestod av kontinuerlig profilering frå overflate til botn med målesonde, samt prøvetaking av vatn i nokre utvalde djup. Posisjonane er avmerka i kart i fig. 1.2b. Prøvetakingsdjup på dei ulike stasjonane var gjennomgåande 5m og 10m.

Oksygen blei konservert i felt ved tilsetjing av kjemikaliar, og seinare bestemt i lab ved titrering (Winklers metode). Salinitet og temperatur blei også registrert av strømmålarane som hang i fast forankra rigg (sjå avsnitt 2.2). Desse kontinuerlege måleseriane representerer data frå sitt bestemte djup over lengre tid, og gir nyttig informasjon m.a. om korttidsvariasjonar.

#### 2.1.1. Måleinstrument

Hydrografi (salinitet og temperatur) blei målt ved hjelp av automatisk registrerande sonde av type Sensordata SD200. Denne registrerer og lagrar data for temperatur og salinitet, samt djup, i eit internt dataminne. Etter toktet kan alle måledata avlesast direkte til PC. Ved eit høve blei det nytta ei spesiell sonde (Simtronix UCM-40) som også måler strøm. Dette instrumentet sender data fortløpande via signalkabel til PC om bord i båten.

### 2.2. Strømmåling

Strømmåling blei utført i ein posisjon i det planlagte fyllingsområdet (fig. 1.2b). Tabell 2.2 syner måleperioder etc.

**Tabell 2.2.** Oversikt over strømmålingane ved Grunnvåg hausten 1993.

Posisjon	Måledjup	Instrument	Måleinerv.	Periode, 1993
R	2 m	SD2000, S2	8 min	28/9 - 15/10
---"---	12 m	Aand. 8362	10 min	28/9 - 9/10

### **2.2.1. Måleinstrument**

Til strømmålingane i fast forankra rigg blei det nytta strømmålarar av type Aanderaa RCM og Sensordata SD2000. Begge typer registrerer strøm ved hjelp av ein s.k. savoniusrotor som roterer p.g.a. strømmen. Strømretning blir registrert ved hjelp av eit ror som orienterer instrumentet opp mot strømmen. Kompass og elektronikk for øvrig som er innebygd i instrumenta sørger for registrering av måledata med faste tidsintervall i eit internt dataminne.

Desse rotor-instrumenta treng ein viss minstefart for å kunne måle. Ved strøm svakare enn ca 1.5 cm/s vil rotoren ikkje rotere rundt i det heile. Strømstyrken er proporsjonal med antall rotoromdreiningar/måleintervall. Ved omrekning frå rotor-omdreiningar til strømfart (i cm/s) må det settast ein nedre grense for antall målte rotasjonar for at data skal vere gyldige. Dette fordi at ved lave rotasjonstall fungerer ikkje rotoren direkte proporsjonalt (lineært).

### **2.3. Anna prøvetaking**

Inst i Sagvågen (Tymbrevika) blei det tatt sedimentprøver ved hj. av Ekman grabb. Desse prøvene blei vurdert visuelt og på lukt, og dernest bestemt m.h.t. innhald av nitrogen og karbon.

På same stad, samt i Pollen blei det tatt vassprøver nær botn for bestemming av næringssaltinnhald.

### 3. MÅLERESULTAT

I dette kapitlet presenterer vi kortfatta dei viktigaste måleresultata. Vurdering av resultata og vidare berekningar følgjer i kapittel 4.

#### 3.1. Hydrografi

Måledata frå dei to tokta er summarisk tabellert nedanfor. Vi freistar framheve kontrastane mellom stasjonane, så langt slike fantes. Under første toktet var det eit visst brakkvassinnslag i Pollen og Tymbrevika. I oktober var desse områda saltare i overflata i høve til utanfor munningen. Dette siste må nok skuldast ein kombinasjon av flo sjø og liten ferskvasstilrenning ved måletidspunktet.

Måleresultat i utvalde djup, 1. tokt - 28/9 (temperatur i °C, salinitet i p.p.t.):

TEMP/SALT	ytre	Pollen	Tymbrevik
øvre lag	12.25 29.25	12.1 26.50	12.8 27.3
10 m djup	12.8 31.60	12.85 31.1	13.2 31.4

Måleresultat i utvalde djup, 2. tokt - 15/10 (temperatur i °C, salinitet i p.p.t.):

TEMP/SALT	ytre	Pollen	Tymbrevik
øvre lag	10.6 28.0	11.3 30.9	11.9 30.1
10 m djup	11.5 31.6	11.5 31.25	12.3 31.15

Densitetsforskjell i djupvatn:

Forskjell i densitet mellom ytterste stasjon og bassenga innover mot Tymbrevika gir ein indikasjon på utskiftingstilhøva og eventuell stagnasjon. Under dei to tokta hausten 1993 var tilhøva i 10 m djup som følgjer:

Densitet,kg/m <sup>3</sup>	ytre	Pollen	Tymbrevik
28/9, 10 m:	23.53	23.45	23.63
15/10, 10 m:	23.85	23.80	23.59

