

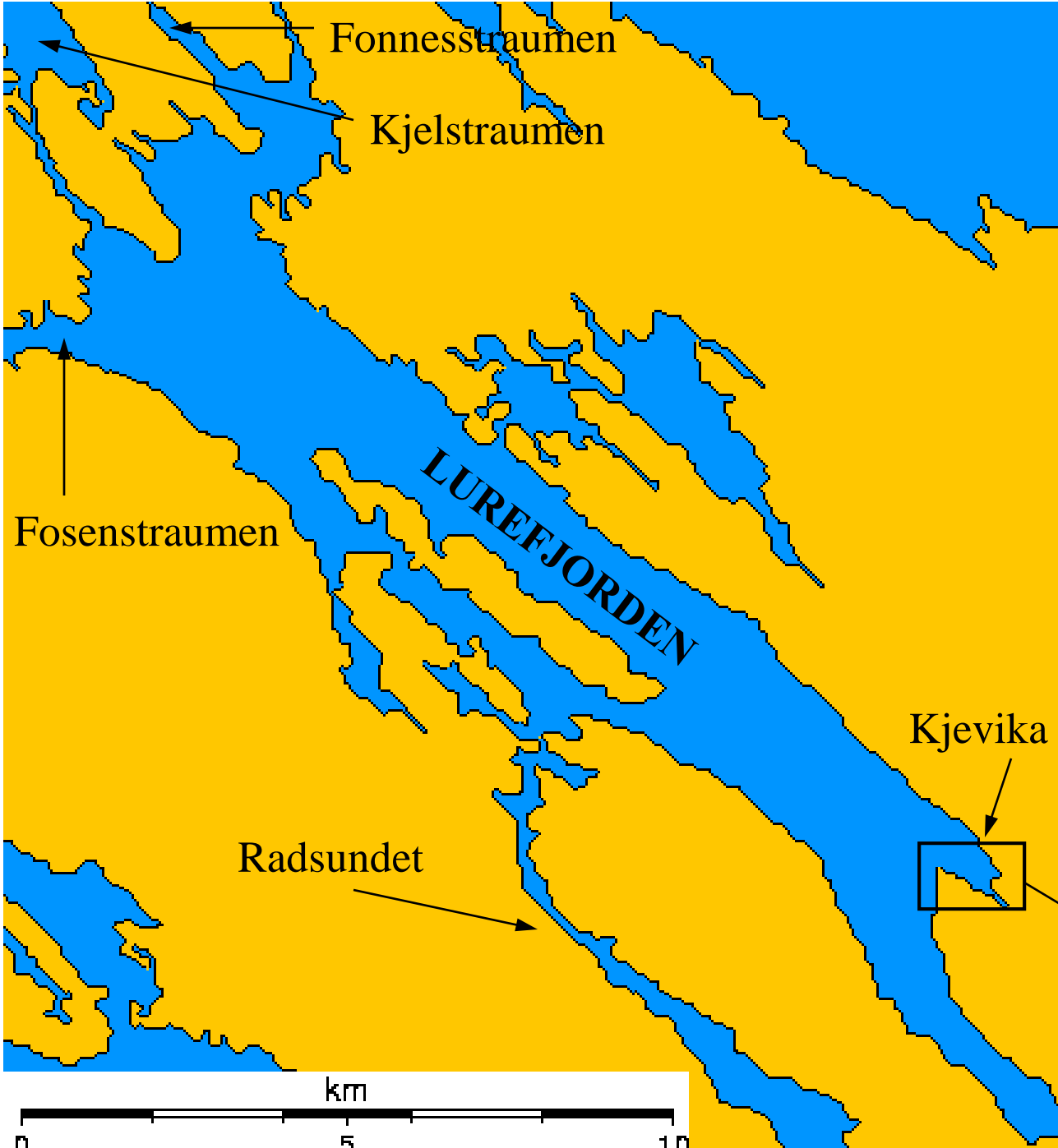
Spredning av sigevannsutslipp ved Kjevika, Lurefjorden

presentasjon av resultater
fra NIVAs målinger 2000

Torbjørn M. Johnsen

Arild Sundfjord

28.03.01



Lurefjorden er en terskel-fjord med bassengdyp opptil 450 meter.

Hovedutvekslingen av vannmasser med kysten utenfor foregår gjennom Fosenstraumen, som er ca. 20 meter dyp.

