

686

7 0

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0

O-110/74

RESIPIENTUNDERSØKELSE FOR KLOAKKUTSLIPP

I

KORSVIKSFJORDEN, KRISTIANSAND

Programforslag

Saksbehandlere: fil.kand. Jan Magnusson  
siv.ing. Birger Bjerkeng  
Medarbeidere : cand.real. Tor Bokn  
cand.real. Lars Kirkerud

Blindern, 28. mai 1975

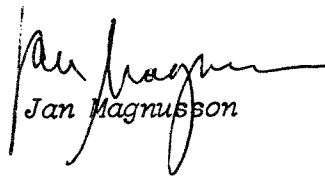
FORORD

Kristiansand ingeniørvesen har i brev av 16.8.1974 og 2.12.1974 bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) om en undersøkelse i forbindelse med et planlagt kloakkutslipp i Korsviksfjorden, Kristiansand kommune.

På denne bakgrunn har NIVA utarbeidet dette programforslaget. Meningen er å legge forslaget til grunn for et møte mellom representanter fra Kristiansand kommune og fra NIVA, slik at en i samarbeide kan komme fram til hvordan undersøkelsen skal gjennomføres. Dette kan medføre visse endringer i det foreslåtte program.

Programforslaget er utarbeidet av Birger Bjerkeng, Lars Kirkerud, Tor Bokn og Jan Magnusson. Bokn har bidratt med den biologiske og Kirkerud med den hydrokjemiske delen og Bjerkeng og Magnusson med den hydrofysiske delen.

Blindern, den 28. mai 1975

  
Jan Magnusson

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	4
2. TOPOGRAFI	4
3. UTSLIPP AV AVLØPSVANN	5
4. INNLAGRINGSBEREGNINGER	6
5. SPREDNING AV AVLØPSVANNET ETTER INNLAGRING	6
6. EFFEKTER AV UTSLIPPET VED DYPINNLAGRING	7
7. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER	8
7.1 Måling av tetthetsvariasjoner	8
7.2 Strømmålinger	9
7.3 Hydrokjemi	10
8. BIOLOGI	10
9. OMKOSTNINGER	11
10. SLUTTKOMMENTARER	12

## FIGURFORTEGNELSE

Fig. 1 Dybdekart over Korsviksfjorden	13
Fig. 2 Teoretisk spredning fra dyputslipp i indre del av Korsviksfjorden, spredningshastighet 0,1 cm/s. Tallene viser antall døgn fra utslippspunktet	14
Fig. 3 Teoretisk spredning fra utslipp i ytre del av Korsviksfjorden, spredningshastighet 0.1 cm/s. Tallene viser antall dager fra utslippspunktet	15
Fig. 4 Stasjonsplassering	16
Appendiks	17

## 1. INNLEDNING

Kristiansand kommune skal samle avløpet fra bolig- og industriområder øst for Topdalsfjorden til et sentralt renseanlegg med utslipp ved Korsviksfjorden. Belastningen på renseanlegget vil ligge på ca. 10 000 m<sup>3</sup>/ døgn om 10 til 15 år. Senere utvidelse kan bli aktuelt. Renseanlegget er i første omgang planlagt med bare mekanisk rensing, men med mulighet for utvidelse til kjemisk rensing.

Avløpsvannet vil for det meste være husholdningskloakk med næringsstoffer og organisk stoff som de viktigste forurensningskomponentene. Næringsstoffene vil innebære en gjødsling av vannet, og gi økt produksjon av alger i vannmassene hvis forurensningene når den lysrike, øverste sonen (eufotiske sone). Det gir som regel en større tilleggsproduksjon av organisk stoff enn det som fins i selve kloakkvannet (eutrofierings-effekt).

Det er lite industri i området, og vi vil i første omgang anta at industriutslipp ikke har særlig betydning i forhold til husholdningskloakken. Industriutslipp kan medføre spesielle forurensningsproblemer ved utslipp av miljøgifter som klorerte hydrokarboner og metaller. NIVA foretar en undersøkelse av industriutslipp i området og hvis resultatene herfra blir slik at tiltak mot utslipp av spesielle stoffer må gjøres, vil dette bli tatt med i sluttrapporten. Ved eventuell industribygging i området må særskilte undersøkelser gjøres mht. til nye utslipp.

## 2. TOPOGRAFI

Korsviksfjorden er et delvis lukket område med hovedforbindelse mot Kristiansandsfjorden mellom Prestø og Dvergsnes. Største dyp er ca. 70 m. Fjorden har terskelfri forbindelse til Kristiansandsfjorden mellom Dvergsnes og Tueboen (se figur 1). Mellom Tueboen og Revholmene er terskeldypet ca. 40 m og mellom Revholmene og Sjursøy ca. 30 m. I nord er det forbindelse mot Topdalsfjorden, med terskeldyp på ca. 7 m. Topografien tyder alt i alt på god forbindelse mellom dypvannet i Korsviksfjorden og Kristiansandsfjorden.

### 3. UTSLIPP AV AVLØPSVANN

Det planlagte utslippssted ligger sydvest for det fremtidige renseanlegget ved Valvigen hvor bunnen heller ganske bratt ned mot 60 m dyp, kfr. figur 1.

Det fins prinsipielt to måter å slippe ut avløpsvann i området. Man kan velge utslipp i overflatelaget eller dypinnlagring.

Overflateutslipp er teknisk-økonomisk fordelaktig, men vil gi synlige forurensningseffekter i form av farve og algevekst i overflatevannet. Spesielt gjelder dette nærsonen rundt utslipp. Virkningen blir mindre hvis strømforholdene er slik at avløpsvannet raskt transporteres ut av området, men synlige effekter i nærsonen kan aldri helt unngås.

