

RAPPORT LNR 4370-2001

Utsprengningsarbeider på Breviksterskelen

Vurdering av konsekvenser for
vannutskiftning og vannkvalitet

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00 Internet: www.niva.no	Sørlandsavdelingen Televeien 3 4879 Grimstad Telefon (47) 37 29 50 55 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Sandvikaveien 41 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Nordnesboder 5 5008 Bergen Telefon (47) 55 30 22 50 Telefax (47) 55 30 22 51	Akvaplan-niva 9296 Tromsø Telefon (47) 77 75 03 00 Telefax (47) 77 75 03 01
---	---	--	---	---

Tittel Utsprengningsarbeider på Breviksterskelen. Vurdering av konsekvenser for vannutskiftning og vannkvalitet	Løpenr. (for bestilling) 4370-2001	Dato 24.4 2001
	Prosjektnr. Undernr. 21082	Sider Pris 14
Forfatter(e) Jarle Molvær	Fagområde Oseanografi	Distribusjon
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA


Oppdragsgiver(e) Grenland havnevesen, Brevik	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

I forbindelse med planlagt utretting av farleden i Brevikstrømmen vurderer Grenland havnevesen bortsprengning av tre partier. Ved Strømtangen er Brevikstrømmen på sitt smaleste og terskelverrsnittet her regnes som avgjørende for ut- og innstrømming over terskelen. Den planlagte utsprengningen ned til ca. 15 m dyp vil ikke endre terskelverrsnittet her. For vannutskiftning og vannkvalitet i **brakkvannslaget** innenfor Brevik vil den planlagte utsprengning ikke ha noen betydning. For vannutskiftning og vannkvalitet i Frierfjordens **mellomlag** (fra ca. 8 m til ca. 25 m dyp) vil en utvidelse av terskelområdet kunne bety en liten økning av vannutskiftningen og eventuelt en liten forbedring av vannkvaliteten. Konsekvensene for vannutskiftning og vannkvalitet i Frierfjordens **dypvann** vil sannsynligvis være meget små – enten positive eller negative, men kan ikke kvantifiseres uten bruk av langt mer avanserte og presise beregningsverktøy er anvendt her.

Fire norske emneord 1. Frierfjord 2. Breviksterskel 3. Topografi 4. Vannutskiftning	Fire engelske emneord 1. Frierfjord 2. Brevik sill 3. Topography 4. Water exchange
--	---


Prosjektleder


Forskningsleder
ISBN 82-577-4007-1


Forskningssjef

O-21082

Utsprengningsarbeider på Breviksterskelen

Vurdering av konsekvenser for
vannutskiftning og vannkvalitet

Forord

Rapporten er utarbeidet for Grenland havnevesen ved bestilling av 19.3 2001. Vi takker Sten Ulrik Heines for god kontakt og positive innspill under arbeidet.

Oslo, 24.4 2001

Jarle Molvær

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
2. Beskrivelse av terskelområdet	8
2.1 Topografi	8
2.2 Vannutskiftning og vannkvalitet	9
2.3 Endringer i topografi ved planlagte utspredninger	11
3. Vurdering av konsekvenser	13
3.1 Det utstrømmende brakkvannslaget	13
3.2 Det innstrømmende sjøvannslaget	13
3.3 Frierfjordens dypvann	13
4. Litteratur	14

Sammendrag

I forbindelse med planlagt utretting av farleden i Brevikstrømmen vurderer Grenland havnevesen bortsprenning av tre partier. Formålet med denne rapporten er å vurdere om dette vil ha konsekvenser for vannutskiftningen gjennom Brevikstrømmen og for vannkvaliteten i Frierfjorden.

