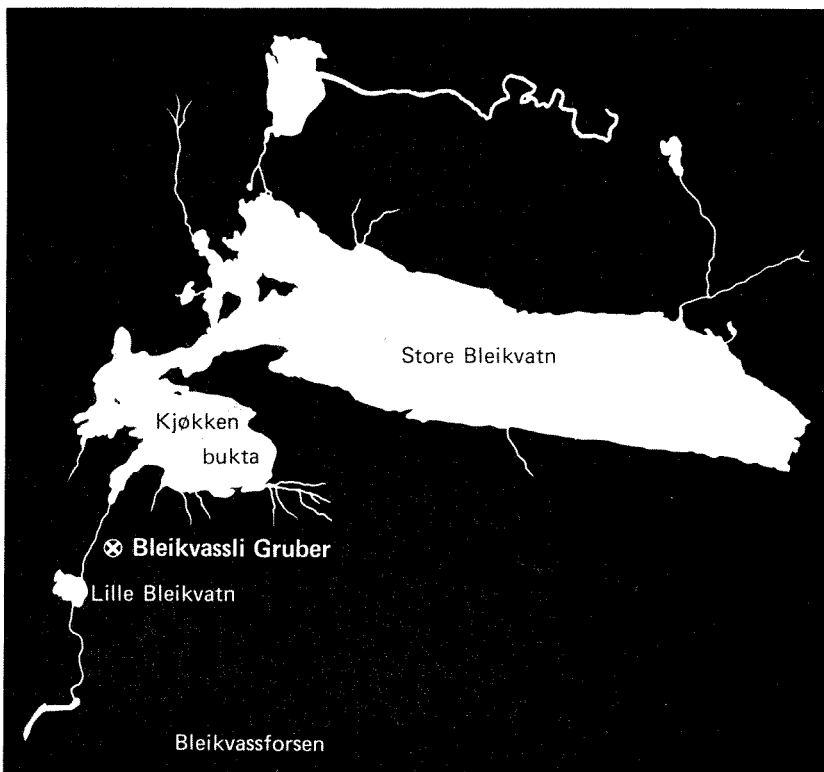


0 – 82121

# A/S Bleikvassli Gruber

Vurdering av miljøkonsekvenser  
ved avgangsdeponering



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-82121
Undernummer:
Løpenummer: 1462
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: A/S BLEIKVASSLI GRUBER Vurdering av miljøkonsekvenser ved avgangsdeponering.	Dato: 16.3.1983
	Prosjektnummer: 0-82121
Forfatter(e): Merete Johannessen og Eigil Rune Iversen	Faggruppe: Miljøteknisk divisjon
	Geografisk område: Nordland fylke
	Antall sider (inkl. bilag): 34

Oppdragsgiver: A/S BLEIKVASSLI GRUBER	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:  
A/S Bleikvassli Gruber vil ha behov for å deponere 148.000 tonn avgang årlig. Av de tre alternative deponeringsløsninger som er vurdert, vil kun Kjøkkenbukta gi en varig løsning for gruvens deponeringsbehov. Resipienten vil bli påvirket av utslippet, men sannsynligvis vil effektene begrense seg til selve Kjøkkenbukta. Eventuelt kan ekstraordinære tiltak iverksettes om forholdene skulle bli dårligere enn antatt. Deponering i myr kan ikke anbefales ettersom mulighetene for alvorlige forurensningsproblemer med utvasking av tungmetaller er tilstede. Påbygging av damsystemet i Lille Bleikvatn vil neppe gi økte forurensninger i forhold til dagens situasjon, men vil være en kort-siktig løsning.

4 emneord, norske:
1. Kisgruver
2. Avgangsdeponering
3. Tungmetaller
4. Bleikvassli Gruber
Miljøkonsekvenser

4 emneord, engelske:
1. Pyrite mining
2. Tailings disposal
3. Heavy metals
4. BLEIKVASSLI MINES

Prosjektleder:

*Merete Johannessen*

Divisjonssjef:

*Eigil Gessing*

ISBN 82-577-0597-7

For administrasjonen:

*J. E. Lambert*  
*Andreas*

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0 - 82121

A/S BLEIKVASSLI GRUBER

Vurdering av miljøkonsekvenser ved avgangsdeponering

16. mars 1983

Forfattere:

Merete Johannessen og

Eigil Rune Iversen

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side
1. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING	2
2. UTSLIPP FRA GRUVEVIRKSOMHET	3
2.1 Flotasjonsavgang	3
2.1.1 Mengde og sammensetning	3
2.1.2 Sedimenteringsegenskaper	4
2.1.3 Undersøkelse av slamfraksjoner	6
2.2 Gruvevann	8
2.3 Diffuse tilførsler fra gruveområdet	9
3. KJØKKENBUKTA SOM RESIPIENT	10
3.1 Kjøkkenbukta	10
3.2 Beskrivelse av Store Bleikvatn	12
4. KONSEKVENSER VED UTSLIPP AV FLOTASJONSAVGANG TIL KJØKKENBUKTAS DYPESTE BASSENG	13
4.1 Fysisk-kjemiske forhold	13
4.2 Biologiske forhold	15
4.3 Mulighetene for spredning av avgangs- partikler videre i systemet	16
5. ALTERNATIVE DEPONERINGSOMRÅDER	17
5.1 Deponering på Bleikvassforsen	17
5.2 Påbygging av eksisterende dam	18
5.3 Bygging av ny slamdam andre steder	18
6. FORHOLDENE I BLEIKVASSELVA ETTER OMLEGGING	19
7. ORIENTERENDE UNDERSØKELSER	19
8. SAMLET VURDERING - KONKLUSJONER	20
9. REFERANSER	22

## 1. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING

Bleikvassli Gruber har i dag fylt opp eksisterende avgangsdam i den grad at en ny deponeringsløsning er påkrevet. Etter anmodning fra gruveselskapet har NIVA utarbeidet et program for en vurdering av alternative deponeringsløsninger, og bestillingsbrev fra A/S Bleikvassli Gruber presiserer at deponering i myr bør inngå som et alternativ.

De ulike alternativer omfatter

- Deponering i Kjøkkenbukta.
- Påbygging av eksisterende dam.
- Bygging av ny dam i Lille Bleikvatn.
- Deponering i myr - Bleikvassforsen

Deponering av avgang kan forårsake to forskjellige kategorier av forurensninger.

- 1) Partikulært materiale og spesielt de finere fraksjoner fra avgangen kan transporteres med vind og strøm i resipienten og gi blakket vann med nedslamming av vassdraget og eventuelt endret biologisk produksjon i resipienten.
- 2) Sedimentert avgang som blir liggende tørt i perioder, kan gi sur, metallholdig avrenning på grunn av oksydasjon.

Det er særlig forurensninger som nevnt i punkt 1 som har skapt betydelige problemer ved noen deponeringsområder i Norge og har ført til konfliktsituasjoner mellom brukerinteresser og gruveselskap. Et par slike områder hvor det er oppstått problemer i forbindelse med partikkeltransport fra deponeringsstedet, kan nevnes: Huddingsvassdraget (Grong Gruber) og Sulitjelmavassdraget (Sulitjelma Gruber).

For å forhindre transport av partikulært materiale i en resipient, er det vesentlig at avgangen blir deponert slik at sedimenteringsforholdene blir de beste, som f.eks. i et vannmagasin med minst mulig vannutskifting.

For å skaffe best mulig grunnlag for å vurdere effektene av de enkelte fremsatte deponeringsalternativer, er løpende temperaturmålinger i Kjøkkenbukta og Store Bleikvatn igangsatt, sedimenteringsforsøk utført og slamfraksjonens sammensetning bestemt.

Temperaturmålinger i Kjøkkenbukta ved forskjellige årstider vil kunne vise hvorledes vannmassene i bukta sirkulerer. Denne informasjon vil foreligge om et år, og man vil da bedre kunne angi hvorledes en deponering i Kjøkkenbukta arter seg. Denne rapporten vil imidlertid måtte gi en vurdering ut fra de data som til nå foreligger.

## 2. UTSLIPP FRA GRUVEVIRKSOMHET

### 2.1 Flotasjonsavgang

#### 2.1.1 Mengde og sammensetning

Det brytes for tiden ca. 165.000 tonn råmalm på årsbasis, og dette medfører et utslipp på ca. 148.000 tonn avgang fra oppredningsverket. Produksjonen planlegges utvidet til ca. 250.000 tonn råmalm i året, noe som vil føre til at det årlig må deponeres en avgangsmengde på ca. 225.000 tonn.

Avgangens partikkelfordeling er ikke tilstrekkelig kjent, men sikteanalyser viser at ca. 15-20 % av avgangen består av partikler < 40  $\mu$ . En stor del av den øvrige avgangen består av relativt grovt materiale. En prøve av flotasjonsavgang, tatt i november 1982, ble oppsluttet i Lunges væske og analysert m.h.t. tungmetaller og svovel. Analysene viste følgende innhold:

Kobber :	0,034 %
Sink :	0,29 %
Bly :	0,12 %
Jern :	13,6 %
Svovel :	16,4 %

Dette indikerer at avgangen kan inneholde ca. 30 % svovelkis. Prosent-tallet er imidlertid usikkert ettersom det er basert på stikkprøve.