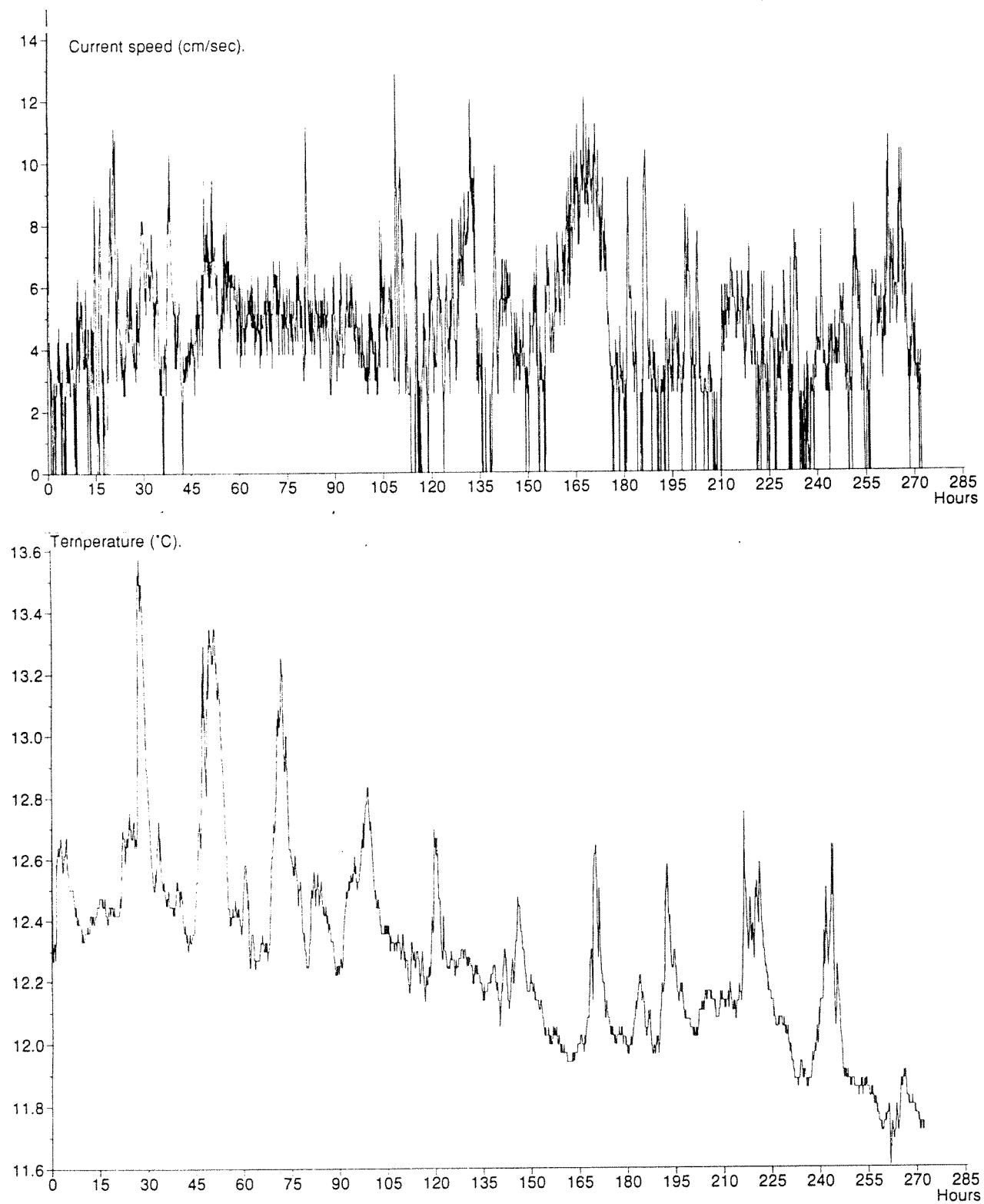
Det var ingen markert densitetsforskjell mellom bassengvatn og vatn i tilsvarende djup utanfor utløpet til Sagvåg, noko som kan tyde på relativt hyppig utskifting.

##### 3.1.1. Hydrografiske korttidsvariasjonar

Strømmålarane utanfor Grunnavågen målte også sjøens temperatur, samt salinitet (den djupaste målarane). Temperaturkurve for 2 m djup er synt i fig. 3.1, og for 10 m djup i fig. 3.5. Kurva for salinitet er presentert i fig. 3.6.

Temperaturen i øvre lag varierte over døgnet med små (0.5-1°C) utslag. Middelerdien låg rundt 12.2 grader, med svakt fallande trend utover i måleperioden. Temperaturtilhøva i 10 m djup var om lag som i 2 m djup, men døgnvariasjonane var mindre.





**Fig. 3.1.** Målt strømstyrke (øverst) og temperatur i 2 m djup, 28/9 - 9/10 1993 ved Grunnavåg.

Målt salinitet i 10 m djup synte verdiar frå ca 30 ppt til nær 32 ppt. Døgnvariasjonane (tidevatn) låg innafor 1-1.5 ppt.

Variasjonane i salinitet og temperatur motsvarar variasjonar i sjøvatnets densitet. Berekna densitet (tidsserien) i 10 m djup er også synt i fig. 3.6. Tungt vatn i området utanfor innløpet til Sagvåg er eit gunstig vilkår for innstrøyming og utskifting av vatn.

Det framgår av fig. 3.6 at det i første del av måleperioden var hyppige variasjonar i densitet, mens verdiane stabiliserte seg på eit relativt høgt nivå mot slutten. Siste perioden kan m.a.o. ha vore gunstig med omsyn til utskifting i Sagvåg.

#### Oksygen

5 m djup, målt verdi (ml/l) og metningsprosent

Ytre stasjon		Pollen		Tymbrevika	
28/9	15/10	28/9	15/10	28/9	15/10
6.54	-	6.44	5.48	6.31	5.22
105%	-	102%	87%	101%	83%

10 m djup, målt verdi (ml/l) og metningsprosent:

Ytre stasjon		Pollen		Tymbrevika	
28/9	15/10	28/9	15/10	28/9	15/10
5.46	-	5.42	5.54	2.42	2.53
90%	-	89%	88%	40%	41%

Det framgår av resultatane frå 28/9 at det då var svak overmetning i øvre lag i på alle stasjonane. Tendensen var mest markert på den ytterste stasjonen. Dette kan ha samband med lokal eutrofiering (overgjødning t.d. frå kloakkutslippet sør for Grunnvåg). Men det kan også vere knytt til blanding mellom ferskvatn med høg metningsverdi og sjøvatn, eller til naturleg fotosyntese (alger). Sikten på prøvetakingstidspunktet var ca 6 meter, som indikerer forekomst av ein del uspesifisert partikulært materiale i sjøen.

Nær botn i Tymbrevika var det tydelege teikn på stort oksygenforbruk, mens Pollen hadde tilfredsstillande tilhøve.

### 3.2. Næringssalt

Næringssaltprøver blei tatt nær botn i Pollen og i indre Sagvåg (Tymbrevika). Resultata er synt i tabell 3.2. Det var markert forskjell mellom øvre lag og botnvatn begge stader. Indre Sagvåg (Tymbrevik) hadde markert høgare djupvasskonsentrasjon enn Pollen.

**Tabell 3.2.** Resultat av næringssaltanalyser av vassprøver tatt hausten 1993.

	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l
Pollen 28/9	300	16
Tymbrevik 28/9	475	127
Pollen 15/10	195	18
Tymbrevik 15/10	520	79

### 3.3. Sediment

Sedimentprøven frå indre Sagvåg blei analysert m.h.t. innhald av tørrstoff (TTS), nitrogen og karbon. TTS blir bestemt ved tørking av innvegd prøve ved 105°C, etterfølgd av gløding ved 550°C og veging til slutt. Totalt nitrogen (TN) og total karbon (TOC) blei bestemt ved forbrenningsmetode (1,800°C). For detaljar omkring analyseprosedyrer syner vi til NIVA (1993).