I de fleste fjorder ligger det i de øverste metrene et brakkvannslag, som er en blanding av ferskvann fra elver og bekker med sjøvann. Dette laget er lettere enn sjøvannet på større dyp. Mellom disse lagene fins et sjikt hvor saltholdigheten og tettheten avtar sterkt med minskende dyp (sprangsjiktet).

Ved dyputslipp føres avløpsvannet ut på dypt vann. Det blander seg med sjøvann, øker i tetthet og volum, og stiger mot overflaten til det når et nivå hvor tettheten i resipienten blir mindre enn tettheten i det fortynnede avløpsvannet. Omkring dette nivået, som gjerne ligger i underkant av sprangsjiktet, blir avløpsvannet innlagret i et sjikt.

På denne måten kan man minske de synlige effekter som overflateutslipp medfører, og i stor grad hindre at næringssaltene kommer opp i den lysrike sonen hvor algeproduksjonen foregår. Virkningen blir best hvis en kan benytte seg av strømmen i dypere lag som kan føre avløpsvannet ut av fjorden. Dyputslipp vil gi større øyeblikkelig fortynning enn et overflateutslipp.

Dypinnlagring må i de fleste tilfeller ses som et supplement til rensemetoder, og betyr vanligvis ikke at man kan senke rensekravene ved utslipp i fjordområder.

I Korsviksfjorden vil vi foreløpig anta at dyputslipp er å anbefale. For det første tyder topografien på god kontakt mellom dypvannmassene i Kristiansandsfjorden og Korsviksfjorden, og de gunstige virkningene av dyputslipp kan derfor ventes å bli store i forhold til overflateutslipp.

Dessuten bør en transport av forurensningene inn i Topdalsfjorden unngås. Tidligere undersøkelser (NIVA 1971) antyder at det kan gå en nordgående middelstrøm i overflatelaget gjennom området og inn i Topdalsfjorden. Terskeldypet mellom Lyngøy og Torsvikheia på 7 meter gjør at vannmasser under dette dypet ikke kan delta i en slik strøm.

#### 4. INNLAGRINGSBEREGNINGER

Ved hjelp av tetthetsdata fra tidligere undersøkelser i Kristiansandsfjorden (NIVA 1971) har vi utført foreløpige innlagringsberegninger referert i Appendiks. Data fra stasjon K6, kfr. figur 1 er brukt. Denne stasjonen behøver ikke være representativ for Korsviksfjorden. Innflytelsen av Otra på stasjon K6 er meget stor, og gjør at sjiktingen antakelig er gunstigere for innlagring ved stasjonen enn i Korsviksfjorden. Dessuten trengs noe hyppigere observasjonsfrekvens enn i den tidligere utførte måleserien. Beregningene viser likevel at det neppe vil bli effektiv innlagring året rundt med utslippsdyp mindre enn 30 m. Utslipp på 40 m dyp vil gi innlagring på 20-30 m dyp om sommeren med ca. 50-100 gangers fortynning av avløpsvannet på innlagringsnivå. Om vinteren vil innlagringsnivået bli opp mot 10 m. Utslipp på større dyp (50-70 m) vil gi innlagring lenger ned, men ikke vesentlig større fortynning.

#### 5. SPREDNING AV AVLØPSVANNET ETTER INNLAGRING

Avløpsvannet vil ikke konsentreres i en "sky" rundt innlagringsstedet. Etter at det har nådd innlagringsnivå vil det flyte utover i et sjikt på grunn av tyngdekraften (gravitasjonsspredning). Det vil også spres utover på grunn av de naturlige strømmene på dette dypet. Det er først og fremst tale om en spredning, og ikke så mye om fortynning. En viss videre fortynning vil en få ved blanding med vannmassene over og under,

men hvis tettheten varierer sterkt med dypet, kan det bli relativt svak blanding.

Et utslipp på  $10\ 000\ \text{m}^3/\text{døgn}$  fortynnet 100 ganger vil fylle Korsviksfjorden i et 10 m tykt sjikt fra 20 til 30 m dyp på 14 døgn. Dette tilsvarer en middelstrøm på 0,13 cm/s ut av fjorden etter at sjiktet er fylt opp. Hvis det fortynnede avløpsvannet innlagres i et tynnere lag, vil fjorden fylles raskere og strømhastigheten blir større ut fra området. En kan regne med realistiske hastigheter på 0,1-0,4 cm/s.

Det utstrømmende vannet erstattes av vann som trekkes inn fra utenforliggende områder under innlagringsdypet, altså på de dyp hvor fortynningen foregår. Gunstige strømforhold kan bidra til å forkorte oppholdstiden på avløpsvannet, men også i en stillestående vannmasse vil et dyp-utslipp i seg selv sette igang strømmer. Figur 2 og 3 illustrerer den omtrentlige spredningshastighet avløpsvannet vil få på innlagringsdyp fra 2 utslippspunkter i Korsviksfjorden. Figuren viser bare størrelsesorden for spredningen, og gir ikke det virkelige spredningsbildet av avløpsvannet. Strømmer og topografi samt usikkerhet i beregningene gjør at det reelle bilde blir forskjøvet i forhold til den viste figuren. Figuren viser likevel at utslippets plassering har nokså liten betydning i et strømfritt område.