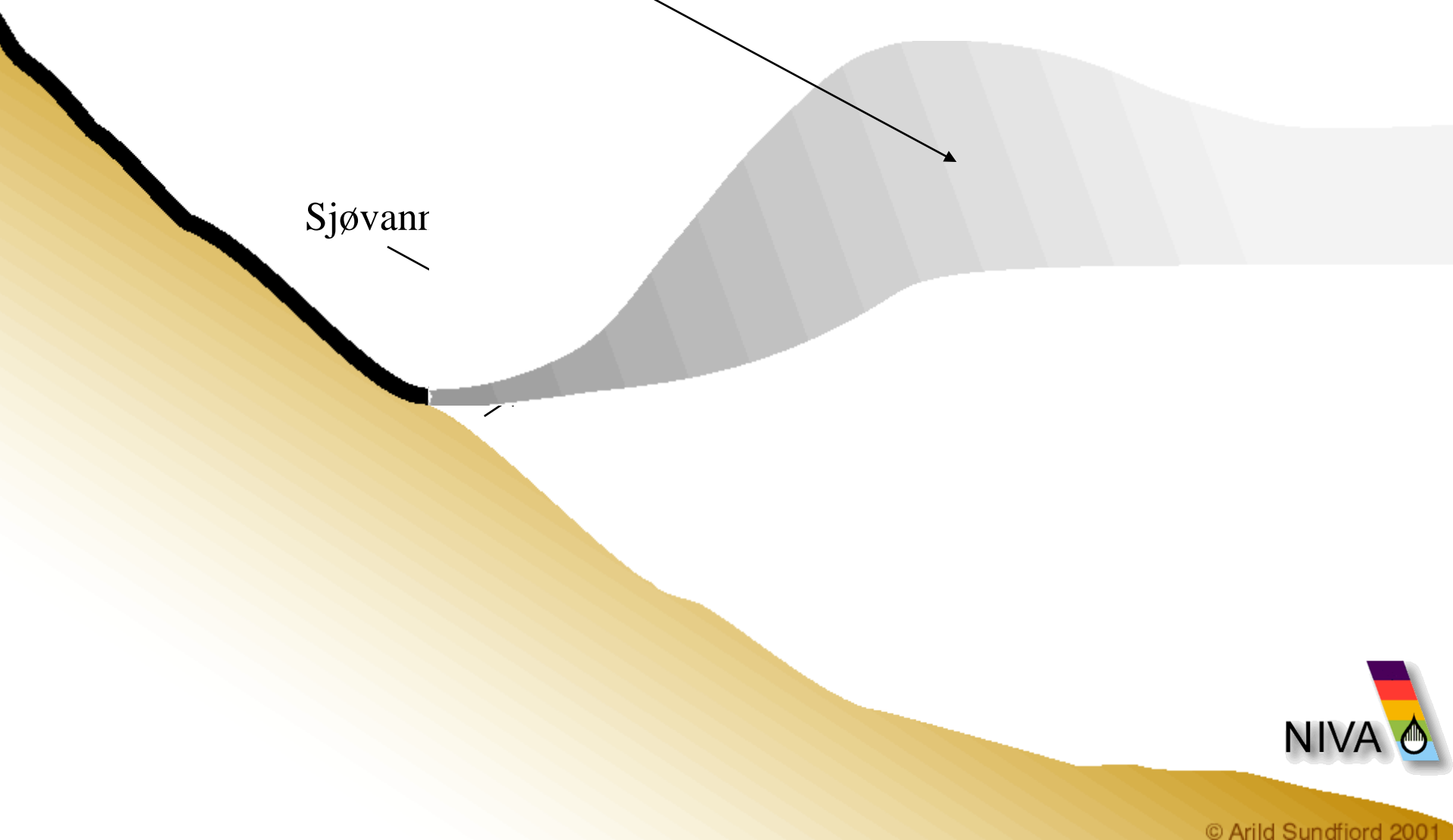
I tillegg er det noe inn- og utstrømning gjennom Radsundet på SV-siden og Kjelstraumen og Fosenstraumen i NV.



• = utslipp

Innlagring i "nøytralt" dyp

Sjøvanr



Utslippet i Kjevika

Gjennomsnittlig beregnet innlagringsdyp
ca. 17 - 20 m (senter av "skyen")

Toppen av "innlagrings-skyen" ligger
normalt på ca. 10 - 15 m dyp.

Kan i ekstreme tilfeller
rekke helt opp
mot overflaten

Dyp ca. 30 m

Det vil også være en del partikler i utslippet.
Disse vil synke ut og sedimentere i en viss
avstand fra utslippspunktet, avhengig
av tyngde og strømforhold.

Innlagringsdypet avhenger av:

- vannmengden som slippes ut
- tetthetsfordelingen i sjøvannet

Formålet med undersøkelsene:

Øke kunnskapen om hvordan sigevannsutslippet blir spredt i nærområdet og videre utover i fjorden.

Generelt om spredning av utslippsvannet:

Hvordan utslippet fordeles (innlagres) vertikalt i vannsøylen kommer an på vannets tyngde og stabilitet. Hvis vannet er svakt sjiktet, f.eks. om vinteren, kan sigevannet trenge langt opp mot overflaten. Er sjiktningen stabil, f.eks. ved en sterk lagdeling med et varmt brakkvannslag øverst og kaldere, salt bassengvann under, vil innlagringen skje dypere og i et tynnere sjikt.

Den videre fordelingen avhenger primært av strøm og sirkulasjon i området. Denne er oftest drevet av tidevann og vind, men også indre bølger og periodevis (tetthetsdrevet) utskiftning av dypvannet kan ha effekt. I tillegg vil det foregå en kontinuerlig (passiv) diffusjon av utslippsvannet, selv når det er perioder med lite/ingen strøm.

Hvis det er partikler i utslippsvannet vil de kunne synke ut eller stige til overflaten, avhengig av hvor tunge de er i forhold til fjordvannet.