Følgjande verdiar blei målt:

TTS: 164 g/kg  
 TN: 10.4 g/kg  
 TOC: 160 g/kg

### 3.4. Strømmåling

Øvre lag (2 m djup):

Kurva for målt strøm i 2 m djup er synt i fig. 3.1 (side 16). Det var signifikant strøm det meste av tida. Perioder med svak strøm eller stagnasjon var kortvarige; max 1/2 til 1 time.

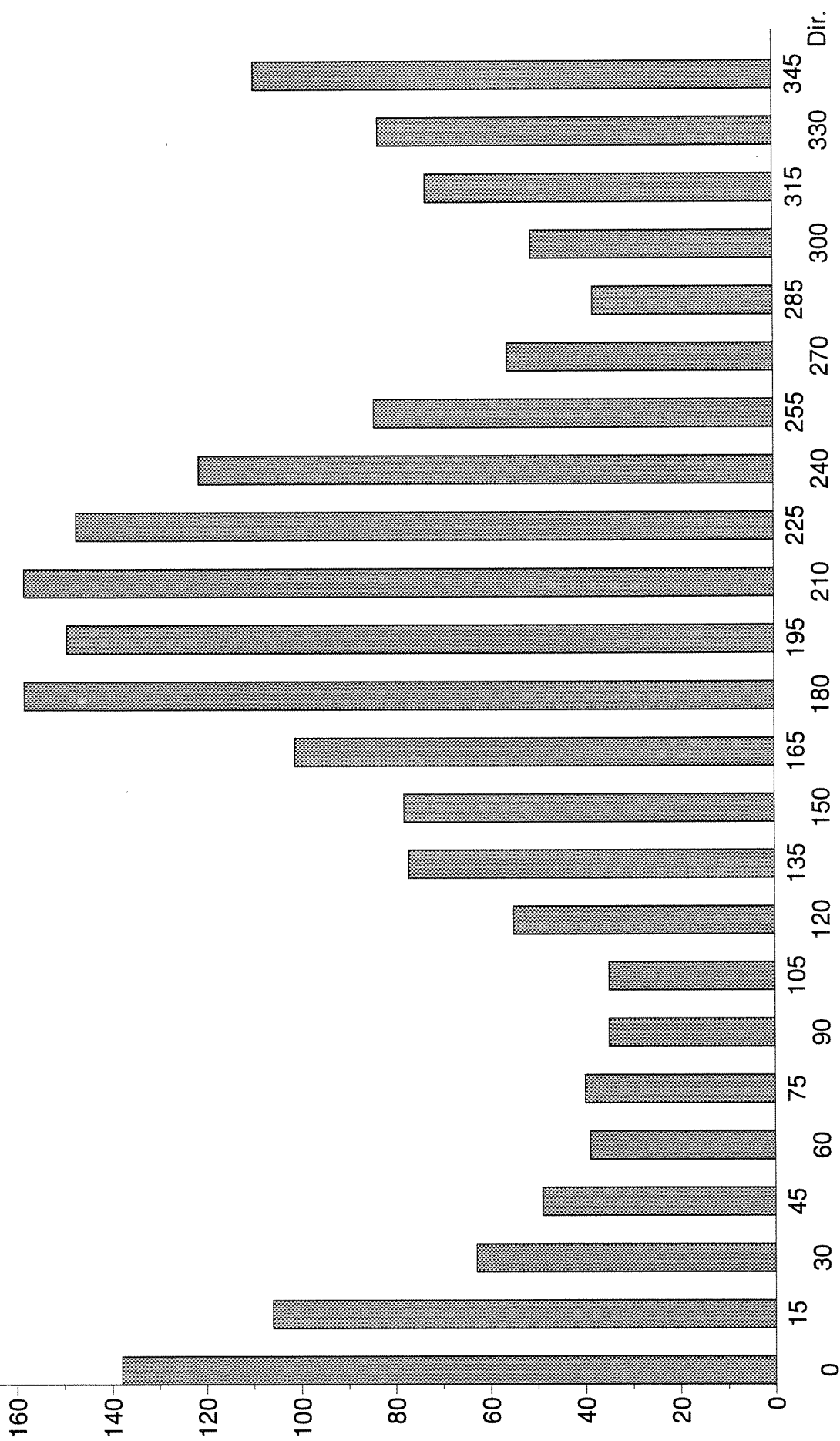
Middel strømstyrke var 4.6 cm/s. Hovedstrømretningen var mot SV (220°), sjå fig. 3.2. Nettostrømmens styrke var 1 cm/s (retn. mot SV).