## 6. EFFEKTER AV UTSLIPPET VED DYPINNLAGRING

Som tidligere nevnt er det først og fremst misfarging og algeoppblomstring i overflatevannet man ønsker å unngå. Ved dypinnlagring vil næringssalter som tilføres innlagringsnivået ikke bli benyttet dersom de ikke når den produktive sone, dvs. den sone hvor det er nok lys for algevekst (eufotisk sone). Imidlertid vil den naturlige blandingen (diffusjonen) mellom dypere lag og overflatelag kunne tilføre overflatelaget næringssalter. Diffusjonen er proporsjonal med konsentrasjonsforskjellen mellom overflatelaget og dyplaget. Som regel fins det naturlig et høyere innhold av næringssalter i dyplaget enn i overflatelaget om sommeren, og næringsstoffer vil derfor tilføres overflaten fra dypere lag. Øker konsentrasjonen under sprangsjiktet, vil også transporten av næringssalter oppover øke.

Normalt øker konsentrasjonen av næringssalter med dypet, særlig på grunn av forbruk ved algeproduksjon i overflatelaget. Et dyputslipp på 50 m vil trekke fortynningsvann mellom 50 m og innlagringsdypet på 20-30 m.

Det fortynnede avløpsvann vil ha større konsentrasjon av næringssalter enn det vann som naturlig fins i innlagringsnivået, både på grunn av innholdet i selve avløpsvannet, og fordi fortynningsvannet på 50-30 m har større konsentrasjon enn vannet på 20-30 m.

Et dyputslipp av avløpsvann vil derfor øke konsentrasjonen i innlagringsnivå, og dette kan ha uheldige virkninger i overflaten. Virkningen av en gitt konsentrasjonsøkning avhenger av hvordan forholdene er fra før. I et lite forurenset område vil virkningen bli større enn i et område som er hardt belastet fra før. Hvor store tilleggskonsentrasjoner som kan godtas, kan bare bestemmes anslagsvis. Visse retningslinjer kan avledes av tidligere forsøk utført ved NIVA, men til dette trengs bakgrunnsdata for Korsviksfjorden.

Uønsket transport av næringssalter kan minskes ved å regulere rensegraden i renseanlegget, og ved å velge utslippsdyp slik at konsentrasjonsforskjellen mellom utslippsdyp og innlagringsdyp er så liten som mulig.

Det organiske stoffet i avløpsvannet vil nedbrytes og frigjøre næringsalter. I denne prosess forbrukes oksygen og utslippet kan derfor føre til senket oksygeninnhold i innlagringsdypet. Virkningen av dette, f.eks. på fisket, avhenger av hvordan forholdene er fra før. Oksygenforholdene i området bør derfor studeres.

## 7. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER

### 7.1 Måling av tetthetsvariasjoner

For å kunne beregne utslippsdyp og innlagringsnivå og dimensjonere utslippsarrangementet er det nødvendig med bedre kjennskap til sjiktningen i området. Målinger må foretas én gang pr. uke sommer og vinter. Disse målinger kan utføres med en salinoterm av lokalt opplærte personer. Vi foreslår minst tre stasjoner, i punktene 4, 5 og K6 i figur 4.



## 7.2 Strømmålinger

Strømforholdene kan ha en viss betydning for valg av utslippsted. Strømmen må i så fall gi en nettotransport ut av Korsviksfjorden og være sterkere enn avløpsvannets "egenspredning", dvs. i området 0,1-0,5 cm/s.

De fleste krefter som genererer strøm er mer eller mindre periodiske. Vinden gir opphav til strømmer som veksler med vindforholdene. Vannstandsendinger i forbindelse med tidevann og lufttrykksvariasjoner innebærer en transport frem og tilbake av vannmassene. Det strømsystem som settes opp av ferskvannstilrenningen (estuarin sirkulasjon) og strømmer drevet av tetthetsforskjeller spiller også en viss rolle. Vi foreslår å bruke selvregistrerende strømmålere for å undersøke strømforholdene. De registrerer strømstyrke og retning og lagrer målingene på magnetbånd hvert tiende minutt i opp til en og en halv måned.

Deretter må magnetbånd skiftes.

Resultatene kan behandles på datamaskin, og gi informasjon om hvordan strømmen avhenger av vind, lufttrykk, tidevann m.m. En kan beregne reststrømmen, og statistisk fordeling av strømmens retning og hastighet i hvert målepunkt.

Det trengs imidlertid et visst antall målere for at en skal få et brukbart bilde av strømsystemet. For Korsviksfjorden foreslås et minimum av fire målere i sammenlagt tre måneder (august-oktober). Målerne plasseres med utgangspunkt i at utslippsledningen enklest kan forlenges sørover langs østre strand av Korsviksfjorden fra det planlagte renseanlegget. To målere trengs i punkt 1, en på innlagringsnivå og en i overflate-laget. En strømmåler trengs på hver av pkt. 2 og 3 på innlagringsnivå. Målerne posisjoner er vist i figur 4.

Avhengig av tetthetsmålingene vil vi forbeholde oss retten til å komme tilbake til ytterligere strømmålinger i overflatelaget. Dette kan bli aktuelt i tilfelle overflateinnlagring av avløpsvannet kommer på tale, og for å studere eventuelt strømsystem som avsløres av de hydrografiske målinger i pkt. 7.1 og 7.3.

### 7.3 Hydrokjemi

For å kunne vurdere virkningen av avløpsvannet på Korsviksfjorden og behovet for rensing av avløpet, er det som nevnt nødvendig å kjenne forholdene før utslipp. Vi vil derfor trenge målinger av næringssalt-konsentrasjoner i området. Dette arbeidet bør kunne utføres av distrikthøgskolen i Kristiansand som har mulighet for å innsamle og analysere vannprøver. Prøvetaking foreslås fra overflaten til bunn i punkt 4 og 5 på figur 4, på måledypene 0, 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50 og 60 meter. I tillegg tas overflateprøver av vann fra punktene 6, 7 og 1. Disse prøver innsamles én gang i måneden f.o.m. juni til desember 1975. Vannet analyseres på nitrat, total nitrogen, ammonium, ortofosfat og total fosfor. Temperatur, saltholdighet samt oksygeninnhold bestemmes parallelt. På hver stasjon gjøres også siktedypsmålinger.