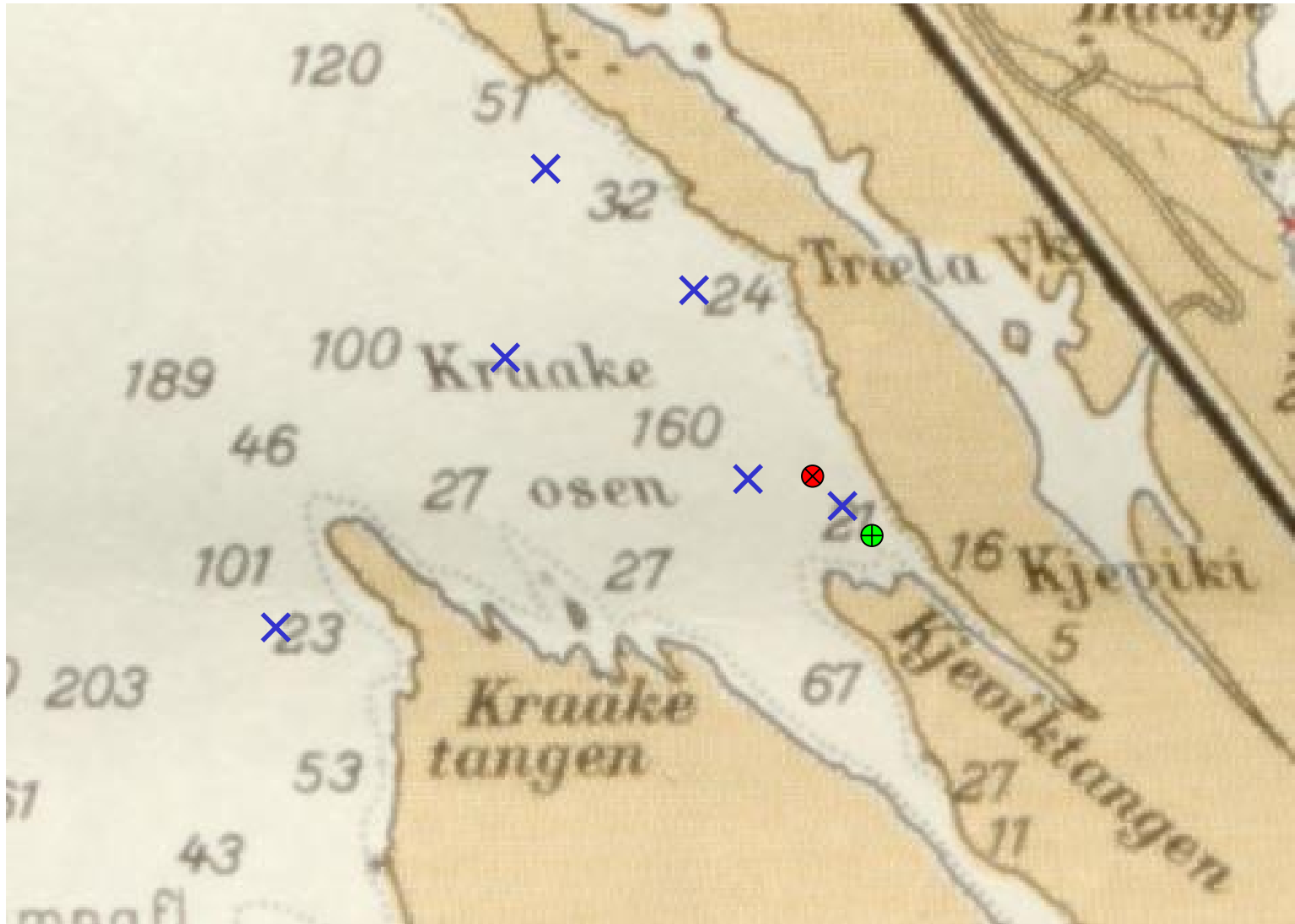
Måleprogrammet:

Strømmåling; like utenfor utslippsstedet ble det plassert et akustisk instrument som gir målinger av horisontal strøm i mange dyp samtidig. Strømmen ble målt i én meter tykke celler i dyp fra ca. 5 til 40 meter i en periode på tilsammen 5 uker i februar-mars 2000.

Hydrografi; målinger av saltinnhold og temperatur i ulike dyp gir informasjon om tetthetsfordeling og stabilitet. En T-S-kjede ble satt ut i samme periode som strømmåleren. I tillegg ble det målt vertikale profiler på tre tidspunkt (10.02, 17.03, 09.05).

Fluorescensmålinger; det var planlagt å injisere et fluorescerende sporstoff (Rhodamin B) i utslippsvannet og så følge spredningen av dette over én dag. Selve sigevannet inneholdt imidlertid sterkt fluorescerende materiale fra før, og det ble derfor bestemt å utelate sporstoff-forsøket i denne omgang. Området med fluorescens ble likevel kartlagt, og disse målingene gir et inntrykk av hvordan utslippet blir spredt over tid.

Plassering av måleinstrumenter i februar-mars 2000 og stasjoner for fluorescensmålingene i mai 2000 (illustrasjon).