Avgangen fra flotasjonsverket (avgang sink) har normalt en pH på 10,1-10,3 og et tørrstoffinnhold på 30-35 %. Etter innblanding av vann fra gruva kan pH og tørrstoffinnholdet ved utløpet av avgangsledningen variere en del, avhengig av hvor mye vann som til enhver tid pumpes fra gruva. I desember 1982 ble det observert at pH varierte i området fra 6-9 mens tørrstoffinnholdet varierte fra 3-20 %. Disse resultater ble samlet inn i forbindelse med det pågående prosjekt "Rensing av gruvevann ved hjelp av oppredningsavgang" (Bergforskningen/NIVA).

### 2.1.2 Sedimenteringsegenskaper

Det er svært viktig for å vurdere fare for videre forurensning av vassdraget, å vite hvilke sedimenteringsegenskaper avgangen har. Det ble derfor utført noen sedimenteringsforsøk i laboratorieskala for å belyse dette.

Forsøkene ble utført i et 1 m høyt rør av plexiglass med uttak for hver 20 cm. Rørets volum var ca. 12 liter. Det ble utført forsøk med 1 % og 5 % suspensjoner basert på tørrstoffinnhold. Avgang fra november 1982 ble fortynnet med vann fra Kjøkkenbukta.

Partiklenes synkeegenskaper ble testet ved å beregne gjennomsnittlig synkehastighet etter en metode beskrevet av McLaughlin (1959). Metoden er videreutviklet ved NIVA (1978), og synkehastighets-beregningene utføres ved hjelp av et dataprogram. Målingene utføres ved å ta ut prøver fra forskjellige dyp etter hvert som partiklene synker. Vanligvis måles turbiditet, som er et optisk mål for grumsethet. Partiklenes optiske egenskaper gjorde imidlertid at målingene gav meningsløse verdier i dette tilfellet. I stedet ble innhold av suspendert stoff i hver prøve bestemt. Resultatene ble av den grunn ikke direkte sammenlignbare med målinger utført på andre avgangstyper. Vi vil likevel ta med analyseresultatene her og gi en visuell vurdering av forsøket.

I tabellene 1 og 2 er resultater for analyse av suspendert tørrstoff samlet for forsøk med 5 % og 1 % suspensjoner.

Beregnete sedimenteringshastigheter ved forskjellige dyp og tider er samlet i tabell 3. Figur 2 og 3 gir en grafisk fremstilling av de beregnede verdier.

Resultatene viser at sedimenteringshastigheten er stor i startfasen når den groveste delen av avgangen faller til bunns. I løpet av den første timen avtar synkehastigheten betydelig og nærmer seg et konstant nivå.

Sedimenteringshastigheten øker med dypet, noe som skyldes at hurtig synkende partikler tar igjen langsomt synkende og danner aggregater som samlet synker hurtigere.

Ved forsøk med andre avgangstyper har en observert at sedimenteringshastigheten får en kortvarig økning i startfasen, noe som en kan forklare ved at små partikler klumper seg sammen i større som synker hurtigere. En får en flokkuleringseffekt. En slik effekt er ikke påvist med denne avgangstypen.

Dersom en sammenligner tørrstoffverdiene for 5 og 1 % suspensjoner, ser en at etter en tid er verdiene tilnærmet like. Det vil si at 1 %-suspensjonene sedimenterer forholdsvis dårligere enn 5 %-suspensjonen. Rent visuelt gav 1 %-suspensjonen inntrykk av å være mer grumset enn 5 %-suspensjonen etter lik sedimenteringstid.

En konklusjon på forsøket kan sies å være at jo mer avgangen fortynnes, jo dårligere sedimenterer den. Dessuten inneholder avgangen fraksjoner som ikke sedimenterte i løpet av 24 timer under de rådende betingelser. Forsøket er ikke egnet til å si noe om hvordan avgangen vil sedimentere i Kjøkkenbukta, fordi utførelsen av forsøket ikke kan sammenlignes med de tekniske forhold ved avgangsdeponering i praksis. En kan imidlertid si at sedimenteringsegenskapene er svært avhengig av ytre forhold som muligheter for omrøring av vannmassene på grunn av vind og mulige temperaturskiftninger i Kjøkkenbukta.



Det er også vanskelig å si noe om denne avgangen har vesentlig dårligere sedimenteringsegenskaper enn avgang fra andre kisgruver.

### 2.1.3 Undersøkelse av slamfraksjoner

For å bestemme sammensetning og størrelse på de partikler som sedimenterer dårligst, ble det gjort et sedimenteringsforsøk med en 5 %-suspensjon. Etter sedimenteringstid på 4 timer og 24 timer ble det tatt ut en prøve fra 50 cm dyp. En del av prøven ble sentrifugert. Slammet på bunnen ble oppsluttet i Lunges væske og analysert m.h.t. jern, kobber, sink, bly og svovel. En annen del av prøven ble filtrert gjennom et Nuclepore-filter (polykarbonatfilter) med poreåpning 0,2  $\mu$ . Et utsnitt av filteret ble undersøkt i scanning elektronmikroskop.

#### Undersøkelse med elektronmikroskopi

Ved hjelp av scanning elektronmikroskopi (SEM) er det mulig å karakterisere partiklenes form og størrelse. Det SEM som ble benyttet, hadde også tilleggsutstyr som gjorde det mulig å bestemme partiklers kjemiske sammensetning. Utstyret kalles EDAX (Energy Dispersive Analysis of X-rays), og prinsippet for analysen er at når et preparat treffes av elektronstråle, vil det genereres røntgenstråling som er karakteristisk for de atomslag preparatet består av. Ved hjelp av et deteksjonssystem er det mulig å få tegnet diagrammer som viser sammenheng mellom strålingens energi og intensitet.

I figurene 4 og 5 er gjengitt noen bilder av utsnitt av filterpreparat.

Bilde 1 viser et tilfeldig valgt område av filteret i 1000 X forstørrelse. Preparatet er laget ved å filtrere 5 ml vann tatt ut etter 4 timers sedimentering. Største partikkel i bildet er ca. 25  $\mu$ m lang. For øvrig er de fleste partikler mindre enn 10  $\mu$ m, og mange er av størrelsesorden 2-5  $\mu$ m.

En EDAX-analyse av hele bildeutsnittet viste at hovedkomponentene er jern, svovel, silisium, kalium, kalsium og aluminium. På bilde 1 er markert resultater for EDAX-analyse av enkeltpartikler.

Bilde 2 viser et utsnitt av bilde 1 i 5000 X forstørrelse. En EDAX-analyse av hele utsnittet viser at hovedkomponentene er de samme som for bilde 1.

Resultatene tyder på at etter 4 timer består de svevende slampartikler for en stor del av jern og svovel (svovelkis), men også en del kvarts og silikatmineraler.

Neste preparat er laget ved å filtrere 5 ml prøve tatt ut etter 24 timers sedimentering.

Bilde 3 viser et utsnitt av preparatet i 1000 X forstørrelse. En ser at etter 24 timer er partikler større enn 10  $\mu\text{m}$  sedimentert. De største partikler på filteret er ca. 7-8  $\mu\text{m}$ . De fleste er ca. 2-3  $\mu\text{m}$ . En EDAX-analyse av hele utsnittet viser samme hovedsammensetning som tidligere: Aluminium, silisium, svovel, kalium, kalsium og jern.

Bilde 4 viser et utsnitt av bilde 3 i 5000 X forstørrelse. EDAX-analyse av hele området viser samme sammensetning som for bilde 3, men innholdet av kalsium og silisium syntes å være noe større. Noen analyser av enkelte partikler er markert på bildet.

Bilde 5 viser et nytt område i 5000 X forstørrelse. Partikkelen midt i bildet er svovelkis og er ca. 6  $\mu\text{m}$  i utstrekning.

Resultatene viser at en etter 24 timers sedimentering har stort sett samme hovedsammensetning i de svevende partikler, men partiklene er en del mindre.

Undersøkelsene med SEM viser at de svevende slampartikler hovedsakelig består av silikatmineraler og svovelkis.

### Kjemisk analyse av slampartikler

Etter 24 timers sedimentering av en 5 %-suspensjon ble det tatt ut en prøve fra 50 cm dyp. Etter oppslutning ble innhold av følgende komponenter bestemt:

Kobber :	0,35 %
Sink :	3,0 %
Jern :	17,4 %
Bly :	1,4 %
Svovel :	22,7 %

Resultatet viser god overensstemmelse med undersøkelsene med SEM.

Resultatet viser også at de svevende partikler inneholder betydelig mer av metallene kobber, sink og bly enn selve avgangen. Dette er imidlertid ikke overraskende da en må regne med at innhold av flotasjonskjemikalier i avgangen vil virke ugunstig på sedimenteringen av kisminerale.

### 2.2 Gruvevann

Gruvevannets sammensetning er godt kjent fra analyse av stikkprøver tatt i løpet av en rekke år. Sammensetningen kan variere en del, avhengig av hvor i gruva vannet kommer fra. Gruvevannet samles i en pumpeump inne i gruva og pumpes ut støtvis. Totalt utpumpet mengde pr. døgn er ikke kjent, men pumpens kapasitet er ca. 36 m<sup>3</sup>/time. I tabellen under er samlet analysedata for noen prøver av gruvevann tatt i den senere tid.

Tabell 4. Analysedata for gruvevann.