## 8. BIOLOGI

For å kunne bedømme virkningen av utslippet etter at det har kommet i drift, foreslås et biologisk referansestudium av selve Korsviksfjorden. Dette gjøres best og enklest gjennom studier av strandvegetasjon (benthos-samfunn).

### Fastsittende alger:

Studier av fastsittende alger knyttet til strandsonen er av stor verdi, fordi stasjonære organismer er gode indikatorer på større endringer i vannkvaliteten. Med kjennskap til naturforhold som lys, temperatur, saltholdighet, hydrokjemi og bølgeeksponering vil en ut fra kunnskaper om de enkelte arters miljøkrav, kunne relatere endring av organismesammfunnenes sammensetning til eventuell sivilisatorisk påvirkning. For å kunne erverve en slik kunnskap, må strandsonens tangbelte - som er spesifikk for hver fjord - kartlegges og studeres over en årrekke, for å få idé om naturlige svingninger i artssammensetningen før et prosjektert utslipp startes. Registrering av utbredelsen til den fastsittende algevegetasjon knyttet til bunnen vil også tjene som referansemateriale for eventuelle senere undersøkelser.

Kartleggingen av gruntvannsfloraen vil bli gjennomført på ettersommeren i påfølgende tre år. Fotografering og innsamling av materiale vil bli utført i den utstrekning det er nødvendig for å kunne dokumentere de eksisterende forhold. Stasjonenes beliggenhet kan først bestemmes etter en innledende befaring i området. Imidlertid tas det sikte på ca. 5 stasjoner i Korsviksfjorden og tilliggende fjordarmer. I disse stasjoner vil 1-2 stasjoner fra NIVAs undersøkelser i 1968 bli inkludert.

I forbindelse med studiene av algevegetasjonen vil utvalgte tangarter som Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og Blæretang (*Fucus vesiculosus*) bli samlet inn fra et par lokaliteter i fjorden til orienterende analyser på tungmetaller. Analyseresultatene vil kunne sammenliknes med informasjoner fra andre deler av Norskekysten med ulik grad av tungmetallpåvirkning.

#### 9. OMKOSTNINGER

I følgende kostnadsberegninger er ikke tatt med arbeid som kan utføres lokalt. Vi har antatt at kommunen kan stille til disposisjon en båt med vinsj som kan løfte vekter på 300 kg og med arbeidsdekk av tilstrekkelig størrelse (mindre fiskebåt). Innsamling og analyse av hydrokjemiprøver, og noe primær datapresentasjon, er forutsatt utført av lokale folk (tetthetsisopleter m.m.). Opplæring av lokale medarbeidere er nødvendig, og inngår heller ikke i de beregnede omkostningene. Dette skyldes at opplæringstiden ifølge våre tidligere erfaringer er individuell. Et grovt overslag for dette arbeid samt kontroller av analysedata vil antakelig beløpe seg til ca. kr 10 000. Det forutsettes at analyser som utføres på distriktshøgskolen gjennomføres etter standard oseanografiske metoder og at kunnskapen om disse er lokalt dekket.

Til slutt kommer kostnader for ekstra reiser og møtevirksomhet som kommunen finner ønskelig. Av erfaring viser det seg at slik virksomhet i de fleste tilfeller overtreffer det en fra begynnelsen planlegger og at det er en fordel å holde slike utgifter skilt fra det planlagte arbeide. Vi anbefaler at kommunen avsetter et beløp opp til kr. 20 000 for slik møtevirksomhet i tilfelle dette vil bli aktuelt.

Omkostningsramme

Strømmålinger - feltarbeide

Feltarbeide

Opplodding av bunn, ferdigstilling av strømrigger, skifting av bånd, opptaking av strømrigger 6 dager 2 mann	kr 16 000 -
Leie av strømmålere i 3 måneder	" 13 000 +
Transporter, mannskap og materiell, diett, overnatting etc.	" 4 000 -
Primær databehandling strømmålere	" 16 000
SUM	kr 49 000 -
Bearbeidelse og rapportering	" 30 000
Benthosalgundersøkelser inkl. bearbeidelse	" 34 000
SUM	kr 113 000 =====

NIVA vil arbeide etter regning innenfor denne omkostningsrammen.

10. SLUTTKOMMENTARER

Dette programforslag bør bli tatt opp til diskusjon mellom representanter fra Kristiansand kommune og NIVA i et møte i Kristiansand snarest. Ytterligere informasjoner kan forandre opplegget, men i hovedsak bør dette programforslag følges.

Sluttrapportering beregnes ferdig i februar 1976 hvis bevilgning av midler til programmets gjennomføring blir avgjort før juli måned 1975. Hvis bevilgninger av midler etc. blir forsinket utover juli 1975, vil sluttrapporten bli forsinket med samme tidsrom.

I sluttrapporten vil følgende spørsmål bli besvart:

1. Utslippssted og innlagringsdyp for avløpsvann i Korsviksfjorden.
2. Passende rensegrad på avløpsvannet.

Rapporten vil dessuten omfatte en dokumentasjon av området tilstand.