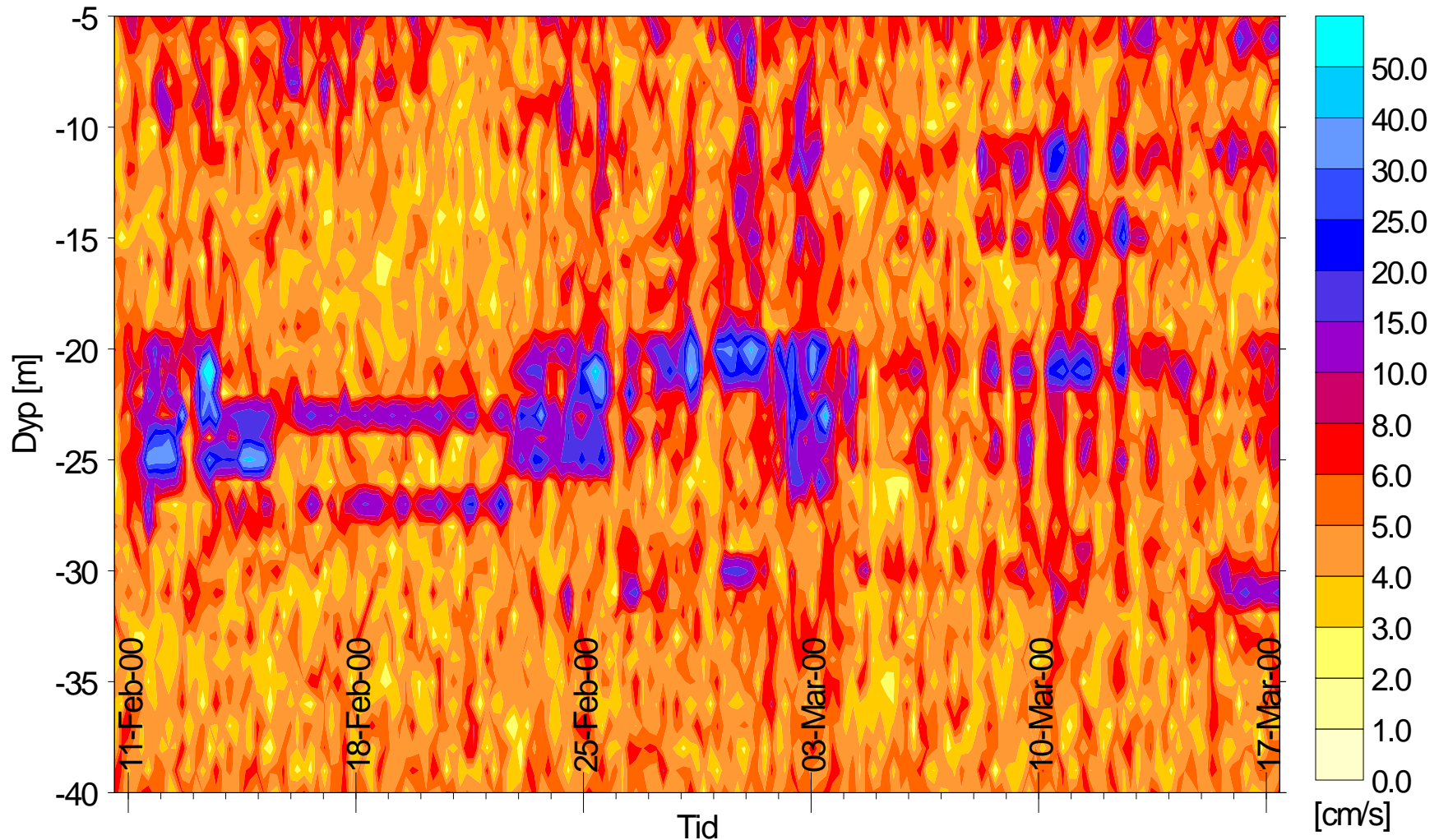


● Strømmåler

⊗ Temp-Salt-målere

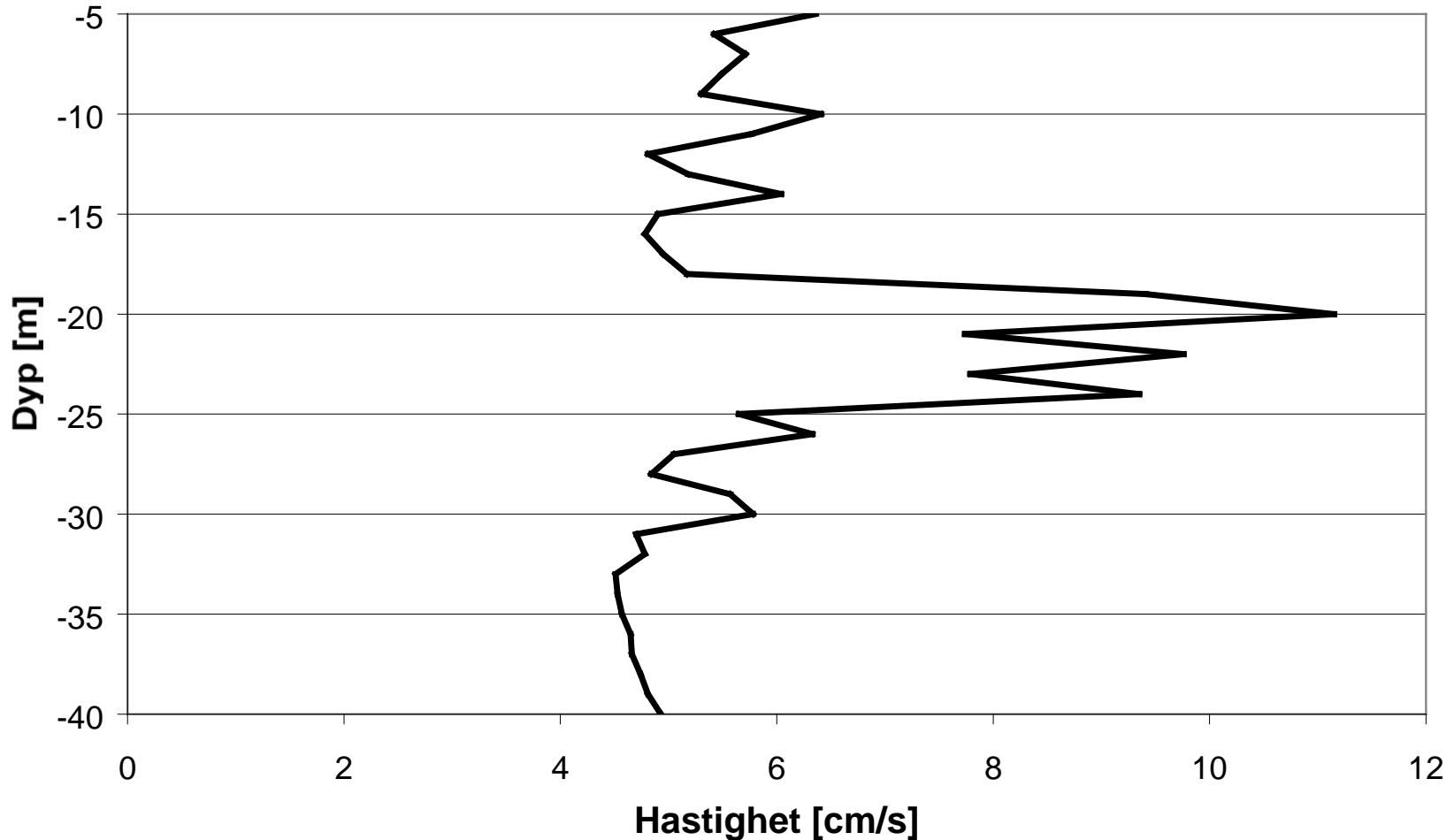
⊗ Fluorescensmåling

Strømmålinger



Figuren viser strømstyrke i Kjevika i dyp fra 5 til 40 meter i perioden februar-mars 2000. Det var flere episoder med spesielt sterk strøm i dyp ca. 20-25 m. Lenger opp mot overflaten dominerer tidevannsstrøm.