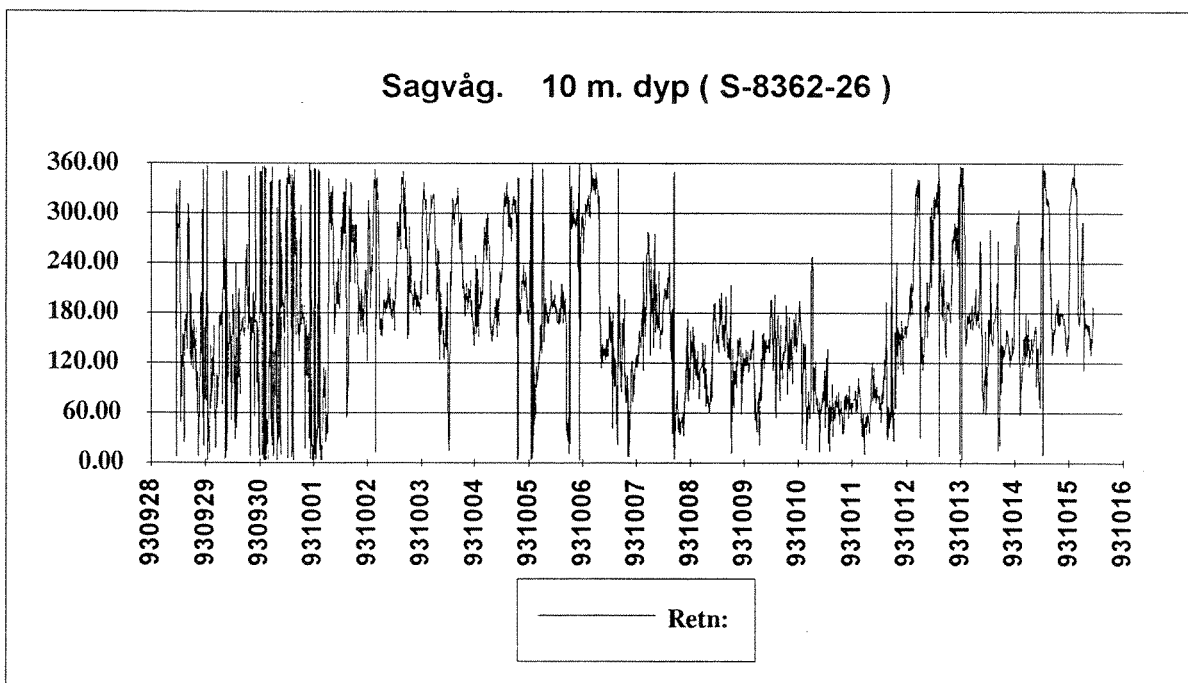
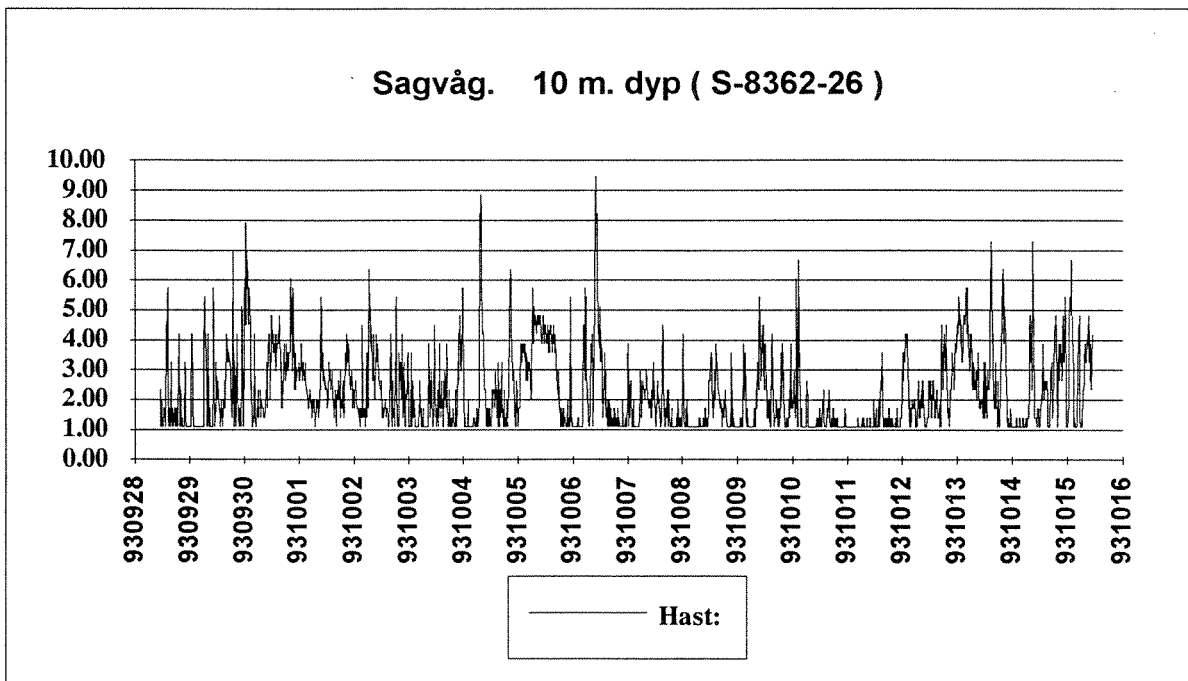
10-12 m djup:

Kurvane for målt strømstyrke og retning er synt i fig. 3.3. Strømmen var tydeleg svakare enn i øvre lag av vassøyla. Middel strømstyrke låg rundt 2.2 cm/s. Der var perioder av fleire timars varighet med svak eller null strøm.

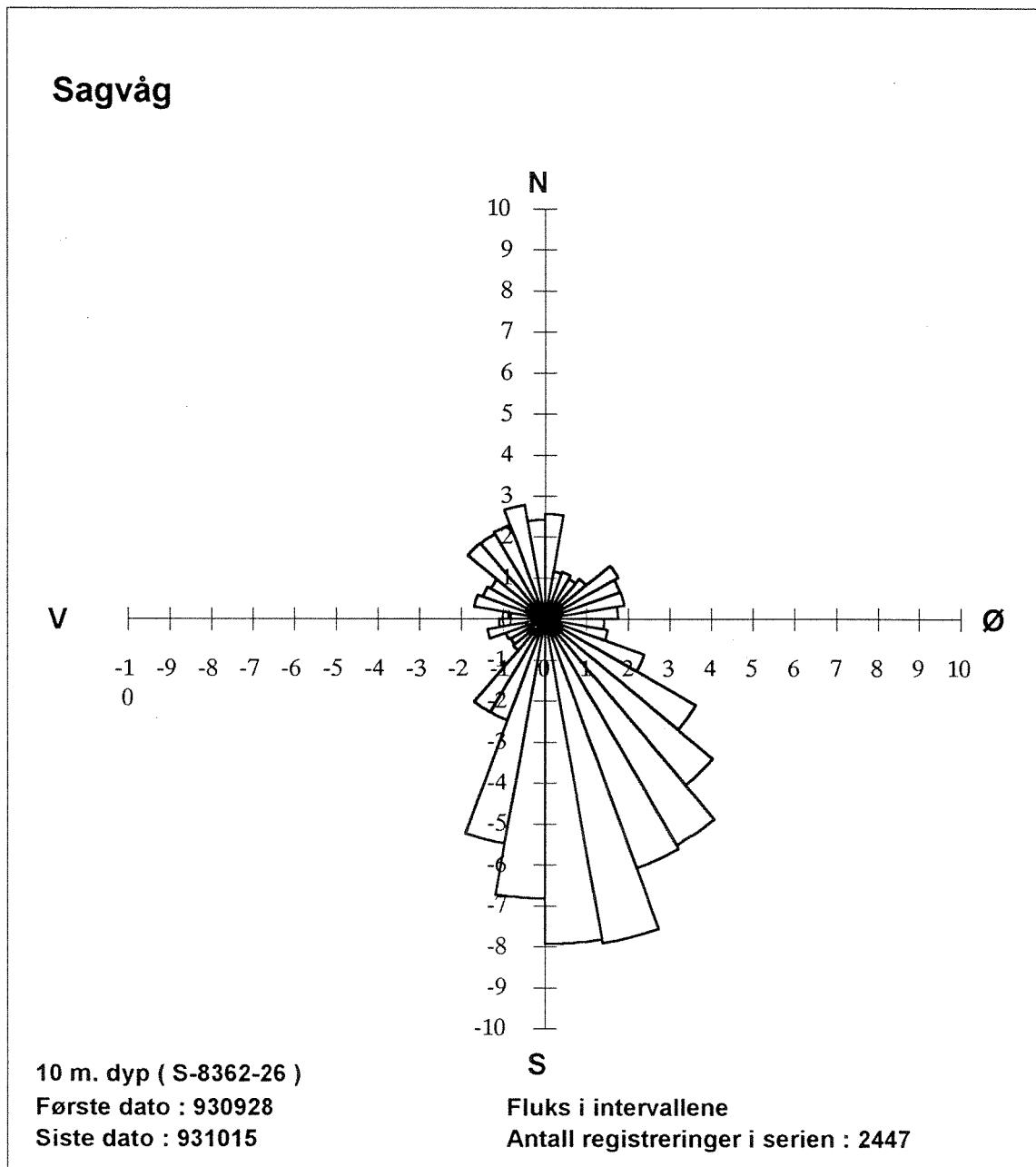
Hovedstrømretningen var mot S-SØ (160°), jamfør fluksfordeling i fig. 3.4, samt progressiv vektor diagram i fig. 3.5. Nettostrømstyrken var ca 0.7 cm/s.