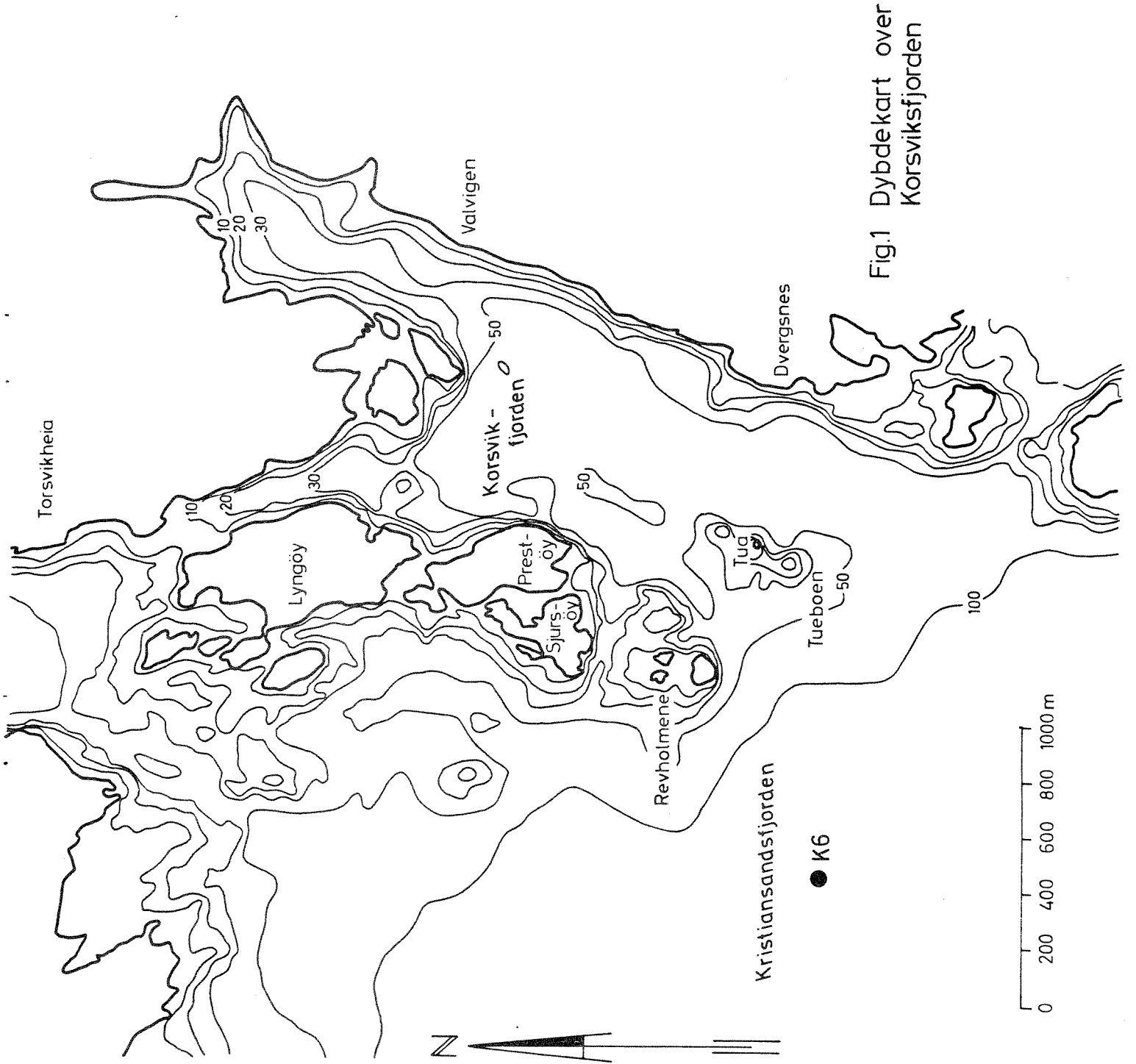


Fig.1 Dybdekart over Korsviksfjorden

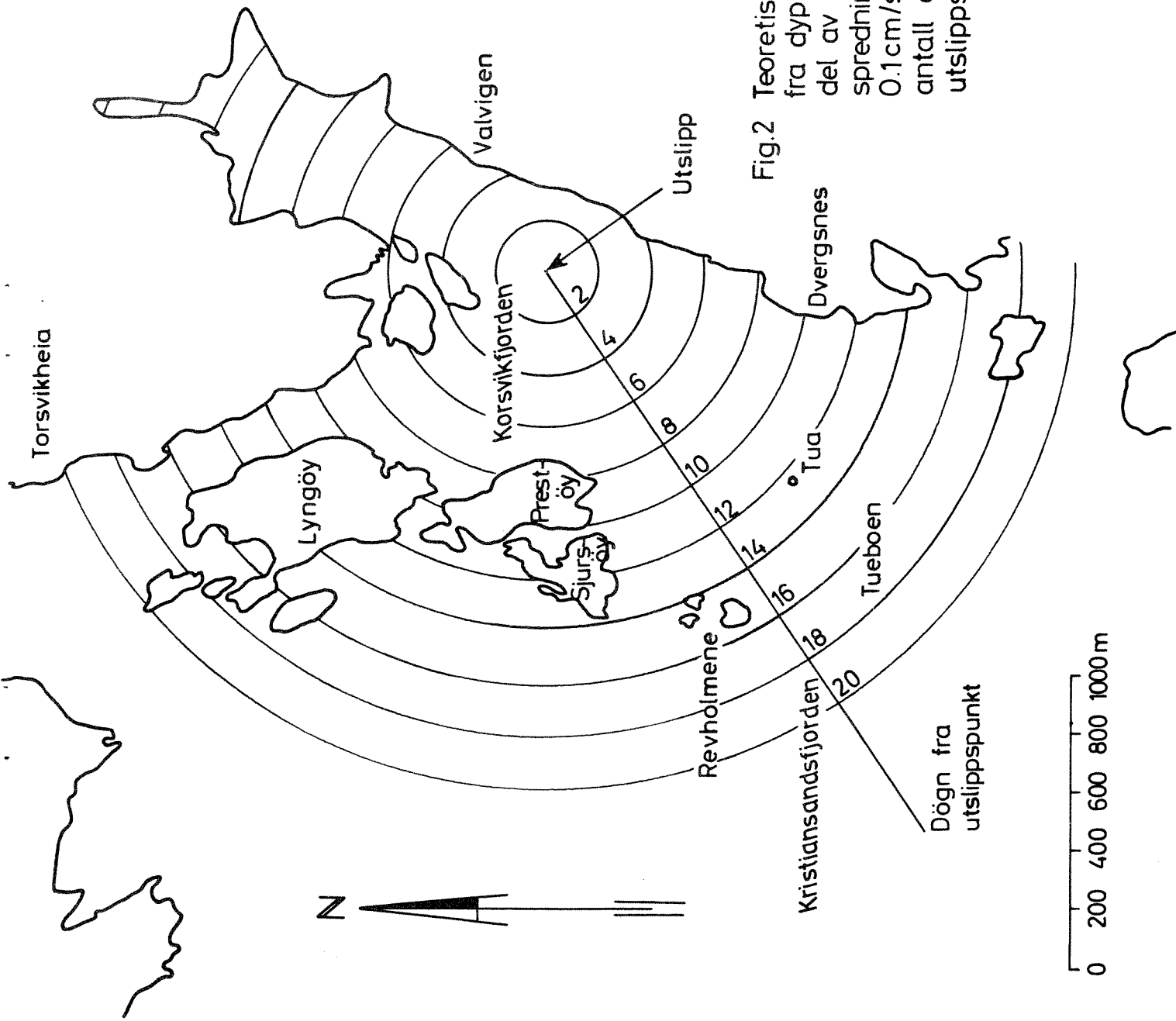


Fig.2 Teoretisk spredning fra dyputsipp i indre del av Korsvikfjorden, spredningshastighet 0.1cm/s. Tallene viser antall døgn fra utslippspunktet