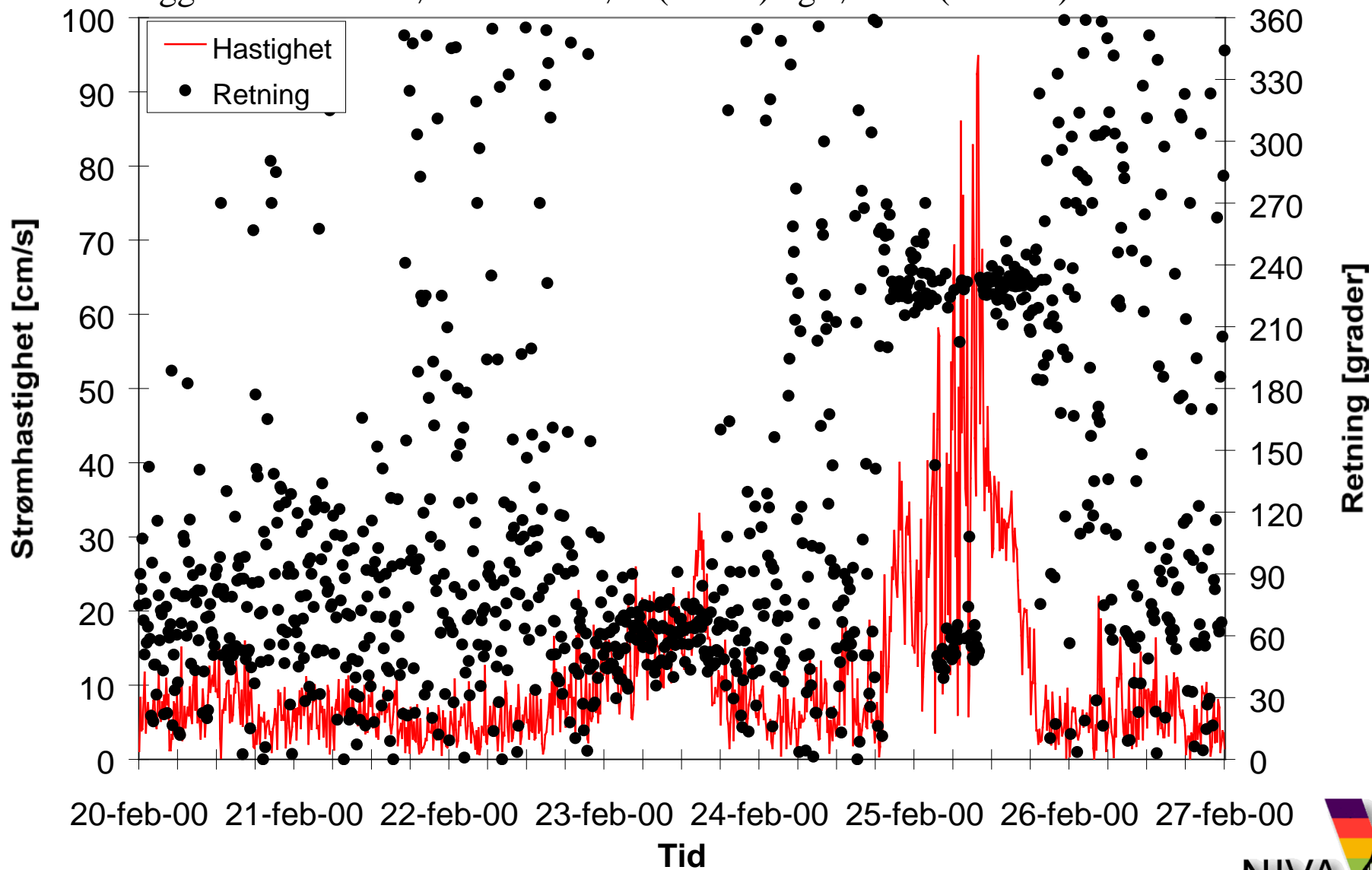
Middelhastighet v/Kjevika 10.02 - 17.03.00



Middelhastighetene i måleperioden er klart høyest i dyp ca. 20-25 m. Mengden sigevann som slippes ut er svært liten i forhold til de vannmengdene som her er i bevegelse - det må altså være ytre forhold som driver de kraftige strømmene her.

Eksempel på hvordan strømmen varierer i styrke og retning. Figuren viser strøm i én uke i 20 m dyp. Tydelige perioder med ensrettet strøm og høye hastigheter.

Legg merke til at strøm mot nordøst (ca 60°) og sørvest (ca 230°) dominerer.