**Fig. 3.2.** Statistisk fordeling av strømretningsmålingane i 2 m djup. Retningar innafør intervallet 180-225° forekom hyppigast. Merk at desse retningsobservasjonane ikkje nødvendigvis er knytt til sterk strøm.

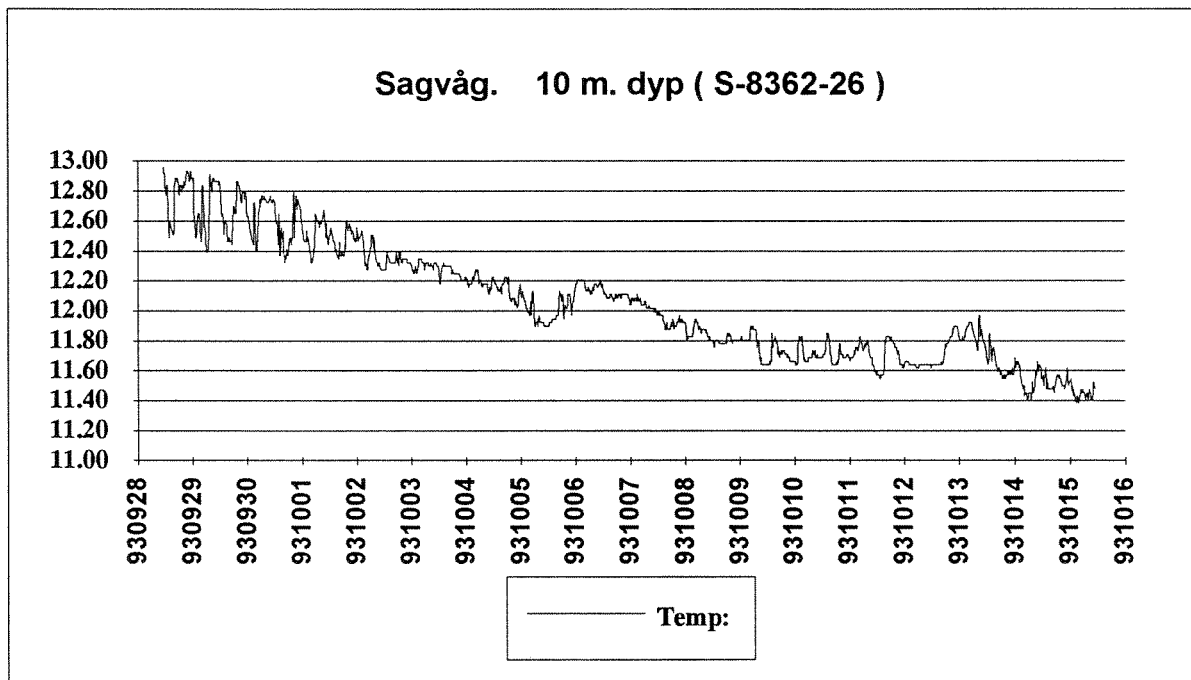
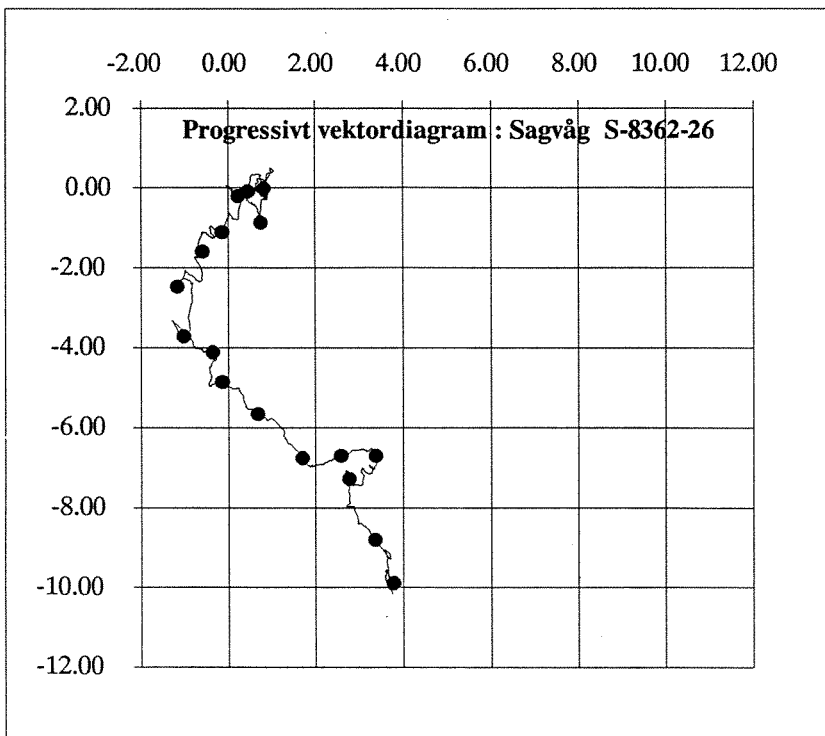