Mellom Strømtangen og den gamle Brevikbrua er Brevikstrømmen på sitt smaleste og terskeltverrsnittet her regnes som avgjørende for ut- og innstrømming over terskelen. Det betyr at utvidelsene ved Krabberødbåen og Steinholmen nærmere selve Frierfjorden kan antas å ha mindre betydning for vannutskiftningen. Den planlagte utspengningen ned til ca. 15 m dyp vil imidlertid ikke endre det "kritiske" tverrsnittet som ligger litt øst for Strømtangen.

Ved bruk av modellen Fjordmiljø er det gjort beregninger for å bedømme om vannutskiftning og vannkvalitet i brakkvannslaget, mellomlaget og Frierfjordens dypvann vil endres som følge av utvidelsen av terskeltverrsnittet:

- For vannutskiftning og vannkvalitet i brakkvannslaget i Frierfjorden og i Brevikstrømmen vil den planlagte utspengning ikke ha noen betydning.
- For vannutskiftning og vannkvalitet i Frierfjordens mellomlag (fra ca. 8 m til ca. 25 m dyp) vil utspengningen ikke ha noen betydning, eller muligens bety en liten økning av vannutskiftningen på grunn av rettere og delvis videre innløp.
- Terskeldypet for Frierfjorden endres ikke, og konsekvensene for vannutskiftning og vannkvalitet i Frierfjordens dypvann vil sannsynligvis være meget små. Det er mulig at endringene kan gå begge veier – mot en liten forverring eller tilsvarende forbedring. Uten svært avanserte og presise beregningsverktøy er det ikke mulig å kvantifisere slike små endringer.

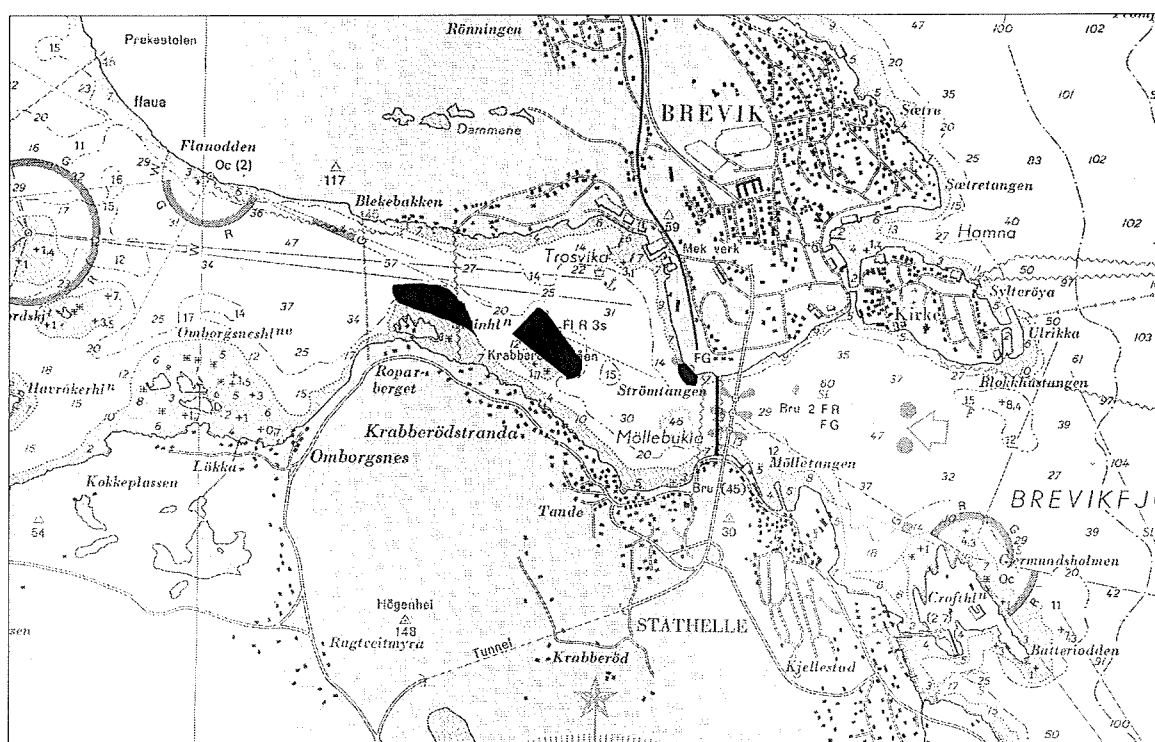
1. Innledning

I forbindelse med planlagt utretting av farleden i Brevikstrømmen vurderer Grenland havnevesen bortsprengning av 3 partier fra Strømtangen til Steinholmen (**Figur 1**). Det dreier seg om:

- Steinholmen: ca. 37 000 m³
- Krabberødbåen: ca. 66 000 m³
- Strømtangen: ca. 23 000 m³

Vannskiftningen gjennom Brevikstrømmen er helt avgjørende for vannkvaliteten og biologiske forhold i Frierfjorden.

Formålet med denne rapporten er å vurdere om bortsprengning av disse 3 partiene vil ha konsekvenser for vannskiftningen gjennom Brevikstrømmen og for vannkvalitet i Frierfjorden

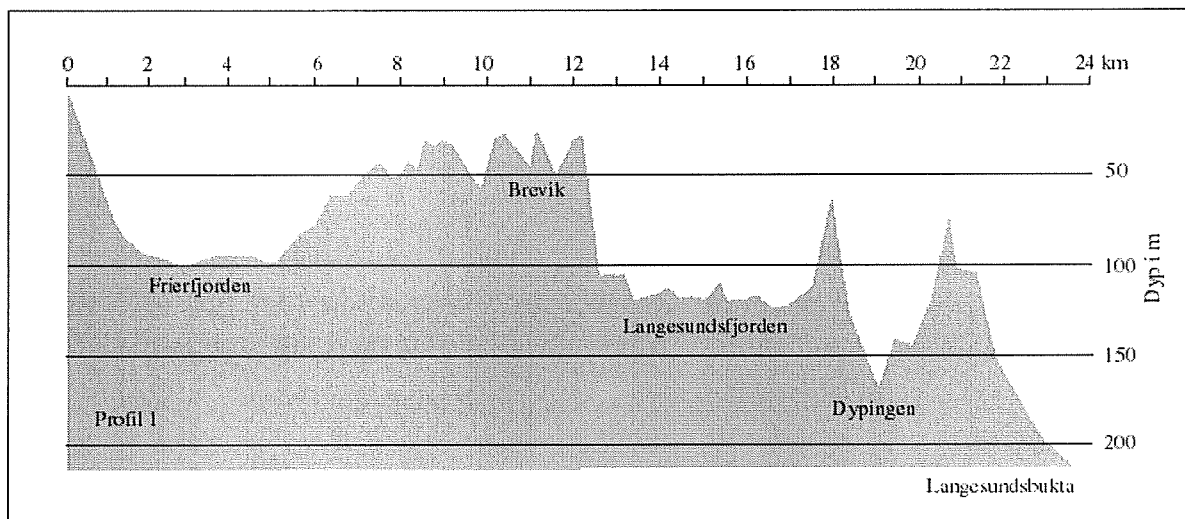


Figur 1. Kart over Brevikstrømmen med antydning av partier med utsprengning, samt posisjon for det kritiske terskeltvernsnittet (svart linje øst for Strømtangen) (fra sjøkart nr. 473). For en bedre beskrivelse av områdene for utsprengning, se Figur 4.

2. Beskrivelse av terskelområdet

2.1 Topografi

Bunntopografien er uryddig og veksler mellom relativt grunne og dypere partier (**Figur 1**). Terskelområdet omfatter i hovedsak strekningen fra Midt fjordskjæret i vest til Strømtangen i øst. Det grunneste partiet (23 m dyp) finnes nordøst av Steinholmen mens man sør for Blekebakken litt lenger vest finner et basseng med 57 m som største dyp (**Figur 2**).