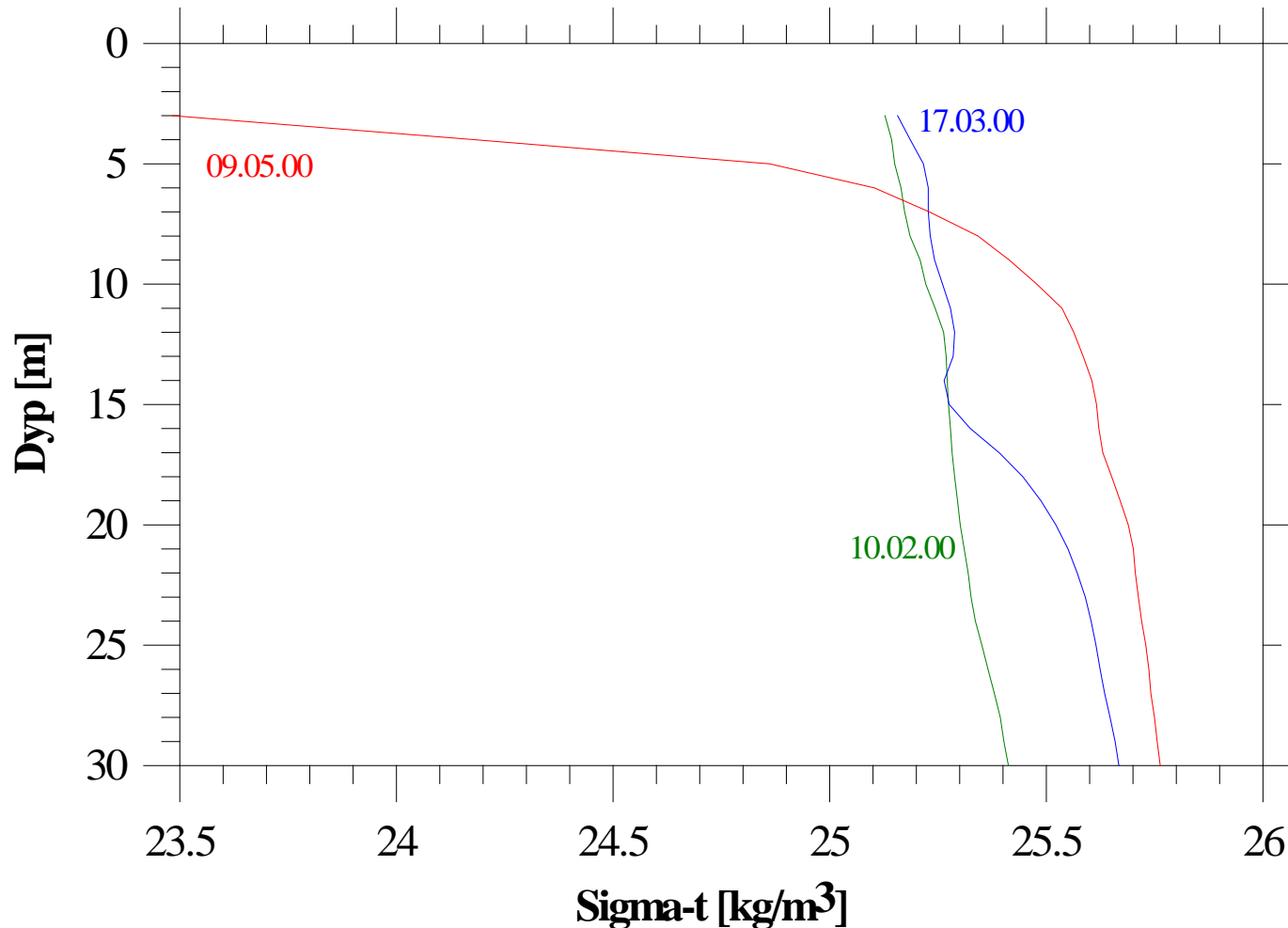
Hovedpunkter fra strømmålingene

- middelstrøm på ca. 5,0 cm/s i alle dyp
- perioder med spesielt sterk strøm i ca. 20-25 meter dyp (10-20 cm/s i snitt)
- strømmens retningsfordeling er påvirket av topografien;
 - mest i fjordens lengderetning (mot NV) i øvre 10-15 m
 - mot SV og NØ i dyp 20-25 m (sannsynligvis styrt av ”vegg” under vann)

Det er utenfor dette prosjektets rammer å skulle påvise hva som driver episodene med spesielt kraftig strøm i midlere dyp, og hvor hyppige disse er på ulike tider av året. Basert på tidligere målinger gjort lengre ute i fjorden er det nærliggende å peke på indre bølger som drives av tidevannsinstrømningen over fjordens hovedterskel som en sannsynlig årsak.

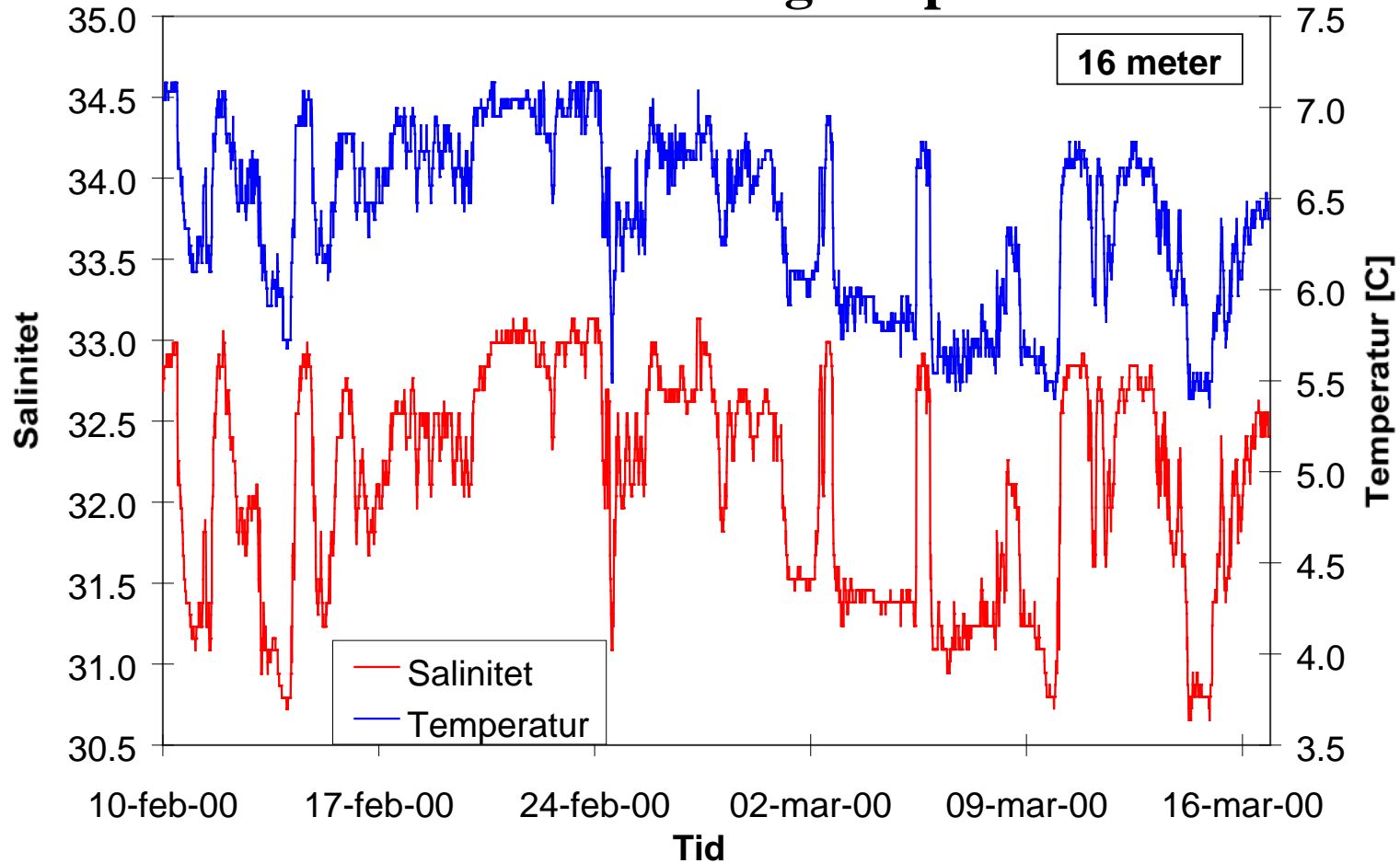
Hovedkonklusjoner: det er sterk strøm og dermed god utskiftning av vannmassene i nærheten av sigevannsutslippet, spesielt i dyp rundt det ”typiske” innlagringsdypet. En betydelig andel av utslippet kan bli transportert inn i hovedbassenget i fjorden, og derfra spres videre både inn- og utover i området.