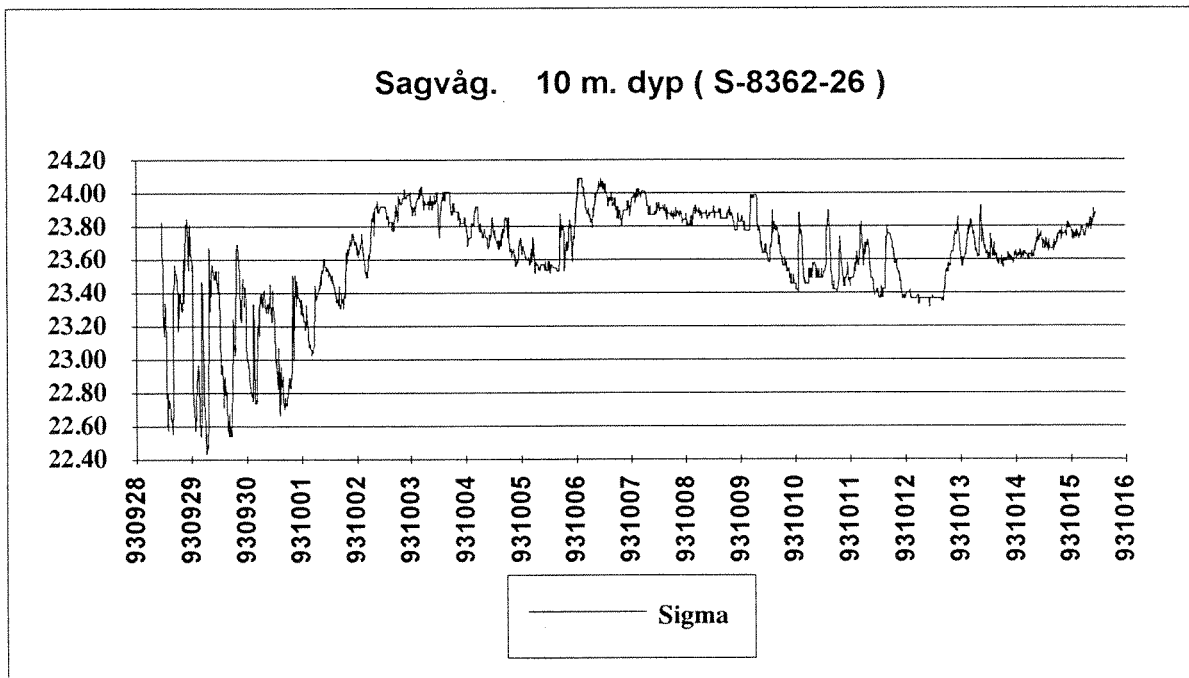
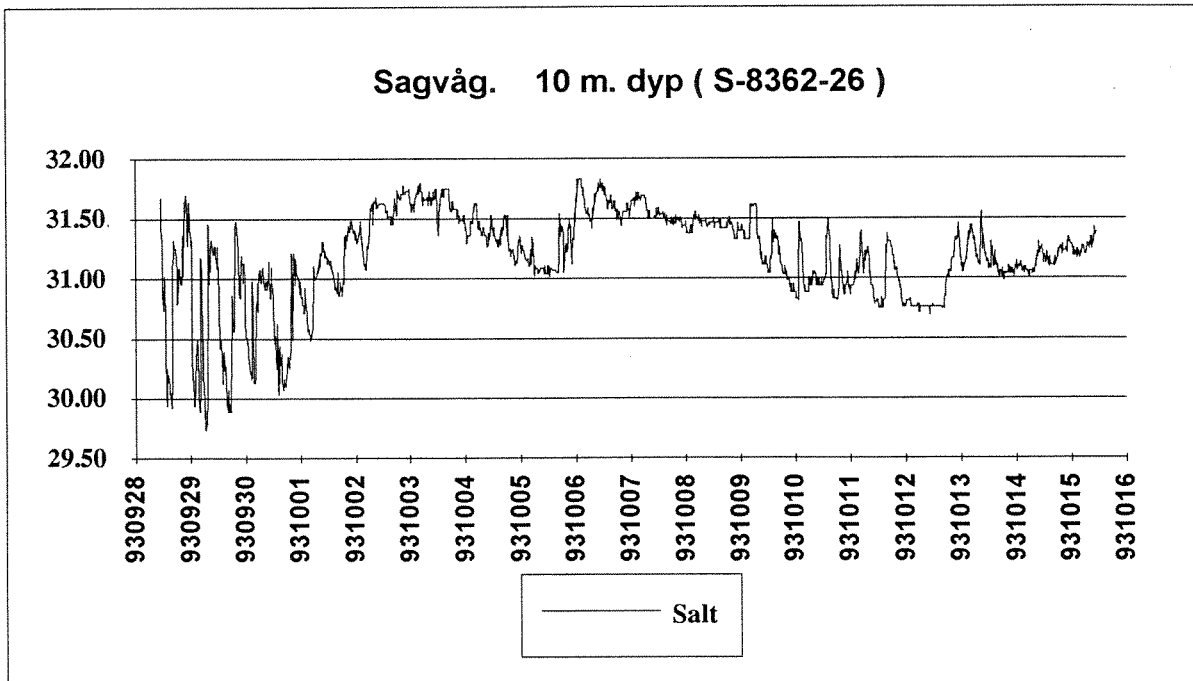
**Fig. 3.3.** Målt strømstyrke (cm/s) og strømretning i 10 m dyp i perioden 28/9 - 15/10 1993 ved Grunnvåg.



**Fig. 3.4.** Statistisk "strømrose" for strømmålingane i 10 m djup. Fordelinga syner at hovedstrømretninga var mot S-SØ.



**Fig. 3.5.** Øverst: Progressiv vektor diagram for strømmålingane i 10 m djup. Kvar strømbobservasjon (strømvektor) er fortløpande addert til foregåande. Aksene er i km. Strøm-trajektoriet tilsvarar ein middelfart på ca 0.7 cm/s. Nederst: Målt temperatur i 10 m djup.



**Fig. 3.6.** Målt salinitet i ppt (øverst) og berekna densitet (som  $\text{kg/m}^3 \cdot 1000$ ) i 10 m djup.



## 4. KONSEKVENSVURDERING

### 4.1. Dagens tilstand

Rapportar frå tidligare granskingar har dokumentert at Sagvåg er overbelasta med organisk materiale o.a., og har til dels dårleg vasskvalitet og sedimentkarakteristikk. Dette trass i at vågen ikkje har særskilt grunn terskel eller markerte djupbasseng. Foreliggende observasjonar og materiale tyder ikke på at tilhøva har forverra seg dei siste åra. Snarare kan det vere tale om ei viss forbetring, i takt med gradvis reduserte kloakktilførsler. Dette gjeld i alle fall tilhøva i øvre lag (mindre lukt og synlege teikn på forureining).