Dato:		8/9-82	9/9-82	6/12-82	7/12-82	8/12-82	9/12-82	19/12-82
pH		2,98	3,04	6,28	3,30	3,48	4,28	3,06
Konduktivitet	mS/m, 25 °C	201	191	6,10	227	213	27	213
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1120	1040	15,4	1330	1280	109	1144
Kobber	mg Cu/l	0,09	0,14	0,02	0,14	0,13	0,07	0,09
Sink	mg Zn/l	40,0	32,7	0,42	45,4	40,7	3,51	40,3
Jern	mg Fe/l	206	195	2,03	301	276	9,53	201
Bly	mg Pb/l	1,67	1,56	0,45	1,24	1,22	0,13	0,90
Kadmium	µg Cd/l	27	21	0,60	27	24	5,4	-
Aluminium	mg Al/l	-	-	0,10	10,5	9,5	1,75	-

Gruvevannet blandes i dag inn på avgangsledningen, og det er derfor usikkert hvor mye av tungmetallene i gruvevannet som tilføres vassdraget. Hensikten med å blande gruvevann og avgang er å oppnå at tungmetaller adsorberes til svovelkisen og derved minske tilførslene til vassdraget.

### 2.3 Diffuse tilførsler fra gruveområdet

Tungmetalltilførslene til Bleikvasselva kan ha flere kilder enn gruvevannet. Ut fra vår kjennskap til området i øyeblikket antas tungmetalltilførslene hovedsakelig å komme fra følgende kilder:

- Diffus overflateavrenning fra gruveområdet
- Utpumping av gruvevann gjennom den nye bilstoll. Mengde og sammensetning er ikke kjent.
- Avrenning fra avgangsdeponi
- Oksydasjon av gammel avgang i Lille Bleikvatn.

Bleikvassli Gruber har i flere år tatt prøver for kontrollanalyse ved utløpet av Lille Bleikvatn. Prøvetaking på dette sted fanger opp total avrenning fra området. I tabell 4 er samlet noen av disse kontrollanalyser som er utført ved NIVA.

### 3. KJØKKENBUKTA SOM RESIPIENT

#### 3.1 Kjøkkenbukta

Oversiktskartet, figur 6, viser at Kjøkkenbukta henger sammen med resten av Store Bleikvatn via Smalsundet, et 100 m bredt sund. Det foreligger et dybdekart over området (Røssåga kraftverk RK 17). Dette viser at det er ialt fire terskler i området mellom Kjøkkenbuktas indre basseng og Store Bleikvatn; terskelen rett nedenfor Rabliåsen, terskelen i det ytre basseng mellom øya og Rabliåsen og to terskler i Smalsundet. Av tersklene i Smalsundet er den ytre høyest og settes til kote 389. Terskelen ved Rabliåsen er avmerket som mellom 390 og 395. Senere er området flyfotografert ved lav vannstand, og figur 7 gir et utsnitt av flykartet. Av sammenlignbare avmerkinger synes flyfotoet å sette kotene ca. 3 m lavere enn hva dybdekartet angav. Figur 8 viser en dybdeprofil tegnet fra dybdekartet langs den markerte linjen på figur 7. I det følgende vil det bli referert til kotene som flyfotoet angir. Profilen viser at Kjøkkenbuktas indre basseng er omlag 40 m dypt, og det er i dette området det er aktuelt å deponere avgangen.

Flyfotoet viste at et skar i terskelen ved Rabliåsen gjør at vannstanden kommer lavere enn hva dybdekartet angav. Terskelen i Smalsundet og den indre terskel ved Rabliåsen synes således å komme på omlag samme nivå. Kjentfolk mener dog at terskelen innerst ved Rabliåsen er den høyeste. Skaret i denne terskelen er imidlertid smalt og foreslås fylt igjen. Dette vil redusere gjennomstrømningen mellom Kjøkkenbuktas indre og ytre magasin og derved bedre sedimenteringsmulighetene i Kjøkkenbukta.

På figur 8 er også vannvolumet pr. 5 m høydeforskjell angitt. Beregningene bygger på oppmåling (planimetrering) av arealet innenfor koter med 5 meters mellomrom fra dybdekartet. De enkelte arealer er benyttet som midlere grunnflate for segmenter som rekker 2,5 m lavere og 2,5 m høyere.

Under kote 385 vil Kjøkkenbuktas indre basseng ut fra disse beregningene romme  $17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Mellom den innerste terskelen ved Rabliåsen og Smalsundets ytre terskel vil volumet under den samme kote 385 være omlag  $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , og utgjør således et lite volum sammenlignet med Kjøkkenbuktas indre basseng. Imidlertid inneholder disse ytre bassengene større grunne områder.

Ved kote 387,2 (flyfoto) er arealet av hele Kjøkkenbukta omlag  $1,4 \text{ km}^2$ . Om vannstanden varierer med 15 meter gjennom året, gir dette volumendringer på  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  vann hvert år. Grovt sett betyr dette at de volumendringene som reguleringene medfører for Kjøkkenbukta, svarer til volumet av vannmagasinet under terskelnivå. Dermed blir den teoretiske oppholdstid for vannet i Kjøkkenbukta omlag 2 år.

Nedbørfeltet rundt Kjøkkenbukta utgjør ca.  $18 \text{ km}^2$ . Avrenning fra dette området vil gi et betydelig bidrag til vanngjennomstrømningen i Kjøkkenbukta.

Arealberegninger fra topografiske kart viser grovt at arealet av Kjøkkenbukta utgjør 7 % av tilhørende nedbørfelt, mens hovedbassenget for Store Bleikvatn ( $10 \text{ km}^2$ ) utgjør omlag 10 % av det tilstøtende nedbørfelt. Om våren når Bleikvatn fylles, vil vanngjennomstrømningen gjennom Smalsundet skifte retning, avhengig av de rådende lokale smelteforhold, og det er vanskelig å si hvilke strømningsforhold som vil dominere uten målinger. Når magasinet tappes gjennom reguleringen, vil vann strømme fra Kjøkkenbukta inn i Store Bleikvatn.

Fra vannstandsmålingene fra 1972 til 1982 i Store Bleikvatn er verdier omkring den 15. i hver måned plukket ut, og middelveiene for hver måned gjennom ti år er vist i figur 9. Her er også høyeste og laveste observerte vannstand pr. 15. i hver måned avmerket.

Figurene viser at variasjonene i vannstand fra år til år er minst i august-september når magasinet er nær fullt. Tappingen vinterstid begynner allerede i november og gir noe varierende vannstand fra år

til år i februar og mars. Nedtapping pågår over 6-7 måneder fra november til mai året etter, mens oppfyllingen av magasinet går raskt fra mai til juli.

### 3.2 Beskrivelse av Store Bleikvatn

Store Bleikvatn er en innsjø som i dag er regulert, og vannmassene går via tunnel til Røssvatn. Ifølge manøvrerings-reglement av 22. oktober 1965 er laveste og høyeste regulerte vannstand i Bleikvatn henholdsvis 386 m og 407,5 m, hvilket gir en maksimal reguleringsmengde på 21.5 m. Reguleringsmagasinet blir da omlag  $260 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  for Store Bleikvatn inkludert Kjøkkenbukta.

Store Bleikvatn har vært regulert i 10 år, og kraftselskapet har overdratt opplysninger om observert vannstand i dette tidsrommet. Opplysningene viser at magasinet ikke har vært utnyttet maksimalt i perioden, idet laveste observerte vannstand er på 392,1, dvs. godt over laveste tillatte nedtapping. Laveste og høyeste observerte vannstand for de 10 årene er gitt i tabell 5. Forskjellen mellom høyeste og laveste vannstand har øket gradvis fra 8,6 til 14,4 m i disse årene, hvilket innebærer at reguleringshøyden i praksis i dag er på omlag 15 meter.

Det betyr også at tersklene som skiller Kjøkkenbukta fra resten av Bleikvatn, til nå har ligget under vannspeilet. Årstidsvariasjonene er beskrevet ved figur 9 i foregående kapittel.

Tabell 5. Laveste og høyeste vannstand for årene 1972-1982 i Store Bleikvatn.

Vannstand	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Maksimum	405,8	406,2	404,6	405,6	405,8	405,9	404,9	405,8	404,9	406,5	407,2
Minimum	397,2	396,7	395,0	395,3	394,4	394,6	394,6	393,9	392,5	392,1	392,8

#### 4. KONSEKVENSER VED UTSLIPP AV FLOTASJONSAVGANG TIL KJØKKENBUKTAS DYPESTE BASSENG

##### 4.1 Fysisk-kjemiske forhold

En vurdering av hvilke konsekvenser et utslipp i Kjøkkenbukta kan få, vil måtte bygge på erfaring fra andre gruveutslipp og trekke inn lokale forhold som har betydning for Kjøkkenbuktas egnethet som resipient.

Når flotasjonsavgang deponeres under vann, vil de grovere fraksjoner sedimentere raskt. Det vil imidlertid være en liten prosent finere fraksjoner som vanskelig sedimenterer og ventelig spres i vannmassene. Selv om denne fraksjon utgjør en svært liten prosent av det totale utslipp, vil Kjøkkenbukta likevel bli preget av dette når utslippet har pågått en tid. For Kjøkkenbukta betyr det at vannet i perioder kan bli blakket, og et grått slam eller belegg kan avsettes i strandsonene, på båter og eventuelle fiskeredskaper i Kjøkkenbuktas indre basseng.

Det er derfor viktig at sedimenteringsforholdene for avgangen blir best mulig, det vil si at vanngjennomstrømning og sirkulasjon blir minst mulig. Følgelig har en også de beste erfaringer med deponier i kunstige dammer eller små, dype og lite vindeksponerte innsjøer, alle med liten vanngjennomstrømning. Kjøkkenbukta som deponeringsbasseng kommer i så måte i en mellomstilling.

Det grunne Smalsundet gjør at Kjøkkenbukta blir et basseng som er naturlig avgrenset fra resten av Store Bleikvatn.