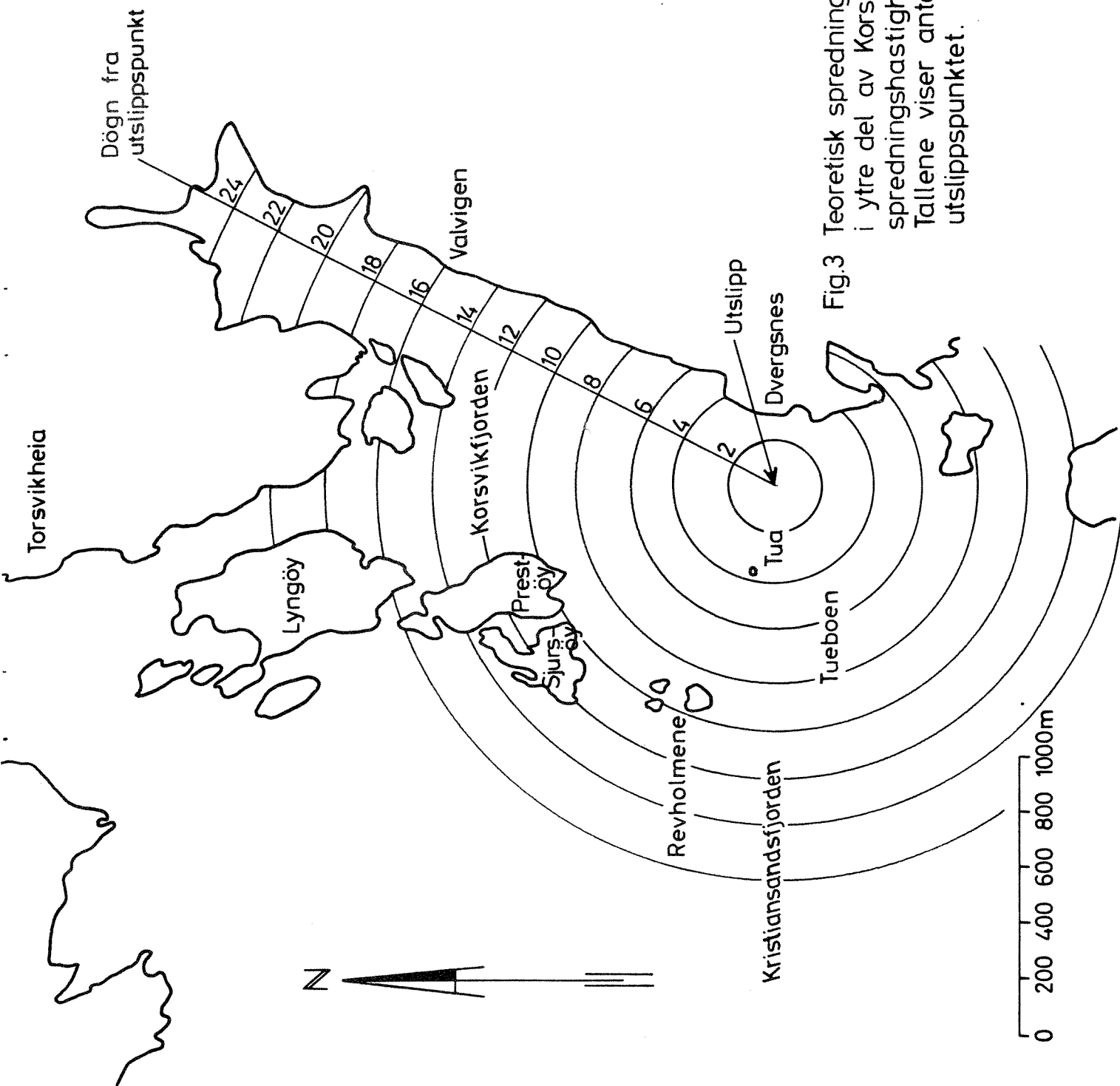


Fig.3 Teoretisk spredning fra utslipp i ytre del av Korsvikfjorden, spredningshastighet 0.1 cm/s. Tallene viser antall dager fra utslippspunktet.

Døgn fra utslippspunkt

Torsvikheia

Lyngøy

Valvigen

Korsvikfjorden

Prestøy

Sjursøy

Revholmene

Kristiansandsfjorden

Tueboen

Utslipp

Dvergsnes

Tua

0 200 400 600 800 1000m