#### SFTs tilstandsklasser

SFT har laga retningslinjer for klassifisering av miljøtilstand i fjordar og kystfarvatn (SFT 1993). Prøvene av næringssalt i djupvatnet i Indre Sagvåg (Tymbrevika, avsn. 3.2) synte verdiar som tilsvarar SFTs tilstandsklasse III/IV ("Nokså dårlig" til "Dårlig"). Eigentleg er denne klassifiseringa basert på overflateverdiar, som gjerne er lågare enn djupvassverdiar, i alle fall i sommarhalvåret. Derfor kan vår inndeling her bli for pessimistisk.

Oksygenprøvene i djupvatnet frå same stad (ca 2.5 ml/l) tilsvarar tilstandsklasse II ("Mindre god") dersom ein antar at dette var nær årsminimum. I oktober 1983 blei det målt 4.2 ml/l same stad, og i slutten av september 1988 0.7 ml/l. Sistnemde verdi ville medføre derangering til tilstandsklasse III ("Nokså dårlig").

Sedimentprøvene frå 1993 (avsnitt 3.3) synte høge verdiar av både TOC og nitrogen. Verdiane plasserer Sagvåg i SFTs dårlegaste klasse V - "Meget dårlig". Sedimentet representerer nok i stor grad "gamle synder", men vil nok fortsatt bidra til oksygenforbruk i djupvatnet.

### 4.2. Fysiske endringar

Munningsområdet til Sagvåg er smalast ved Grunnavåneset (fig. 1.2). Breidda der er ca 120 m. Derfrå og utover vidar munningen seg ut i ein ca 90<sup>o</sup> sektor. Fyllinga i Grunnavågen medfører innsnevring av denne sektoren, og skaper eit nytt munningsområde 200-300 m lenger ute en dagens. Breidda av denne nye munningen vil bli anslagsvis 160 m, altså litt breiare enn inne ved Grunnavåneset.

Innsnevringa vil dermed ikkje medføre større endring verken i gjennomstrøymingsareal eller i terskeldjup. Det vil bli auka lengd på vågen, frå 800 m i dag (tabell 1.1) til ca 1050 m (+31%). Overflatearealet vil bli auka frå 0.32 km<sup>2</sup> til ca 0.37 km<sup>2</sup> (+ 15%).

### 4.3. Endring i sirkulasjon

#### 4.3.1. I munningsområdet

Utbygginga vil medføre mindre vind og bølgeeksponering på nordsida av fyllingen, som utgjer ytre deler av dagens munningsområde. Strømmen i fylingsområdet går no for det meste mot sør (SV-SØ, jamfør avsnitt 3.4). Etter utbygging vil strømmen bli gåande meir aust-vest i høve til i dag.

Sidan overflatearealet aukar med ca 15%, vil også tidevannsstrømmen auke tilsvarende. Dette medfører meir turbulent blanding i ytre deler av Sagvåg, noko som sannsynlegvis vil bidra i gunstig retning for tilhøva også i Pollen. Negativ effekt av mindre vindblanding vil bli oppvegd av meir tidevassblanding.

#### 4.3.2. Inne i Vågen

Auke i overflateareal og lengd på vågen vil medføre ein viss endring i (midlare) opphaldstid for vatnet. Vi har utført berekningar i denne samanheng ved å nytte ein EDB-modell "Fjordmiljø" (Stigebrandt, 1992). Denne simulerer sirkulasjon etter gitt input av ferskvasstilførsel, middel vannstandsvariasjon, topografi m.m.

Vi har berekna opphaldstid for fire ulike scenarier: før og etter utbygging med h.h.v. liten ( $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) og stor ( $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) vasstilførsel. Desse tilførselstala representerer neppe ekstremverdiar, men heller typiske verdiar for tørrver og regnversperioder.

Resultat av berekningane er synt i tabell 4.1. Utbygginga medfører ein liten reduksjon i opphaldstid (ca 6 %) i forhold til situasjonen no. Dette kan kanskje synes merkeleg i og med at areal og volum av vågen vil auke. Endringa skuldast i første rekke at både intermediær sirkulasjon og tidevassutskifting blir større (meir effektiv) p.g.a. endringane i terskelområdet.

**Tabell 4.1.** Effekt av utbygginga ved Grunnvågsneset på opphaldstida for vatn over terskeldjup i Sagvåg. To situasjonar - lav og høg- for ferskvasstilrenning er berekna.

Byggefase	Lav vassføring		Høg vassføring	
	Før	Etter	Før	Etter
Opphaldstid (døgn)	1.6	1.5	1.6	1.5

#### 4.4. Islegging

Islegginga blir neppe påverka av utfyllinga i negativ retning. Modellberekningane synte ein liten reduksjon i midlare opphaldstid for vatnet inne i Sagvågen etter utfylling. Under gjevne meteorologiske vilkår er islegginga mest følsam for ferkvasstilrenning og sjiktingstilhøve. Førstnemnte faktor blir ikkje endra. Sjiktingstilhøva vil i henhald til modellberekningane medføre litt meir vertikalblanding, og dermed mindre sjikting (og mindre brakkvatn). Denne tendensen vil bidra til ein viss svekking av vilkåra for islegging. Kvantifisering av denne verknaden er neppe naudsynleg.

#### 4.5. Effekt på vasskvalitet

Med uendra eller litt redusert opphaldstid for vatn over terskeldjup, vil vasskvaliteten p.g.a. fyllinga neppe bli negativt endra, verken i øvre lag eller i djup under terskelnivå. Evt. endringar (+/-) vil sannsynlegvis bli overskygga av gradvise endringar (reduksjonar) i kloakktilførsler m.m.

For djupvatnet kan interaksjon med eksisterande sediment bidra negativt til vasskvalitet også i åra framover, sjølv om tilførsler og sedimentering avtar. I motsetnad til tidligare år, blei det ikkje registrert H<sub>2</sub>S lukt i overflatesedimentet (0-10 cm) hausten 1993. Djupare nede er nok sedimentet anoksisk, slik ein finn det i dei fleste botnsediment (Schaanning 1992). Utveksling, evt. regenerering av nærings salt med påfølgjande lokalt oksygenstress i botnvatnet kan derfor fortsette i mange år framover. Men denne prosessen blir neppe påverka av utfyllinga ved Grunnvåg.