Området mellom Kjøkkenbuktas indre basseng og Smalsundet vil kunne fungere som "sedimenteringsbasseng", hvor finere partikler vil kunne settle når Store Bleikvatn i løpet av 6-7 vinter måneder tappes ned. Etter en tid kan man derfor også forvente å finne avgangspartikler i gruntområdene i Kjøkkenbuktas ytre bassenger. Kjøkkenbukta er i praksis regulert med ca. 15 m. Dette er en ulempe fordi det innebærer en stor transport av vannmasser inn og ut av bukta, og dette gir i sin tur sannsynligvis dårligere sedimenteringsforhold enn i



ikke regulerte vann.

Når Kjøkkenbukta fylles opp i løpet av 2 måneder om våren, vil strømmingene i bukta bli relativt sterke. Hvis de innstrømmende vannmasser er tyngre (kaldere) enn vannet i Kjøkkenbukta og går inn i dyplagene, vil man kunne få en sirkulasjon med utadgående strøm med relativt partikkelholdig vann i overflaten. Det er imidlertid mest sannsynlig at vannet i deponeringsbassenget vil ha størst egenvekt, dels på grunn av lav temperatur i dyplaget og dessuten som følge av at gruvevann og avgang gir øket tetthet. Hvorledes sedimenteringsforholdene til enhver tid vil være i Kjøkkenbukta, er det derfor vanskelig å anslå, men vårmånedene kan vise seg å bli en kritisk periode. Igangsatte registreringer av temperatur på forskjellig dyp kan imidlertid gi bedre grunnlag for en slik vurdering.

Hensikten med å deponere avgang under vann er å redusere de prosesser som fører til oksydasjon av kismineraler og derved en utløsning av tungmetaller som utgjør en belastning for vassdraget. Disse prosesser krever vekslende tilgang på luft og fuktighet.

Fra andre deponeringsområder her i landet har man gode erfaringer m.h.t. tungmetallutløsning ved deponering under vann. Dersom deponering av avgang i Kjøkkenbukta fører til at større mengder kismaterialer avsettes i strandsonen, kan slik oksydasjon foregå i områder som tørrlegges når Store Bleikvatn tappes ned. Dette kan gi seg synlige utslag i at eventuelle belegg i strandsonen får en rødbrun fargetone. Den kjemiske belastning dette gir for vannmagasinet, vil imidlertid bli liten sammenlignet med selve deponeringen.

Erfaringer fra andre deponeringsområder viser at det nettopp er partikkeltransport på grunn av dårlige sedimenteringsbetingelser som skaper konflikter mellom brukere som ønsker å beholde et upåvirket vassdrag, og gruveselskapet. I et slikt deponeringsområde hvor det i dag pågår

deponering (Huddingsvatn - Grong Gruber), har det vist seg at selv transport av meget beskjedne mengder avgangspartikler i forhold til totalt deponert mengde, har ført til negative effekter.

I Kjøkkenbukta vil også den kjemiske vannkvalitet endre seg ved en eventuell deponering av avgang, idet bukta vil bli tilført oppløste komponenter fra oppredningsprosessen og fra selve gruvevannet. Gruvevannet vil sannsynligvis av SFT bli forlangt blandet inn i avgangen for å adsorbere tungmetallene til svovelkisen. Det ble i denne forbindelse utført noen forsøk med en slik innblanding høsten 1982. Resultatene fra disse forsøk var imidlertid vanskelige å tolke, sannsynligvis på grunn av store usikkerheter ved mengdemålingene, men det synes som om det var vanskeligst å få en god adsorpsjon av sink.

Ut fra en samlet vurdering av de fysisk-kjemiske forhold i Kjøkkenbukta må en regne med at vannkvaliteten blir av en slik art at den ikke lenger er egnet som drikkevannskilde.

#### 4.2 Biologiske forhold

De biologiske forhold i Kjøkkenbukta og Store Bleikvatn er lite kjent. Innsjøsystemet er kraftig regulert, og det er så vidt en vet ikke foretatt noen fullstendig undersøkelse av innsjøen etter reguleringen. Det drives i dag et visst sportsfiske etter ørret og røye i innsjøen. Av nevnte grunner er det vanskelig på forhånd å forutsi hvilke effekter en deponering i Kjøkkenbukta vil gi på biologiske forhold i vassdraget.

Erfaringer fra andre deponeringsområder viser at det er vanskelig å kombinere et ønske om en god fiskebestand samtidig som innsjøen mottar store mengder flotasjonsavgang. Det har vist seg at selv tilførsler av relativt beskjedne mengder avgangspartikler har ført til at fiskens næringsgrunnlag blir svekket, og dette er den mest sannsynlige årsak til at fisket har gått sterkt tilbake i avgangsbelastede områder. En må derfor regne med at en eventuell fiskebestand i Kjøkkenbukta vil bli sterkt skadelidende ved deponering av flotasjonsavgang.

Eventuelle biologiske effekter i Store Bleikvatn vil være avhengig av hvor godt avgangen sedimenterer i Kjøkkenbukta. For å kunne si noe om eventuelle effekter i Store Bleikvatn er det nødvendig å følge opp utviklingen med et kontrollprogram.

#### 4.3. Mulighetene for spredning av avgangspartikler videre i systemet.

Som tidligere nevnt er det vanskelig å vurdere hvor god sedimenteringen i Kjøkkenbukta vil bli. Under alle omstendigheter må en regne med at avgang, i alle fall i perioder, vil bli transportert ut av Kjøkkenbukta og inn i Store Bleikvatn. Mengde og partikkelfordeling vil avhenge av hvor godt tersklene i Kjøkkenbukta hindrer transport ut av bukta.

Med den nåværende produksjon antas det at eventuelle skadevirkninger som måtte oppstå dersom sedimenteringen går meget dårlig, vil begrense seg til Store Bleikvatn, da fortykningseffekten her er meget stor.

Ved eventuell økning av produksjonen må de erfaringer som innhentes med den nåværende produksjon, vurderes med tanke på mulige tiltak for å bedre sedimenteringsforholdene.

Store Bleikvatn tappes via tunnel under vannspeilet i den enden som er lengst unna Kjøkkenbukta. Dette gir en god innblanding av vannet fra Kjøkkenbukta i Store Bleikvatn. En påvirkning av Røssvatn på grunn av avgangsdeponering i Kjøkkenbukta virker derfor lite sannsynlig.

Hvis det skulle vise seg at partikkeltransporten i systemet overskrider det som er akseptabelt, er det mulig å sette inn ekstraordinære tiltak i Kjøkkenbukta. Grovt skissert innebærer dette at de naturlige tersklene blir påbygget og utbedret, slik at vanngjennomstrømningen blir forhindret. Mer drastiske alternativer innebærer bygging av avskjærende dammer for å begrense svingningene i vannstand. Dette er imidlertid kostbare inngrep som må vurderes ut fra en aktuell situasjon, og krever bedre kjennskap til strømningsforholdene i Kjøkkenbukta. Dersom partikkeltransport blir et problem under spesielle hydrologiske forhold, kan det også vurderes å begrense utslippet i denne perioden.

## 5. ALTERNATIVE DEPONERINGSOMRÅDER

Statens forurensningstilsyn har bedt Bleikvassli Gruber om å utrede andre deponeringsalternativer enn Kjøkkenbukta. Vi vil kort bare nevne disse her. Etter ønske fra arbeiderforeningen ved Bleikvassli Gruber vil vi vurdere deres alternativ, som innebærer en deponering på land i et myrområde ved Bleikvassfossen.

### 5.1 Deponering på Bleikvassfossen

Bleikvassfossen er et myrområde som er ca. 1 km<sup>2</sup> stort. Hvor mye som i praksis kan utnyttes som deponeringsområde, er usikkert, men for å få en oversikt over størrelsesorden kan en som regneeksempel benytte følgende tall:

Areal:	1 km <sup>2</sup>
Avgangsmengde:	200.000 tonn = 140.000 m <sup>3</sup> /år

Med en slik produksjon vil det ta ca. 14 år å fylle opp området 2 m.

Vi vil her ikke ta stilling til hvordan en slik deponering teknisk skal gjennomføres, men vi vil peke på noen tekniske forhold det må tas hensyn til:

- Transport av avgangspartikler ut i vassdraget må unngås. Slamavvanningen må derfor gjøres meget effektiv.
- Erosjon må forhindres. Deponiet må derfor overdekkes.
- Surt grunnvann (myrvann) må hindres fra å trenge gjennom deponiet.

Ved siden av en del tekniske krav som må oppfylles, vil vi peke på en del viktige kjemiske forhold vedrørende deponering på land.

I områder hvor kisholdig avgang eller gråberg er lagret på land, forekommer ofte vannforurensninger på grunn av avrenning av surt, tungmetallholdig vann fra deponeringsområdet. Forsuringen har både

bakteriologiske og kjemiske årsaker. I slikt surt vann er alltid bakterier, som kan omsette svovel i kismineraler til svovelsyre, tilstede. Bakterieveksten kan bli meget sterk under gunstige betingelser som rik tilgang på vann og luft. Under slike prosesser produseres svovelsyre, avrenningen får lav pH og metaller løses ut.

Økt syreproduksjon fører igjen til økt metallutløsning, slik at når forsurningsprosessene først er i gang, vil tungmetallutløsning øke meget raskt, dersom ikke redusert tilgang på luft og vann bremser prosessene.