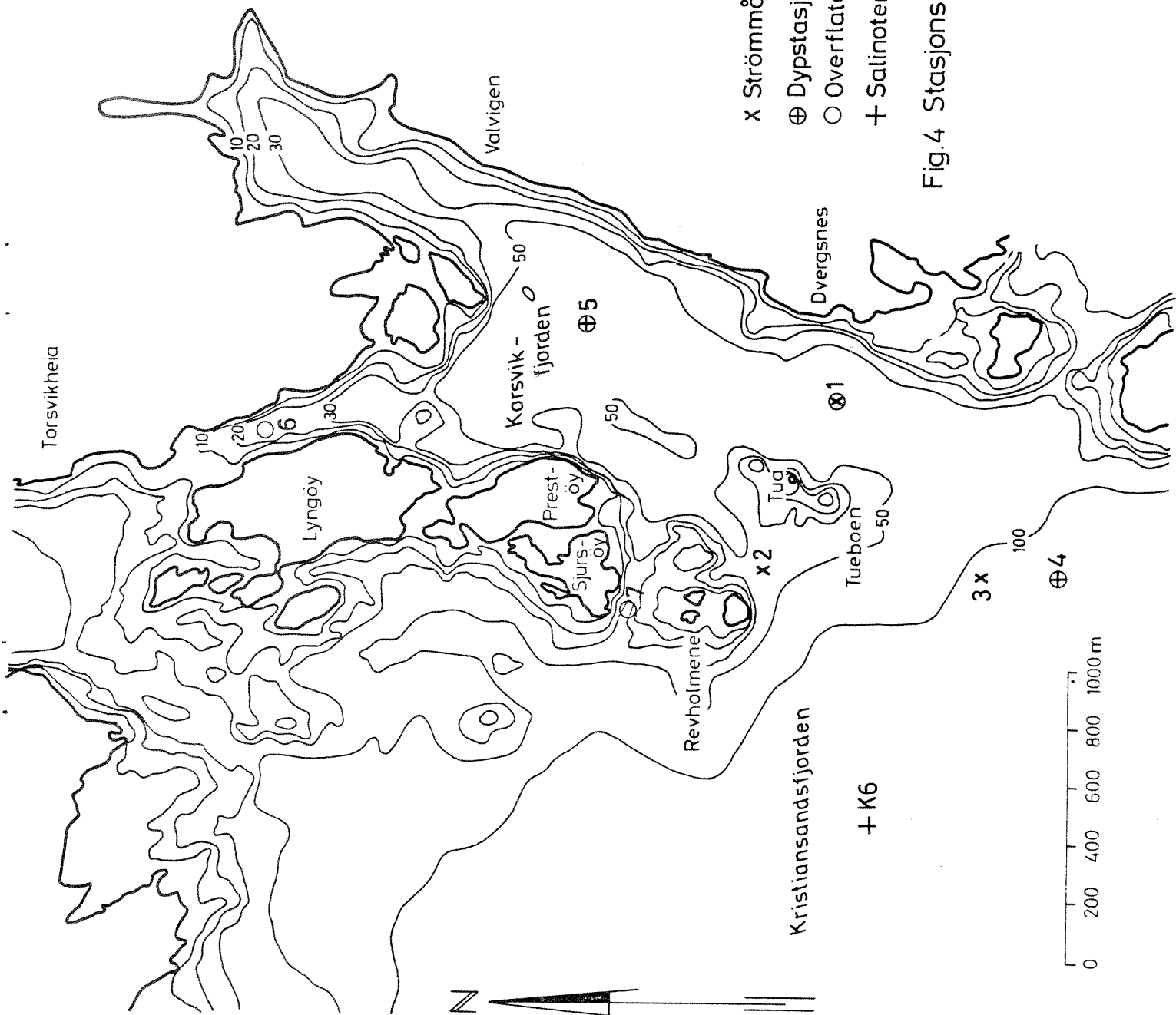


Fig.4 Stasjonsplassering



APPENDIKS

Foreløpige innlagringsberegninger for dyputslipp

## Appendiks. Foreløpige innlagringsberegninger for dyputslipp

Beregningene er utført av et EDB-program NIVA JET.MIX som fins tilgjengelig ved NIVA.

### Tetthetsprofiler

Det er brukt 6 tetthetsprofiler fra stasjon K6 i Kristiansandsfjorden. De er gjengitt i tabell A.1.