Figur 2. Langsgående bunnsprofil for strekningen Frierfjorden – Langesundsbukta.

Vannutskiftningen gjennom terskelområdet er karakterisert ved en utgående brakkvannsstrøm med en inngående strøm med sjøvann under denne (se kap. 2.2). Man har funnet at tverrsnittsarealet ved Strømtangen er viktig for vannutskiftningen (Jønsson, 1997), og vi vil i det følgende omtale dette som terskeltverrsnittet (**Tabell 1**). Vi gjør oppmerksom på at sjøkart nr. 473 ikke gir særlig detaljerte opplysninger om topografien i dette området, og tallene under 10 m dyp inneholder derfor en viss usikkerhet. For de videre vurderingene har denne usikkerheten imidlertid ingen betydning.

Tabell 1. Beskrivelse av Frierfjordens terskel ved Strømtangen. Arealet angir tverrsnittet av terskelen under det aktuelle dypet. Samlet terskeltverrsnitt er altså ca. 3500 m².

Dyp, m	Bredde, m	Tverrsnittsareal, m ²
0	240	3500
5	220	2350
10	190	1325
15	130	525
20	50	75
29	0	0

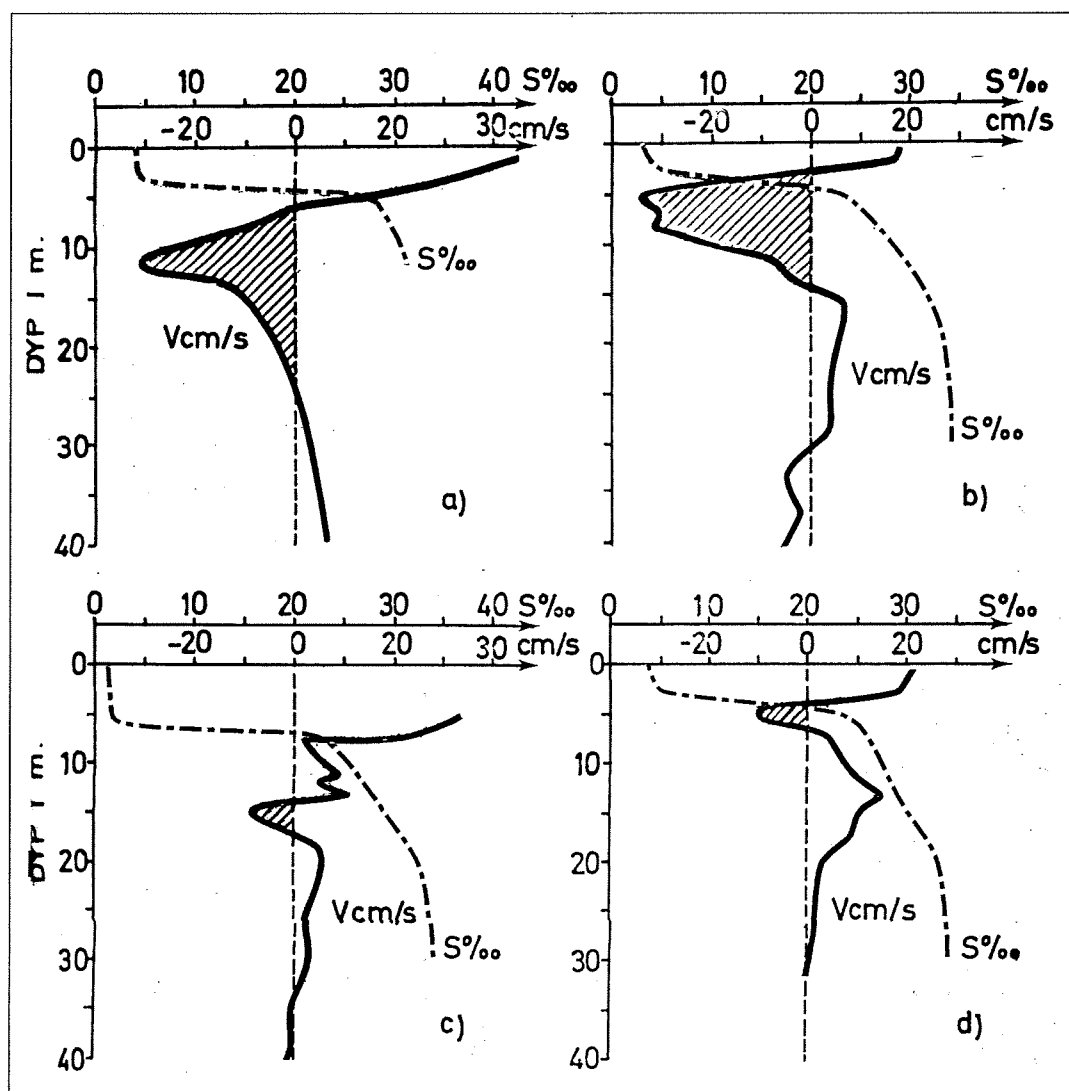
2.2 Vannutskiftning og vannkvalitet

Vannmassen ved Breviksterskelen kan beskrives ved to lag: øverst et utstrømmende brakkvannslag med typisk tykkelse 3-8 m og under dette et sjøvannslag der strømretningen oftest går inn fjorden (**Figur 3**). Tykkelsen av brakkvannslaget er sterkt påvirket av vannføringen i Skienselva.

Brakkvannet består av en blanding av ferskvann og sjøvann og transporterer også en betydelig mengde sjøvann ut av Frierfjorden¹. Dette sjøvannet erstattes ved en inngående sjøvannsstrøm som også påvirkes av tidevann og variasjoner i vindforhold og lufttrykk. Resultatet blir et varierende strømbilde som **Figur 3** illustrerer. For vannkvaliteten og de biologiske forholdene i Frierfjorden er transporten av sjøvann inn i Frierfjorden i laget mellom brakkvannslag og terskeldyp svært viktig.