Ved deponering i et fuktig myrområde hvor grunnvannet dessuten er surt, vil eventuelle forsurningsprosesser ha gunstige betingelser. Riktignok kan prosessene bremses ved å foreta drenering, overdekking, kalking osv., men det vil likevel være usikkert hvilken effekt slike tiltak vil ha. Det er mulig at en ved å foreta nødvendige tiltak kan holde forsurningsprosessene under kontroll så lenge gruva er i drift. Situasjonen kan imidlertid bli mer bekymringsfull etter en eventuell nedlegging. Erfaringer fra andre områder har vist at det både er meget vanskelig og kostbart å foreta effektive tiltak for å redusere slik tungmetallutløsning, hvis prosessen først er i gang. En bør derfor bruke de erfaringer en har i dag, i planleggingen av nye deponeringsområder for å unngå fare for tungmetallutløsning.

Det er særlig fare for forsurningsprosesser som kan oppstå på lang sikt, som gjør at deponering på Bleikvassforsen ikke kan anbefales.

## 5.2 Påbygging av eksisterende dam.

Bleikvassli utreder hvilke muligheter dette alternativ gir. Foreløpige opplysninger viser at volumene vil bli forholdsvis beskjedne, slik at alternativet ikke løser de langsiktige behov.

## 5.3 Bygging av ny slamdam andre steder

Terrengets beskaffenhet er av en slik art at det skal meget store steinmengder til for å bygge dammer andre steder som løser langsiktige

deponeringsbehov. Gruva har heller ikke slike gråbergmengder disponible.

## 6. FORHOLDENE I BLEIKVASSELVA ETTER OMLEGGING

De fysisk-kjemiske forholdene i vassdraget fra Bleikvasslia til samløp med Røssåga er godt kjent fra kontrollprøver tatt av Bleikvassli Gruber. De biologiske forholdene er lite kjent, bortsett fra at det foregår et godt fiske i elva etter samløp med Røssåga.

Ut fra metallkonsentrasjonene ved utløp av Lille Bleikvatn antas det at Bleikvasselva er død eller fattig på liv på strekningen ned til samløp med Røssåga. For å sikre at forholdene ikke blir verre etter ombygging, er det viktig at følgende tiltak iverksettes:

- Alt surt gruvevann må innblandes i avgangen som føres til Kjøkkenbukta for å oppnå at tungmetallene adsorberes til svovelkisen.
- Det må holdes et vannspeil over den nåværende avgangsdam for å forhindre oksydasjon av kis.
- Det må fortsatt føres kontroll med avrenningen fra området. Ved forverring av situasjonen må tiltak iverksettes.

Det naturlige nedbørfeltet til Lille Bleikvatn når Store Bleikvatn er regulert under 407,5 m, er svært lite, omlag 2 km<sup>2</sup>. For å opprettholde vannspeilet over nåværende deponi kan eventuelt vann tas fra Kjøkkenbukta.

## 7. ORIENTERENDE UNDERSØKELSER

Det må utføres biologiske og fysisk-kjemiske undersøkelser av Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn og vassdraget fra Bleikvasslia til Røssåga for å dokumentere tilstanden før ombygging finner sted. Resultatene skal danne grunnlag for å vurdere eventuelle effekter etter ombygging.

I Kjøkkenbukta/Store Bleikvatn bør det gjøres undersøkelser av fisk, bunndyr, plante- og dyreplankton ved en del lokaliteter.

I tillegg til bestemmelse av vekt og kondisjon bør det også foretas undersøkelse av fiskens tungmetallinnhold før eventuelle utslipp begynner.

De fysisk-kjemiske undersøkelsene bør omfatte temperatur- og siktedyps-målinger ved 4 stasjoner i Kjøkkenbukta og Store Bleikvatn og prøvetakinger for analyse av generell vannkvalitet med spesiell vekt på tungmetallinnhold. Det bør også velges ut noen referansestasjoner for sedimentprøvetaking. Analyse av sedimentprøver vil danne et viktig grunnlag for å vurdere spredning av avgangsslam senere. Det bør også tas prøve av bunndyrsamfunnet i Smalbukta. Det bør likeledes velges ut noen målepunkter for undersøkelse av biologiske og fysisk-kjemiske forhold i vassdraget nedenfor eksisterende deponi fra Bleikvasslia til etter samløp med Røssåga.

Etter at resultater fra den orienterende undersøkelse er vurdert, bør det utarbeides et kontrollprogram for rutinemessige undersøkelser for å følge utviklingen i vassdraget.

## 8. SAMLET VURDERING - KONKLUSJONER

Erfaringer fra andre steder viser at deponering av avgang fra flotasjon av kisminerale gir minst miljøbelastning ved deponering under vann i slamdam med liten vanngjennomstrømming. Denne rapport vurderer hvilke miljøkonsekvenser de ulike foreslåtte alternative deponeringsløsninger gir og prøver å holde disse opp mot hverandre.

En deponering i Kjøkkenbukta er ingen ideell løsning, fordi reguleringen av vannspeilet gir en relativt stor årlig vannutskiftning. Imidlertid er Kjøkkenbukta naturlig atskilt fra Store Bleikvatn ved Smalsundet, og mellom buktas indre basseng og dette smale området ligger flere mindre bassenger og terskler under vannspeilet. Dette er geografiske

forhold som synes gunstige for en sedimentering av avgang i Kjøkkenbukta. Deponering i Kjøkkenbukta må derfor kunne anses som en realistisk løsning under forutsetning av

- at det opprettes et måleprogram, slik at eventuelle uheldige effekter kan registreres og vurderes på et så tidlig tidspunkt som mulig.
- og at ekstraordinære tiltak må igangsettes dersom forholdene skulle bli dårligere enn antatt.

Av mulige tiltak for å bedre deponeringsforholdene kan nevnes utbygging og forbedring av de naturlige tersklene i systemet. Skulle en eventuell partikkeltransport være begrenset til bestemte hydrologiske forhold, må det utredes om utslippet kan reduseres i slike perioder.

Muligheten for alvorlige miljøproblemer på grunn av kjemiske reaksjoner når avgang deponeres i myr, er tilstede. Dette gjør at en slik løsning ikke kan anbefales under de rådende forhold. Påbygging av eksisterende damanlegg synes i dag nødvendig for å sikre opprettholdelsen av et damspeil over eksisterende deponi. Dette vil imidlertid ifølge gruvas beregninger ikke gi store nye deponeringsvolumer. En dam i nedre del av Lille Bleikvatn vil sannsynligvis kunne fungere som avgangsdeponi uten at dette gir en betydelig ytterligere forverring av forurensnings-situasjonen i Bleikvasselva.

En slik løsning vil imidlertid gi begrensede deponeringsmuligheter, idet den prosjekterte dam vil være full etter 6 år ifølge gruvas tekniske utredninger.

I rapporten er ikke tekniske løsninger vedrørende deponeringsanordning trukket inn. Vi vil imidlertid påpeke at en god teknisk løsning også er avgjørende for å hindre skadevirkningen i resipienten.



9. REFERANSER

NIVA, 1978. Sedimenteringshastighet til suspensjoner. Metodikk og databehandling. Saksbehandler: Ø. Tryland.

McLaughlin, R.T. jr., 1959. Jour. of the hydraulics division, ASCE, Vol. 83, No. HY12, Proc. Paper 2311, Dec., pp. 9-14.

NIVA, 1970-1982. Grong Gruber A/S. Kontrollundersøkelser i vassdrag. Årsrapporter. Magne Grande m.fl.

1 % suspensjon

SEDIMENTERINGSHASTIGHETS-KURVER (W)

SIGN	DYP CM	TID MINUTTER	AREAL	STOFF- KONS.	W CM/MIN	
A	10.0	5.0	5250.	1050.	0.28	
		8.0	4380.	876.	0.28	
		12.0	3550.	710.	0.21	
		20.0	2550.	510.	0.11	
		40.0	1925.	385.	0.08	
		60.0	1300.	260.	0.05	
		120.0	950.	190.	0.02	
		240.0	650.	130.	0.00	
		800.0	557.	111.	0.00	
		30.0	28850.	1310.	1.05	
B	30.0	5.0	24740.	1160.	1.02	
		8.0	20570.	992.	0.83	
		12.0	14850.	720.	0.45	
		20.0	11475.	570.	0.30	
		40.0	8100.	420.	0.17	
		60.0	5750.	290.	0.09	
		120.0	3650.	170.	0.02	
		240.0	2950.	128.	0.01	
		800.0	59350.	1740.	1.56	
		50.0	51220.	1488.	1.59	
C	50.0	5.0	42810.	1232.	1.38	
		8.0	30650.	860.	0.76	
		12.0	24025.	685.	0.50	
		20.0	17200.	490.	0.31	
		40.0	11750.	310.	0.17	
		60.0	7650.	230.	0.04	
		120.0	5830.	160.	0.02	
		240.0	95150.	1840.	2.34	
		800.0	82220.	1612.	2.32	
		70.0	68970.	1384.	1.91	
D	70.0	5.0	50450.	1080.	0.99	
		8.0	38975.	810.	0.71	
		12.0	27500.	540.	0.47	
		20.0	18550.	370.	0.23	
		40.0	12350.	240.	0.06	
		60.0	9130.	170.	0.03	
		120.0	132450.	1890.	2.99	
		240.0	115500.	1716.	2.87	
		800.0	97950.	1514.	2.34	
		90.0	72950.	1170.	1.28	
E	90.0	5.0	56025.	805.	0.95	
		8.0	39100.	620.	0.60	
		12.0	26150.	390.	0.31	
		20.0	17150.	240.	0.08	
		40.0	12577.	175.	0.05	
		60.0				
		120.0				
		240.0				
		800.0				
		350.0				

5 % suspensjon

SEDIMENTERINGSHASTIGHETS-KURVER (W)