Hydrografi



Figuren viser vertikal tetthetsfordeling ved utslippspunktet på tre ulike tidspunkt vinter/vår 2000. I februar er det svært svak sjiktning, i mars ser vi en begynnende lagdeling i ca. 15-20 m dyp, og i mai er et varmt og ferskt overflatelag etablert.

Tidsserie av Salinitet og temperatur



Saltinnhold og temperatur endres normalt ganske langsomt pga. varmeutveksling og nedbør ved overflaten. Figuren viser flere raske sprang på over 1°C og 2 PSU. Dette må skyldes forflytning av vannmasser, og da sannsynligvis vertikalforflytning av sprangsjiktet. Det vil vanligvis ikke være så store horisontale forskjeller i salt og temperatur at disse sprangene kan forklares ut fra horisontal strøm alene.

Hydrografi

Den vertikale fordelingen av salt og temperatur bestemmer hvor stabile vannmassene er. Om vinteren vil det være liten stabilitet, mens det om sommeren utvikles et klart adskilt overflatelag med høyere temperatur og lavere saltholdighet. Deler av denne årssyklusen kunne ses i figuren med vertikalprofiler på tre ulike tidspunkt.

Den neste figuren viste tidsutviklingen av S og T i et bestemt dyp gjennom en måned. Det var tydelige "sprang" i saltinnhold og temperatur. Dette illustrerer hvordan sprangsjiktet (skillet mellom lett overflatevann og tyngre dypvann) kan "vandre" opp og ned. Det er tidligere observert indre bølger med amplitude på inntil 20 m i indre del av Lurefjorden.

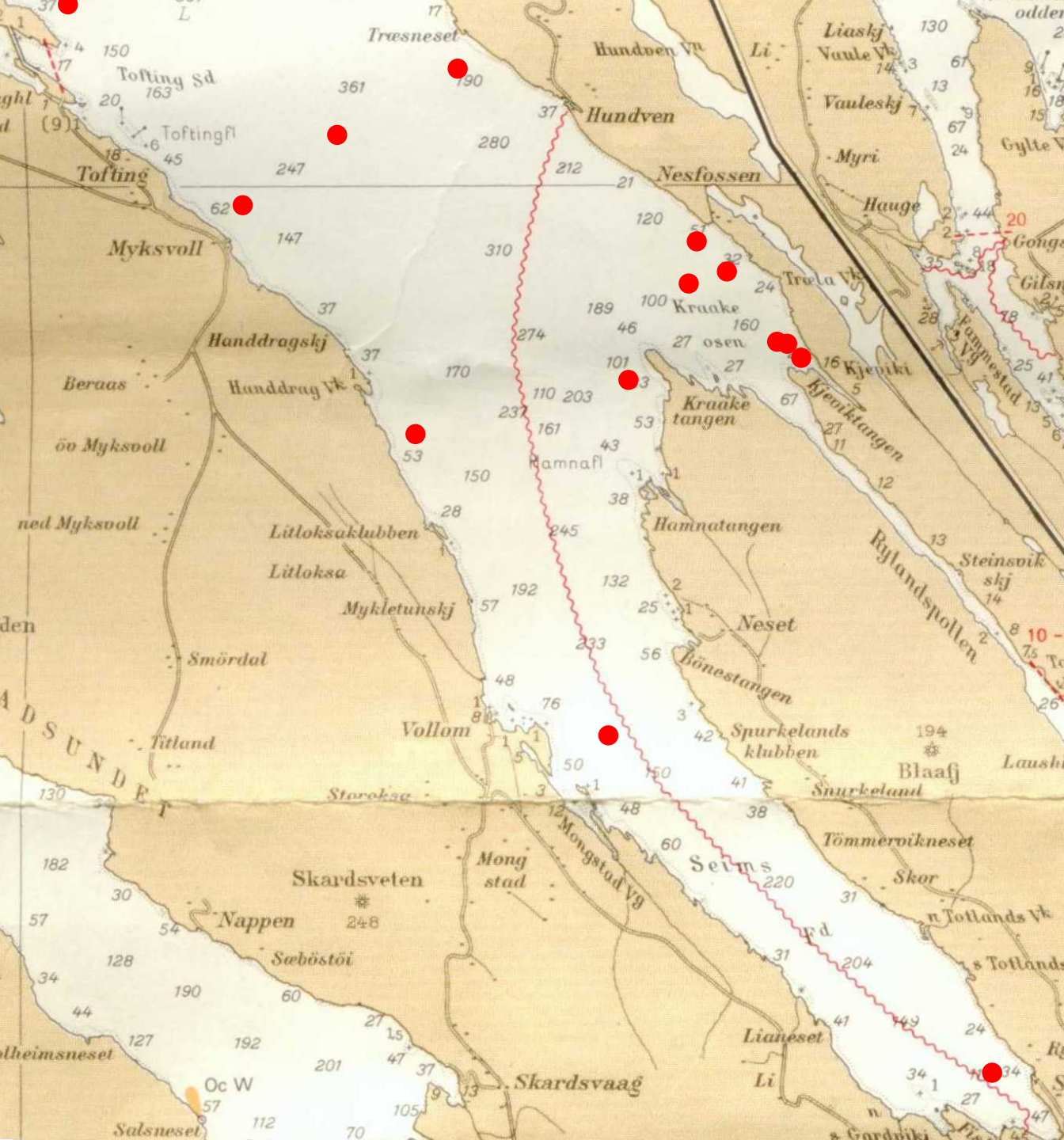
Innlagringen av utslippsvannet vil variere mye avhengig av:

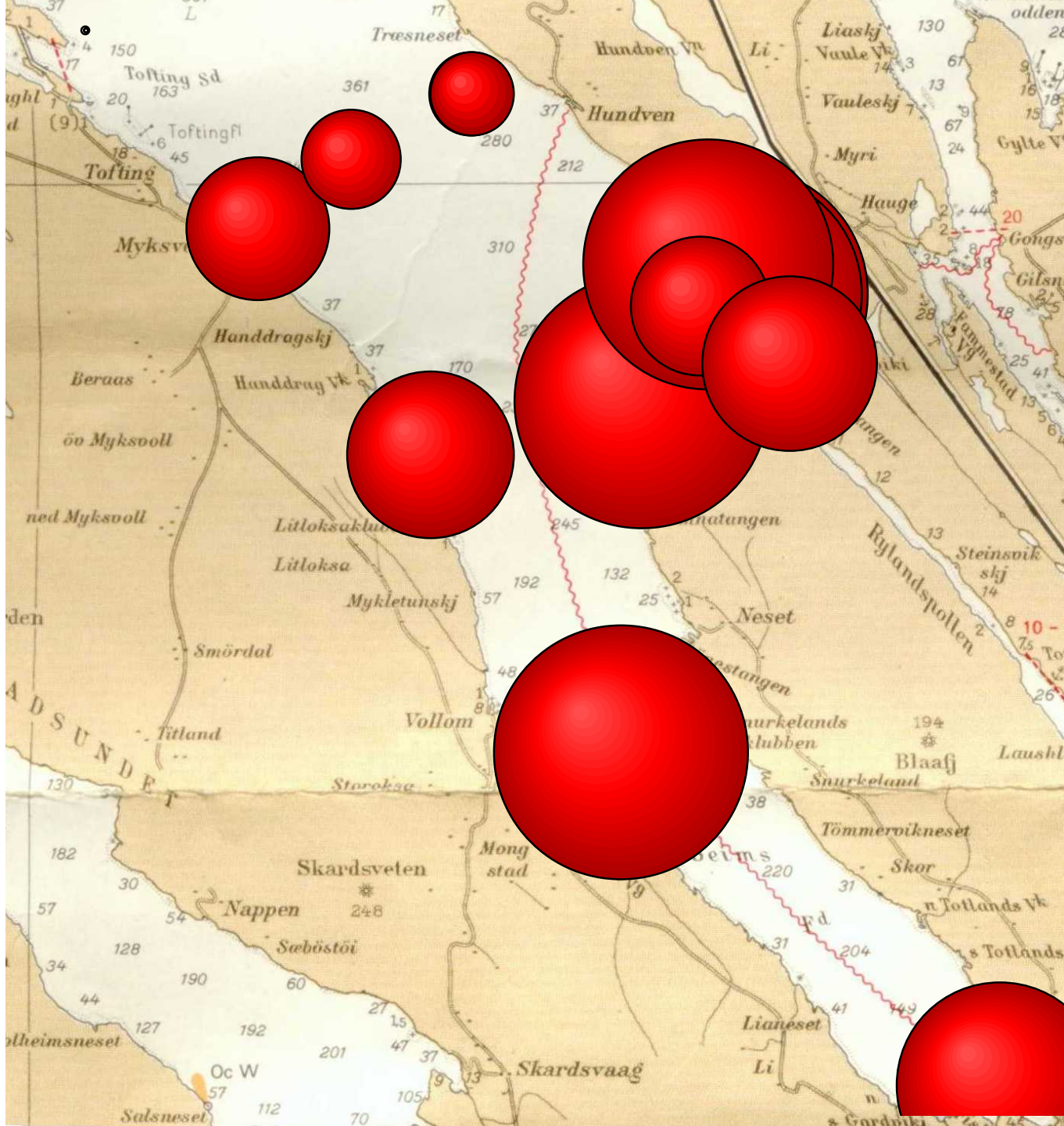
- **hvor sterk lagdelingen/sprangsjiktet er**
- **hvor dypt dette sjiktet ligger**

Hvis de sprangene vi så i tidsserien av S og T er typiske for området vil sigevannsutslippet kunne fordeles over et relativt stort dybdeintervall. Kombinert med den sterke og fluktuerende horisontale strømmen som er observert, er det sannsynlig at utslippsvannet spres i store deler av vannmassene i søndre del av Lurefjorden.

Fluorescens

Det var planlagt å injisere fluorescerende materiale (Rhodamin B) i utslippsvannet 09.05.00. Ved kontrollmåling av sigevannet viste det seg imidlertid at dette var fluorescerende i utgangspunktet. Det ble likevel gjennomført målinger på tilsammen 14 stasjoner, fra overflaten og ned til 50 m dyp (der det var så dypt).





- 20 meter
- 25 meter
- 30 meter
- 35 meter

Konklusjoner

1. Strømmålingene har gitt økt kunnskap om strømforholdene nær utslippspunktet. Det er periodevis sterk strøm, spesielt i 15-25 m dyp, dvs nær innlagringsdypet.
2. Hydrografidataene viser på at sprangsjiktets dyp kan endres raskt. Dermed varierer også avløpsvannets innlagringsdyp.
3. Fluorescensmålingene tyder på at avløpsvannet spres over store deler av fjorden. Målbare konsentrasjoner ble funnet helt ned til 50 meters dyp (vårt maksimale måledyp), og over hele den indre delen av Lurefjorden.
4. De høye verdiene i dype deler av fjorden skyldes sannsynligvis at det fluorescerende materialet er bundet til partikler som synker sakte, samtidig som de spres utover. Slik spredning kan vi også forvente for partikkelbundne miljøgifter.

Målingene viser at sigevannsutslippet kan spres over et større område av fjorden enn tidligere antatt.