Vannkvaliteten i brakkvannslaget preges av forholdene i Frierfjorden. Overvåking av badevannskvaliteten ved Krabberødstranda i 1998-99 viste at i forhold til Statens helsetilsyns krav til godt badevann (Statens helsetilsyn, 1994) var innholdet av termotolerante koliforme bakterier litt for høyt til at den kunne betegnes som God, mens siktedypet innfridde kravet til Godt badevann (Molvær, 2000). Konsentrasjon av næringssalter, organisk materiale osv. i vannmassen i Brevikstrømmen er ikke målt de siste 10 år og man har dermed ikke noe aktuelt vurderingsgrunnlag.

¹ Eksempel: Er Frierfjordens ferskvannstilførsel 250 m³/s, brakkvannslagets saltholdighet 5 og sjøvannslagets saltholdighet 30 – vil i gjennomsnitt brakkvannsstrømmen ved Brevik utgjøre 300 m³/s. Dvs. at sjøvannsandelen utgjør 50 m³/s.



Figur 3. Strøm og lagdeling målt mellom Blekebakken og Steinholmen. Strømmen er dekomponert langs aksen 90° (positiv) – 270° (negativ).

- a. 11.12 1974: ferskvannstilførsel ca. $270 \text{ m}^3/\text{s}$ og høyvann om ca. 4 timer
- b. 23.4 1975: ferskvannstilførsel ca. $240 \text{ m}^3/\text{s}$ og høyvann om ca. 1.5 timer
- c. 14.5 1975: ferskvannstilførsel ca. $560 \text{ m}^3/\text{s}$ og høyvann om ca. 2.2 timer
- d. 11.6 1975: ferskvannstilførsel ca. $210 \text{ m}^3/\text{s}$ og høyvann om ca. 2 timer (fra Molvær 1976).