SIGN	DYP CM	TID MINUTTER	AREAL	STOFF- KONS.	W CM/MIN	
A	10.0	5.0	20000.	4000.	0.67	
		8.0	11960.	2392.	0.83	
		12.0	6110.	1222.	0.53	
		20.0	4150.	820.	0.13	
		40.0	3025.	605.	0.09	
		60.0	1900.	380.	0.06	
		120.0	1250.	250.	0.02	
		240.0	950.	190.	0.01	
		350.0	767.	153.	0.01	
		30.0	123300.	6330.	2.03	
B	30.0	5.0	64840.	4896.	2.09	
		8.0	51790.	3346.	1.56	
		12.0	22150.	970.	1.32	
		20.0	16025.	695.	0.44	
		40.0	9900.	420.	0.27	
		60.0	6850.	310.	0.09	
		120.0	4950.	210.	0.06	
		240.0	3850.	155.	0.06	
		350.0	258500.	7190.	2.86	
		50.0	196880.	6308.	2.82	
C	50.0	5.0	134110.	4886.	2.55	
		8.0	47350.	1950.	2.33	
		12.0	32925.	995.	0.72	
		20.0	18500.	440.	0.56	
		40.0	13250.	330.	0.16	
		60.0	9250.	220.	0.12	
		120.0	7050.	165.	0.12	
		240.0	406900.	7650.	3.38	
		350.0	329260.	6930.	3.41	
		70.0	241590.	5862.	3.20	
D	70.0	5.0	97950.	3510.	1.82	
		8.0	63175.	2030.	0.86	
		12.0	28400.	550.	0.99	
		20.0	19750.	320.	0.25	
		40.0	13850.	240.	0.17	
		60.0	10275.	158.	0.21	
		120.0	561200.	7780.	4.07	
		240.0	466160.	6760.	4.27	
		350.0	359150.	5894.	3.98	
		90.0	184550.	5150.	1.71	
E	90.0	5.0	112175.	2870.	1.26	
		8.0	39800.	590.	1.82	
		12.0	26450.	350.	0.34	
		20.0	18650.	240.	0.24	
		40.0	13425.	158.	0.30	
		60.0				
		120.0				
		240.0				
		350.0				
		350.0				

Tabell 1.

5 % suspensjon

UTSKRIFT AV RÅDATA:

UTTAK:	1							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	360.0	
DYP (CM):	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
KONS. (MG/LITER):	4000.0	1320.0	830.0	380.0	250.0	190.0	150.0	
UTTAK:	2							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	360.0	
DYP (CM):	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
KONS. (MG/LITER):	6330.0	3940.0	970.0	420.0	310.0	210.0	150.0	
UTTAK:	3							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	360.0	
DYP (CM):	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
KONS. (MG/LITER):	7190.0	5720.0	1550.0	440.0	330.0	220.0	160.0	
UTTAK:	4							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	360.0	
DYP (CM):	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	
KONS. (MG/LITER):	7650.0	6450.0	3510.0	550.0	320.0	240.0	150.0	
UTTAK:	5							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	360.0	
DYP (CM):	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
KONS. (MG/LITER):	7780.0	6080.0	5150.0	590.0	350.0	240.0	150.0	

Tabell 2.

1 % suspensjon

UTSKRIFT AV RÅDATA:

UTTAK:	1							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	1440.0	
DYP (CM):	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
KONS. (MG/LITER):	1050.0	760.0	510.0	260.0	190.0	130.0	90.0	
UTTAK:	2							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	1440.0	
DYP (CM):	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
KONS. (MG/LITER):	1310.0	1060.0	720.0	420.0	290.0	170.0	80.0	
UTTAK:	3							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	1440.0	
DYP (CM):	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
KONS. (MG/LITER):	1740.0	1320.0	880.0	490.0	310.0	230.0	80.0	
UTTAK:	4							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	1440.0	
DYP (CM):	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	
KONS. (MG/LITER):	1840.0	1460.0	1080.0	540.0	370.0	240.0	90.0	
UTTAK:	5							
TID (MINUTTER):	5.0	10.0	20.0	60.0	120.0	240.0	1440.0	
DYP (CM):	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
KONS. (MG/LITER):	1890.0	1600.0	1170.0	620.0	390.0	240.0	100.0	

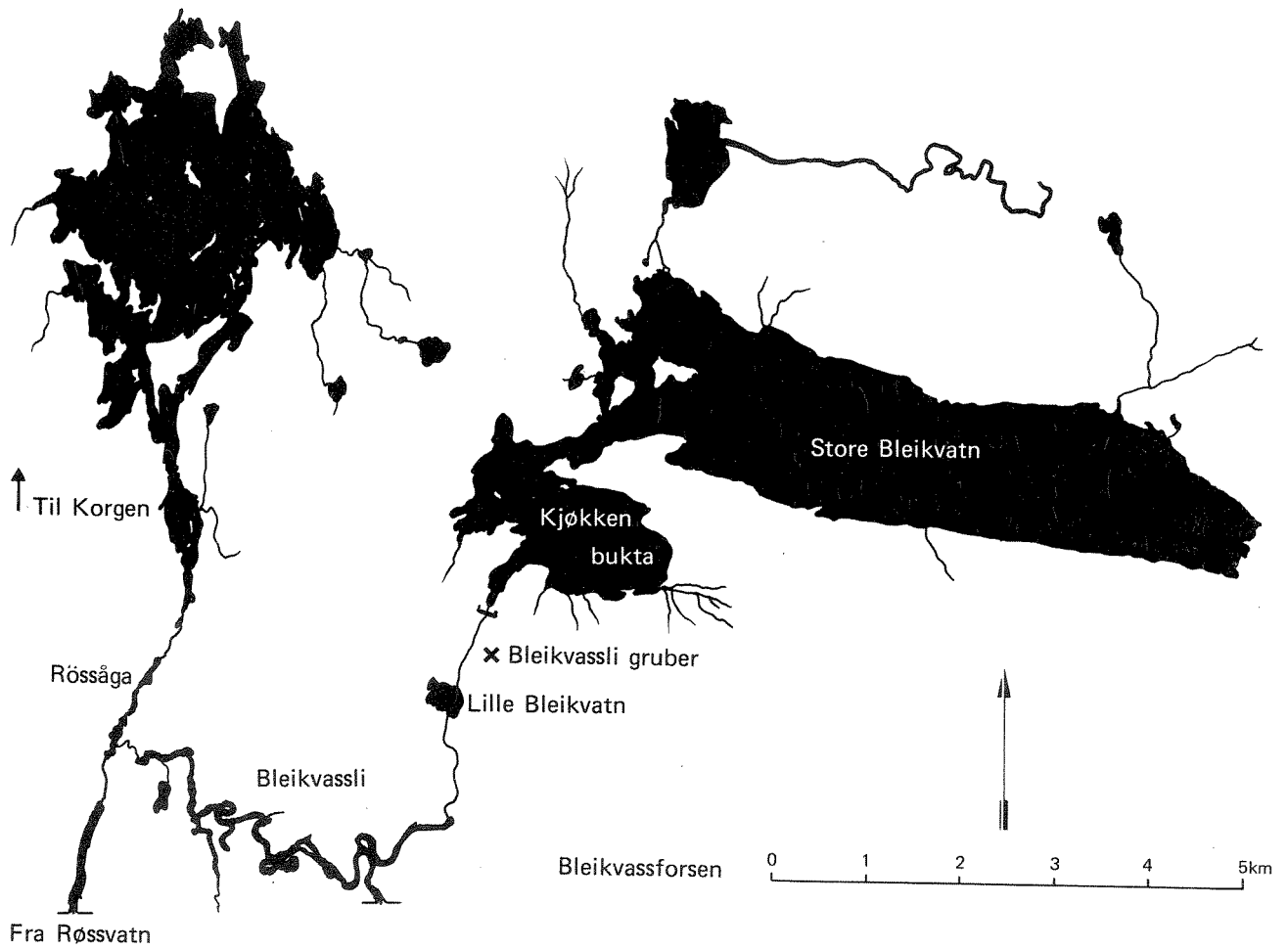


Fig. 1. Kart over Bleikvassli-området.

Fig. 2. SEDIMENTERINGSHASTIGHETS-KURVER (W) 5 % suspensjon.