#### 4.6. Effekter under fyllingsarbeidet

Utfyllinga vil naturleg nok utradere alt liv i sjølve fyllingsområdet. Det er ikkje foretatt spesiell kartlegging av botntilhøva i utfyllingsfeltet, men området inneheld neppe spesielt sårbare eller verneverdige ressursar. Området har nok vore påverka av industri og gruveaktivitet i lang tid. Ved opptak av strømmålar-riggen synte det seg eit tynt oljeaktig belegg på ankeret. Dette kan tyde på restar av olje, asfalt e.l. i området. Tildekking av området vil i så fall verke positivt m.h.t. evt. eksponeringsfare for organismer.

Fyllingsarbeid medfører tradisjonelt ein del tilslamming i nærleiken. Slammet vil bestå av partiklar frå sprenging samt jordrestar. I tillegg vil der vere restar av sprengstoff, som kan innehalde nitrogen. Effektene vil til ein viss grad avhenge av konsistens. Vi kjenner ikkje til konsistensen i detalj for den aktuelle steinmassen.

Slammet kan påverke fisk som er eksponert i lengre tid (t.d. oppdrettsfisk) negativt. Dette er imidlertid neppe aktuell problemstilling i foreliggende samanheng. Effekter av slam kan gå på tildekking og skade på fastsitjande alger og andre organismer i nærområdet.

Strømmålingane synte vedvarande strøm mot sør (SV-SØ). Dette er i retning bort frå strender og ut mot djupare vatn, slik at merkbare effekter neppe vil oppstå utagen på botnen heilt nær fyllinga (nærare enn 10 m avstand frå fyllingskant).

Der vil vere ein viss fare for at strømmen tidvis vil frakte slam eit stykke innover i Sagvåg. Evt. midlertidig skade på organismesamfunn i dette området kan ikkje utelukkast, men omfanget er vanskeleg å fastslå på førehand.

Nitrogen frå sprengrestar kan bidra til stimulert algevekst. Vanlegvis er det fosfor som er vekstbegrensande i fjordane, slik at ekstra tilførsler av nitrogen ikkje får effekter.

Mest sannsynleg er det tale om små lokale effekter av tilslamming. Vi anbefaler likevel at fyllingsarbeidet blir overvaka eller inspisert regelmessig av lokal miljøinstans for å verifisere faktisk spreidning. Dersom det skulle vise seg at effekter blir større enn venta, evt. også større enn det som kan tolererast, bør avbøtande tiltak slik som avskjerming i sjøen (duk) eller periodevis stans i utfylling vurderast.

Tilstanden inne i Sagvåg bør overvakast med prøvetaking år om anna for å verifisere utviklinga der.

## REFERANSAR

Johannessen, P., H. Botnen og T. Lilletvedt 1989: Resipientundersøkelser i Stord kommune. Rapp. nr. 4/89, IFM, Universitetet i Bergen.

Johannessen, P. og J. P. Aabel 1984: Resipientundersøkelser i Stord kommune. Rapp. nr. 5/1984, IFM, Univ. i Bergen.

Miljøplan Hordaland (1989). Tema Vassforureining. Rapp. Planavdelinga, Hordaland Fylkeskommune, Bergen.

NIVA (1993): Anvendelse og prinsipp for de kjemiske analysemetodene som benyttes ved NIVA. NIVA dok. nr. X 28, 29s.

Schaanning, M. 1992: Nutrient cycling at redox boundaries in fjord sediments and deep water. I: Programme on Marine Pollution, NTNF, Oslo, s. 66-79.

SFT (1993): Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. Rapp. TA-922/93, SFT, Oslo.

Stigebrandt, A. 1992: Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter. Lærebok. ANCYLUS, Göteborg, 58 s.

## **APPENDIKS**

NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
Vestlandsavdeling

Dato: 24/10/92  
Sak nr.: 404  
Arkiv: 710



# STORD KOMMUNE

TEKNISK ETAT

96800

Postboks 310, 5401 Stord 634  
Telefon 054-11211 Telefax 054-13452  
(96800)

Dato: 02.10.1992

Journal: 9000439/288 Arkiv: 504.

Sakshandsamar: Charley Løbø/lhk

Norsk Institutt for Vannforskning  
Breiviken 5  
5035 Bergen-Sandviken

## KONSEKVENSANALYSE: FORSLAG TIL REGULERINGSPLAN FOR GRUNNAVÅG INDUSTRIOMRÅDE, FELT A-3.

For Grunnavåg industriområde er det utarbeidd forslag til reguleringsplan. Planen har vore utlagd til offentlig ettersyn. For felt A-3 framsette Fylkesmannen m.a. desse merknadane:

"Derksom den viste fyllinga i sjø framleis er aktuell, saknar me ei vurdering av om fyllinga får verknad for vassutskiftinga i Sagvågen. Det bør også klargjerast om fyllingsområdet er viktig for det marine miljøet."

og Fylkesmannen si miljøvernavdeling:

"I område A3 er det planlagt eit industriområde på 56 da som føreset store terrengingrep i form av planering og utfylling i sjøen. Industriområdet får ei eksponert plassering i innseglinga til Sagvåg og rett overfor bustad- og friområde på nordsida av sundet, og miljøvernavdelinga vil difor rå frå at denne delen av planen vert godkjent. Dersom fyllinga likevel vert oppretthalden må tiltaket konsesjonshandsamast etter forureiningslova før planen kan gjennomførast. Tiltakshavar må vera førebudd på å leggja fram materiale om korleis fyllinga vil påvirke utskiftinga av vatn frå Sagvågen. Tiltaket må også godkjennast av Kystverket. Ein viser elles til fråsegna frå Fylkesrådmannen si planavdeling."

Med bakgrunn i desse merknadane ynskjer ein før ein går vidare med planen, å få klarlagt kva verknader fyllinga får for vassutskiftinga i Sagvåg og kva verkander ein kan få på det marine miljøet i fyllingsområdet.

Stord kommune ved teknisk etat ber med dette NIVA om forslag til innhald og omfang av ei undersøking og rappport som stettar krava i forureiningslova og kva pris NIVA kan utføre ei slik undersøking for.

./. Ein legg ved utsnitt av reguleringsplan og kart med bunnkotar for området.

Med helsing  
Planavdelinga  
*Charley Løbø*  
Charley Løbø  
plansjef



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2592-7