2.3 Endringer i topografi ved planlagte utsprenghninger

Utsprengningsarbeider er planlagt ved Steinholmen, Krabberødbåen og Strømtangen (**Figur 1** og **Figur 4**). For vannutskiftningen som den estuarine sirkulasjonen (utstrømmende brakkevannslag – innstrømmende sjøvannslag) står for er dimensjonene av terskeltverrsnittet omkring Strømtangen viktig fordi man regner med at det smaleste området (ca. 240 m) – mellom Strømtangen og den gamle brua - danner en hydraulisk kontroll for fjorden (Jønsson, 1997). Av **Figur 4** framgår imidlertid at den planlagte utsprenghningen ved Strømtangen vil skje vest for det ”kritiske” tverrsnittet, og ikke endre dette.

Utsprengningen ved Krabberødbåen er av størst omfang. Minste dyp er 2.5-3 m og planlegges økt til 15 m. Brevikstrømmen er her forholdsvis bred, og utsprenghningen endrer ikke topografien for de områdene som er begrensende for gjennomstrømmningen.

Selve terskelen med minste dyp på ca. 23-25 m ligger imidlertid i området Krabberødbåen-Steinholmen og her endres heller ikke topografien.

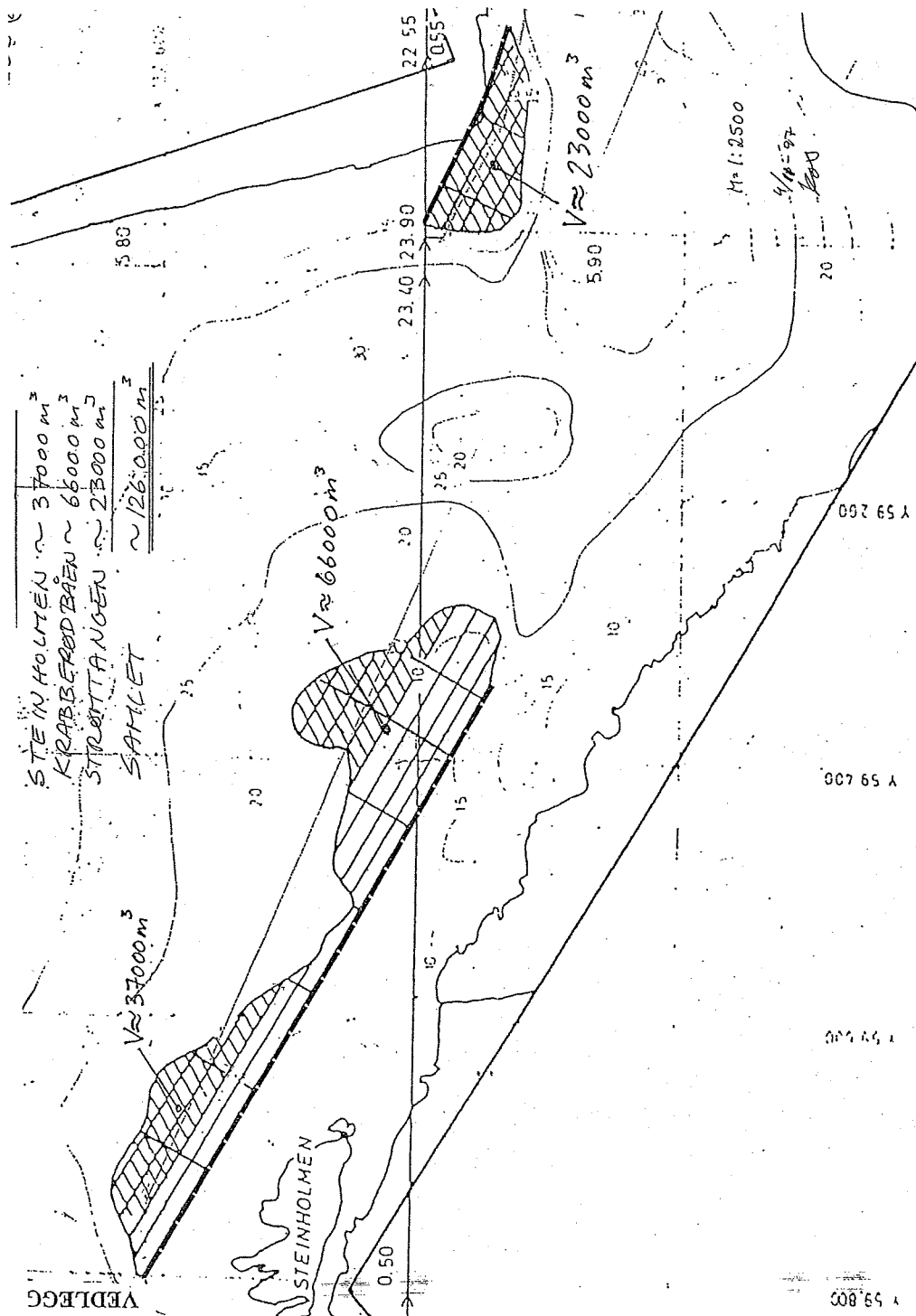
Utsprengningen ved Steinholmen vil foregå mellom ca. 10m og 15 m dyp og dermed utvide løpet hvor sjøvannet strømmer inn og ut av fjorden. Samlet for intervallet 0-15 m økes tverrsnittet med ca. 3% (**Tabell 2**).