Profilene 1, 2 og 6 er tatt i sommerhalvåret, og har relativt sterk tetthetssjiktning i det øverste laget. Profilene 3, 4 og 5 representerer høst- og vintersituasjoner med svakere sjiktning.

Profilene er for få til å gi noe sikkert representativt bilde av forholdene, og stasjonen er antakelig ikke helt representativ for forholdene i Korsviksfjorden. De kan likevel benyttes til å få en antydning av hva vi kan vente mht. innlagring av dyputslipp i Korsviksfjorden.

### Beregninger

I tabell A.2 er vist beregningsresultater for en enkel avløpsstråle fra et sirkulært hull. Strålen er antatt horisontalt rettet ut fra hullet, med en hastighet på 4 m/s, og en effektiv strålediameter på 10 cm, dvs. en hulldiameter på ca 15 cm.

I tabellen er gjengitt innlagringsdyp, dyp for teoretisk høyeste opp-trengning, og fortykning i senter av strålen i innlagringsdypet. Gjennomsnittlig fortykning kan antas å være 1,5-2 ganger senterfortynningen. Reell innlagring kan ventes mellom beregnet innlagringsdyp og dypet for høyeste opp-trengning.

Resultatene vil ikke endres særlig med varierende utgangshastighet for strålen. En endring i strålediameter har derimot merkbar innvirkning. Tilsvarende beregninger er utført for effektive strålediameterer på 5 og 20 cm, dvs. en halvering, henholdsvis fordobling av diameteren i

tabell A.2. Dette skulle omtrent dekke det realistiske variasjonsområde.

En halvering av diameteren betyr gjennomgående 5-10% større innlagringsdyp, 20-25% større dyp for høyeste opptrengning, og ca. 30-40% høyere fortykning i forhold til verdiene i tabell A.2.

En fordobling gir omtrent like store utslag, men motsatt vei.

### Resultater

Tabell A.2 viser at en må ha utslippsdyp på 30 meter eller mer for å få innlagring hele året. Ved utslipp på 40 meter fås innlagring i 20-30 meters nivå om sommeren, og en fortykning på 50-100, hvilket er det høyeste en kan oppnå med strålediameter 10 cm.

Tabell A.1. Tetthetsprofiler for stasjon K6.

PROFILE: 1  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 68 0702  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	18.70	12.80	1.00828
2.00	15.80	24.10	1.01748
4.00	15.30	25.20	1.01842
8.00	14.50	27.80	1.02057
12.00	13.50	29.50	1.02217
20.00	10.00	31.70	1.02440
30.00	8.70	32.70	1.02539
60.00	7.70	34.20	1.02671
80.00	7.10	34.40	1.02695

Depth = dyp i meter

Temp = temperatur °C

Sal = salinitet ‰

Dens = tetthet kg/l

PROFILE: 2  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 58 0821  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	17.20	1.40	.99990
2.00	17.40	21.40	1.01508
4.00	17.40	21.80	1.01539
8.00	17.80	31.60	1.02275
12.00	15.00	31.60	1.02338
20.00	12.20	33.16	1.02515
30.00	10.40	34.04	1.02615
60.00	7.80	34.46	1.02690

PROFILE: 3  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 68 1021  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	9.70	9.10	1.00691
2.00	11.70	30.30	1.02303
4.00	12.30	32.05	1.02427
8.00	12.30	32.50	1.02462
12.00	12.50	32.69	1.02473
20.00	12.50	33.32	1.02521
60.00	11.90	34.18	1.02599
80.00	11.40	34.34	1.02621

PROFILE: 4  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 69 0117  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	2.30	29.50	1.02358
2.00	2.30	29.50	1.02358
4.00	2.40	30.10	1.02405
8.00	2.50	30.50	1.02437
12.00	2.60	30.70	1.02452
20.00	2.70	30.90	1.02467
30.00	4.20	32.56	1.02585
60.00	6.80	35.20	1.02762
80.00	6.90	35.30	1.02769

PROFILE: 5  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 69 0320  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	.40	29.50	1.02369
2.00	.40	29.70	1.02385
4.00	.30	29.70	1.02385
8.00	.30	29.90	1.02401
12.00	.40	30.10	1.02417
20.00	1.80	31.40	1.02514
30.00	2.80	32.65	1.02605
60.00	5.00	34.39	1.02721

PROFILE: 6  
 STATION: K6  
 TIME OF REGISTRATION: 69 0624  
 DENSITY OF WASTE WATER: 1.00000

DEPTH	TEMP	SAL	DENS
.00	17.80	13.30	1.00885
2.00	18.00	16.20	1.01101
4.00	17.70	23.70	1.01676
8.00	16.60	26.40	1.01906
12.00	15.60	27.30	1.01996
20.00	9.30	30.60	1.02366
30.00	6.90	32.70	1.02565
60.00	6.50	33.90	1.02671
80.00	5.80	34.90	1.02752

Tabell A.2. Innlagringsberegninger for horisontalt rettet stråle med effektiv diameter 0,1 m, hastighet 4 m/s.

Utslippsdyp	Årstid	Innlagringsdyp (m)	Maksimal opptrengning (m)	Senter- fortynning ved innlagring
10 m	Sommer	~ 8	~ 5	15-20
	Vinter	0-4	0-1	30-50
20 m	Sommer	16-18	10-14	20-25
	Vinter	8-14	0-4	30-70
30 m	Sommer	~ 25	16-20	25-40
	Vinter	~ 18-24	9-15	35-65
40 m	Sommer	~ 30	~ 20	~ 60
	Vinter	25-30	10-20	50-100
50 m	Hele året	35-40	20-30	60-90
70 m	Sommer	~ 60	~ 40	60-100