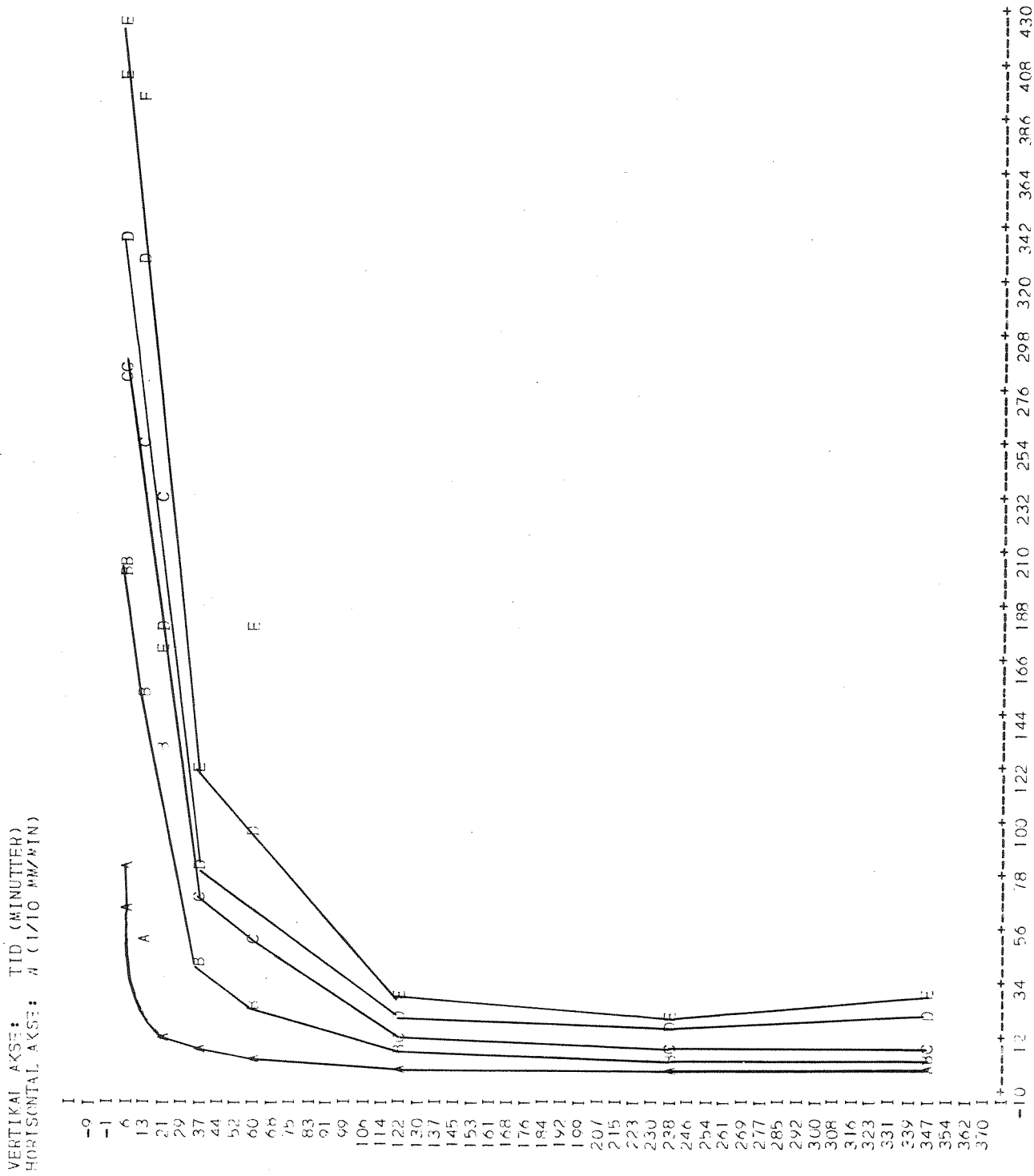


Fig. 3. SEDIMENTERINGSKASTIÖHETS-KURVER (W) 1 % suspensjon.

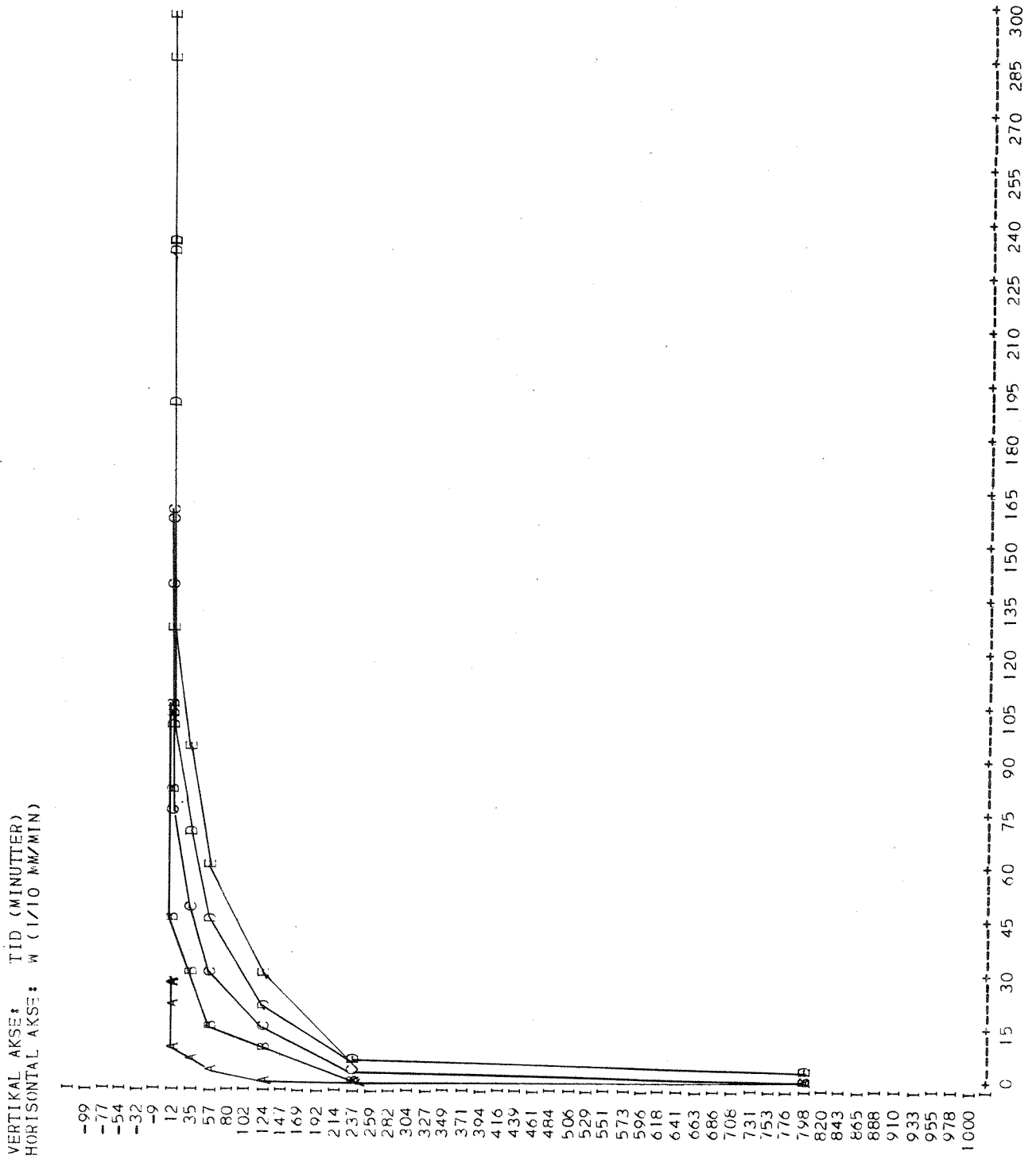


Fig. 4. Undersøkelser med elektronmikroskop.

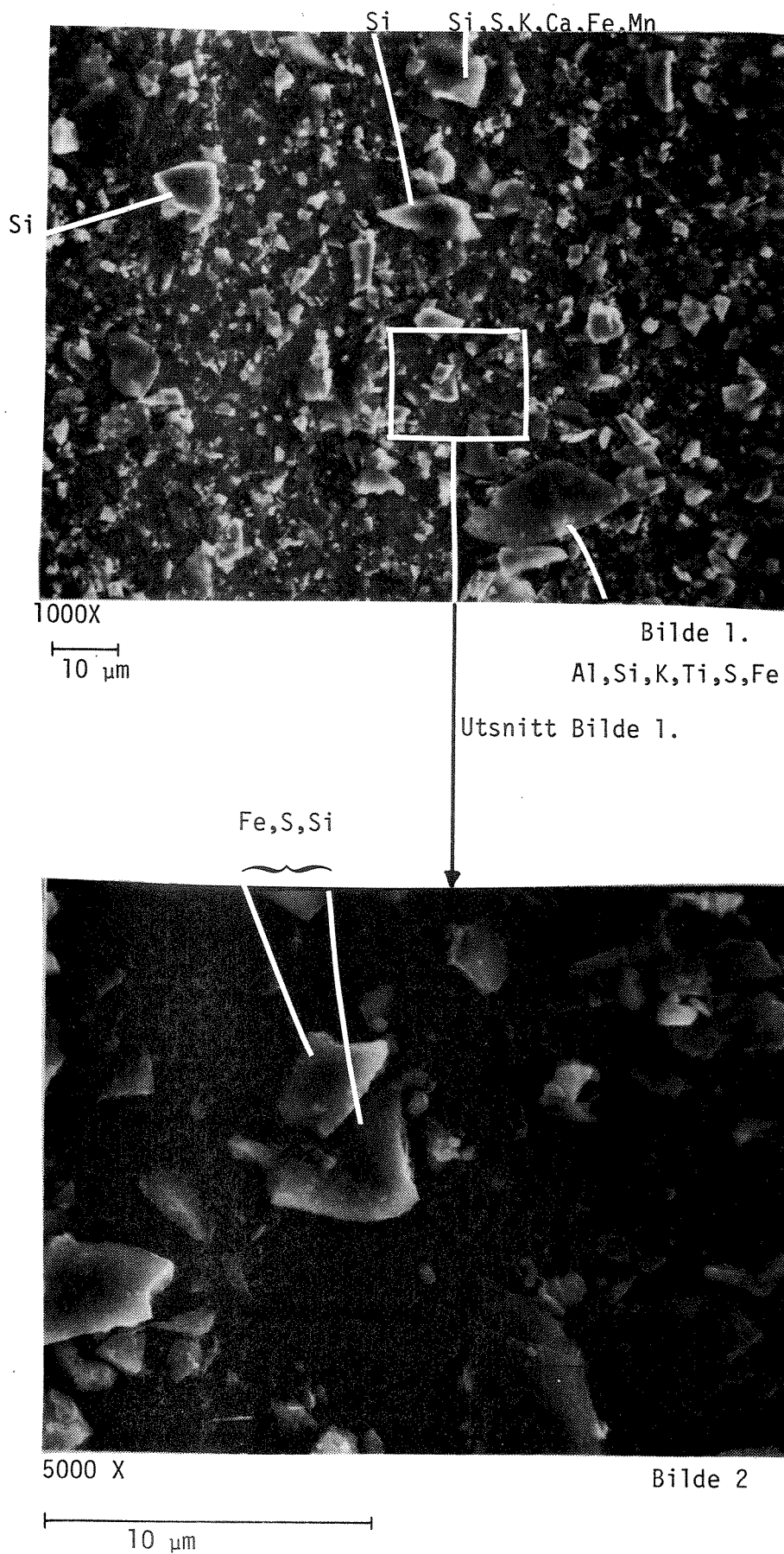
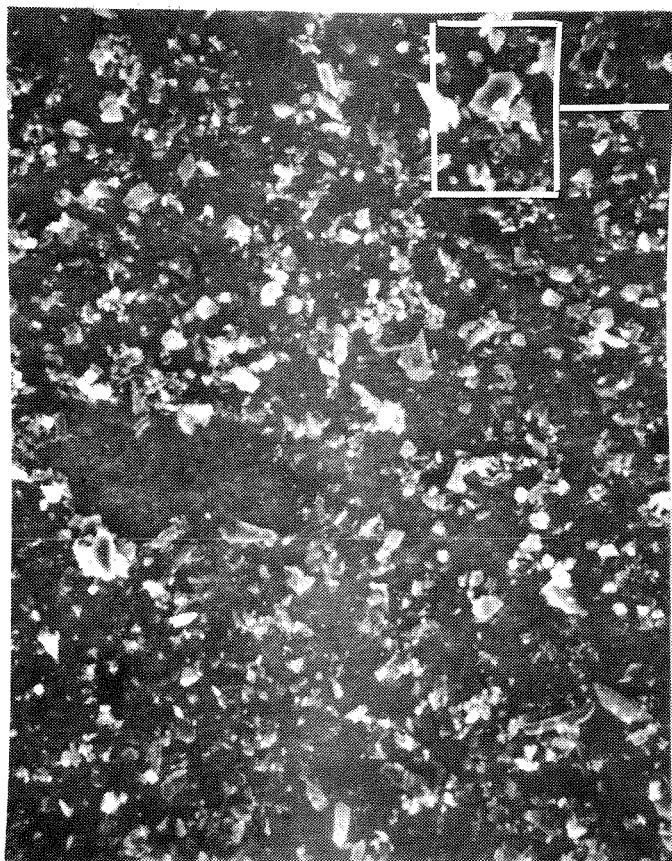