Tabell 2. Endringer i tverrsnittet ved Steinholmen ved utsprenghninger. Under 15 m dyp blir ingen utvidelse. Beregningene gjelder for 0-25 m dyp.

Dyp, m	Bredde, m	Tverrsnittsareal under det angitte dyp. m ²	Bredde etter utsprenghning m	Nytt tverrsnittsareal m ²	Økning i % under angitt dyp
0	290	4225	290	4350	3
5	240 ¹⁾	2900	240 ¹⁾	3025	4
10	190	1830	190	1950	7
15.5	145	1000	145 ²⁾	1000	0
20	100	400	100	400	0
25	60		60	0	0

¹⁾: Antatt bredde.

²⁾: Antatt sprengning vertikalt mellom 10 m og 15 m dyp.



Figur 4. Alternative utsprenninger ved Steinholmen (37000 m^3), Krabberødbåen (66000 m^3) og Strømtangen (23000 m^3), kopi fra Berdal Strømme (1997).

3. Vurdering av konsekvenser

3.1 Det utstrømmende brakkvannslaget

Brakkvannslaget strømmer over Breviksterskelen mellom overflata og 4-5 m dyp. I intervallet ventes tverrsnittsarealet ved Strømtangen å bli uendret. Utvidelsen ved Steinholmen og utspredningen ved Krabberødbåen berører ikke det "kritiske" tverrsnittsarealet for fjorden. Følgelig bør utstrømmingen av brakkvann fra Frierfjorden være upåvirket av den aktuelle utspredningen.

For vannkvaliteten i overflatelaget ved Brevik og i Frierfjorden vil det fortsatt være tilførselen av forurensende stoffer og partikler fra vassdragene, som avrenning fra landarealer og fra direkte utslipp som er avgjørende.

3.2 Det innstrømmende sjøvannslaget

Under 5 m dyp vil tverrsnittsarealet ved Strømtangen være uendret. Innløpet lenger inn mot Frierfjorden blir rettere og litt bredere ved nedspredningen av Krabberødbåen og utvidelsen ved Steinholmen. Gjennom dette tverrsnittet strømmer sjøvannet inn i Frierfjorden og god gjennomstrømning er vesentlig for vannkvaliteten i både Frierfjordens mellomlag (ca. 8-25 m dyp) og dypvann (ca. 25-98 m dyp).

Etter samme resonnement som for brakkvannslaget kan man konkludere at for Frierfjordens mellomlag vil utspredningen ikke ha noen betydning, eller muligens bety en liten økning av vannutskiftningen på grunn av rettere og delvis videre innløp.

3.3 Frierfjordens dypvann

For de situasjonene da sjøvann med stor egenvekt strømmer inn over Frierfjordens terskel og helt eller delvis skifter ut fjordens dypvann vil det være fordelaktig med en utretting/utvidelse av løpet ved Breviksterskelen. Grunnen er at slike innstrømmingsperioder er av relativt kort varighet og fjerning av Krabberødbåen kan øke gjennomstrømningskapasiteten noe og dermed bidra til at større volum av friskt sjøvann i et begrenset tidsrom med innstrømming trenger ned i Frierfjordens dypbasseng. Dette vil være gunstig for vannkvaliteten der – spesielt oksygenforholdene.

På den annen side kan utvidelser/utrettinger på terskelen medføre mindre tilførsel av turbulent energi til Frierfjordens dypvann. Det vil medføre en langsommere tetthetsreduksjon og dermed lenger mellomrom mellom dypvannsutskiftningene som bringer nytt oksygen til dypvannet. En slik effekt har tidligere vært vurdert i forbindelse med en mulig utvidelse av tersklene i Iddefjorden/Ringdalsfjorden (Berge et al., 1997). Modellen Fjordmiljø (Stigebrandt, 1992) gir en beskrivelse av typisk tidsrom mellom to fullstendige dypvannsfornyelser i Frierfjorden, og ved nåværende forhold oppgis den til ca. 62 måneder. Dette er i overkant av det som har vært observert i tidsrommet 1974-2001, da vanlig intervall mellom to utskiftninger har vært 2-3 år med unntak for tidsrommet vinter 1996-vinter 2001 (5 år). Det kritiske tverrsnittsarealet ved Strømtangen blir ikke endret, men det er tenkbart at utdyping og utretting ved Krabberødbåen og Steinholmen kan endre tilførselen av turbulent energi til dypvannet – enten en mindre økning eller en mindre reduksjon.

Dermed kan det være to effekter som mht. utskiftning og oksygenforhold i Frierfjordens dypvann trekker i motsatt retning. Fjordmiljø er en relativt enkel modell som ikke kan forventes å gi svært presise resultat, f.eks. med usikkerhet mindre enn 10%. Uten bruk av en langt mer avansert og presis modell har vi ikke mulighet for å kvantifisere resultatet med en slik nøyaktighet. Vi vil imidlertid tro at eventuelle endringer er marginale uansett hvilken vei de går.

4. Litteratur

- Berge, J.A., Bjerkeng, B., Magnusson, J., Rygg, B., Stigebrandt, A. og Walday, M., 1997. Miljøundersøkelser i forbindelse med en mulig utdyping av tersklene i Iddefjorden/Ringdalsfjorden. NIVA-rapport nr. 3695-97. Oslo. 134 sider.
- Jønsson, A., 1997. A model investigation of the estuarine circulation in the Frierfjord, Norway. Gøteborgs universitet, Institutionen før geovitenskaper. Publ. B58. Gøteborg.30 sider.
- Molvær, J., 1976. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport 4. Framdriftsrapport fra undersøkelser av vannutskiftningen i fjordområdene mars 1974-desember 1975. NIVA-rapport O-70111. Oslo.
- Molvær, J., 2000. Overvåking av Grenlandsfjordene 1998-99. Badevannskvalitet og oksygenforhold. NIVA-rapport nr. 4214-2000. Oslo. 36 sider.
- Statens helsetilsyn, 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Friluftsbad - badevann. Rundskriv IK-21/94 med vedlegg.
- Stigebrandt, A., 1992. Beregning av miljøeffekter i fjorder fra menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. Statens forurensningstilsyn Oslo/Ancylus Gøteborg. Ancylus rapport nr 9201. 58 sider.