Fig. 5. Undersøkelser med elektronmikroskop.



1000X

10  $\mu$ m

Bilde 3



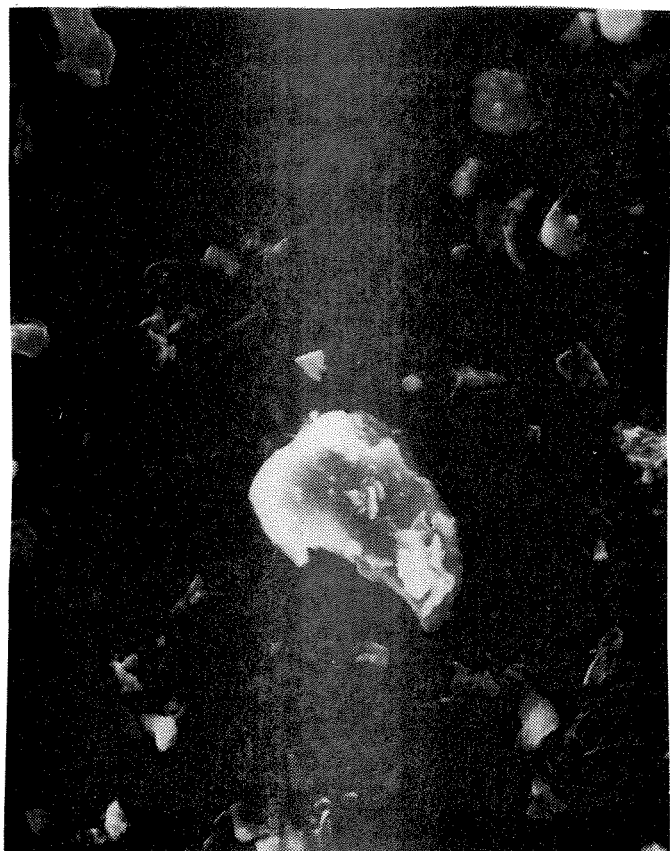
Ca, Si, K

Si 5000X

Si, S, K, Ca, Fe

10  $\mu$ m

Bilde 4



5000X

10  $\mu$ m

Bilde 5



```

=====
NIVA *
*
* TABELL NR.: 4
*
*
* SEKIND
*
* =====
* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
*
* PROSJEKT:
*
* STASJON: ST.3 UTLØP LILLE BLEIKVATN
*
*
* DATO: 23 FEB 83
*
=====

```

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MIS/CM	TURB FTU	SO4 MG/L	HG MIK/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L
741101	4.41	410.	1.40	220.		60.0	4.30	8.50	0.000	8.50
741217	4.01	522.	5.50	220.		200.	3.80	4.60	0.000	5.90
750418	4.27	458.	19.0	230.		14.0	5.30	6.30	0.003	5.30
750530	6.35	178.	5.10	70.0		30.0	2.30	2.00	0.012	4.00
751108	5.47	253.	6.50	130.		53.0	3.50	6.30	0.008	5.50
780508					0.010	31.0	4.40	4.10	0.012	3.50
821218	4.98	313.		128.		64.0	0.800		0.044	5.16

```

=====

```

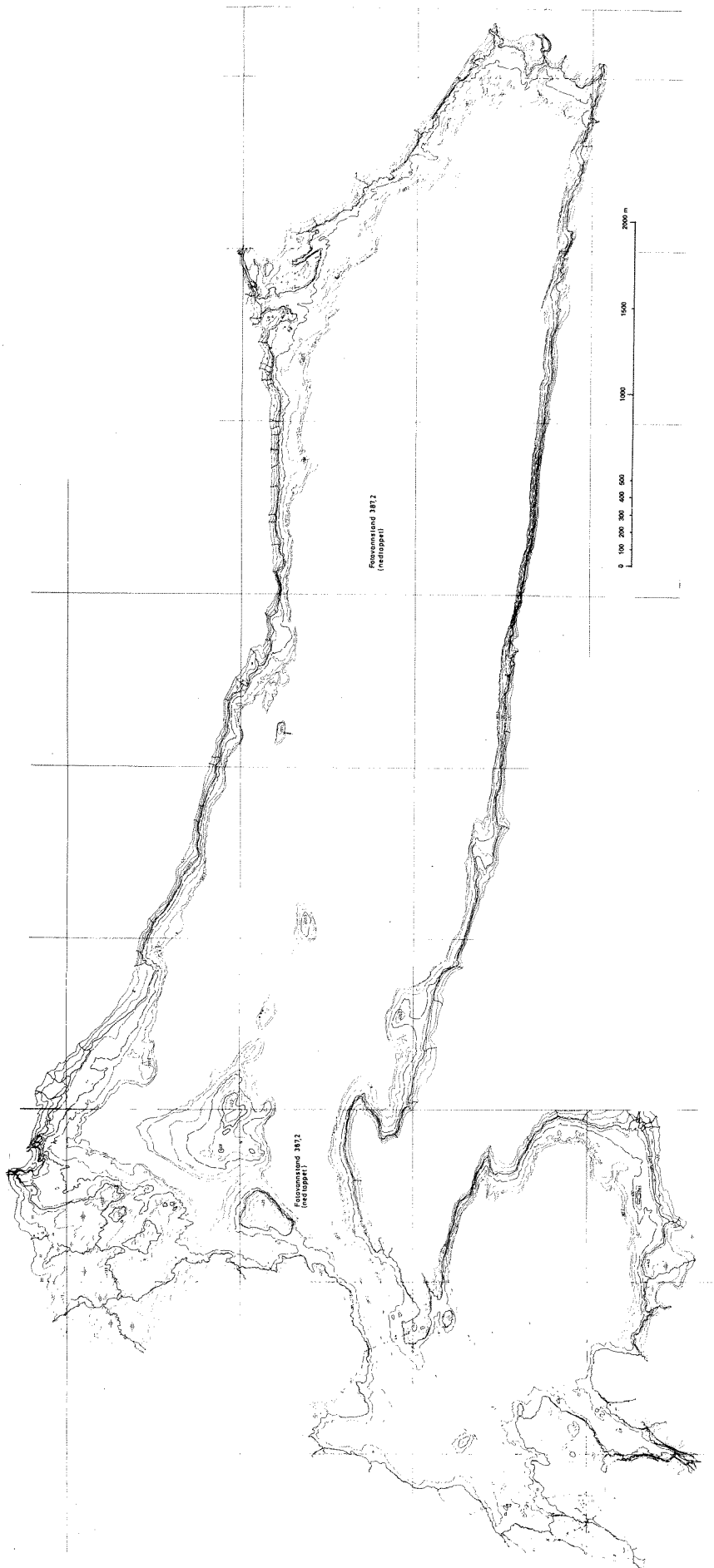


Fig. 6. Kartskisse av Kjøkkenbukta og Store Bleikvatn.

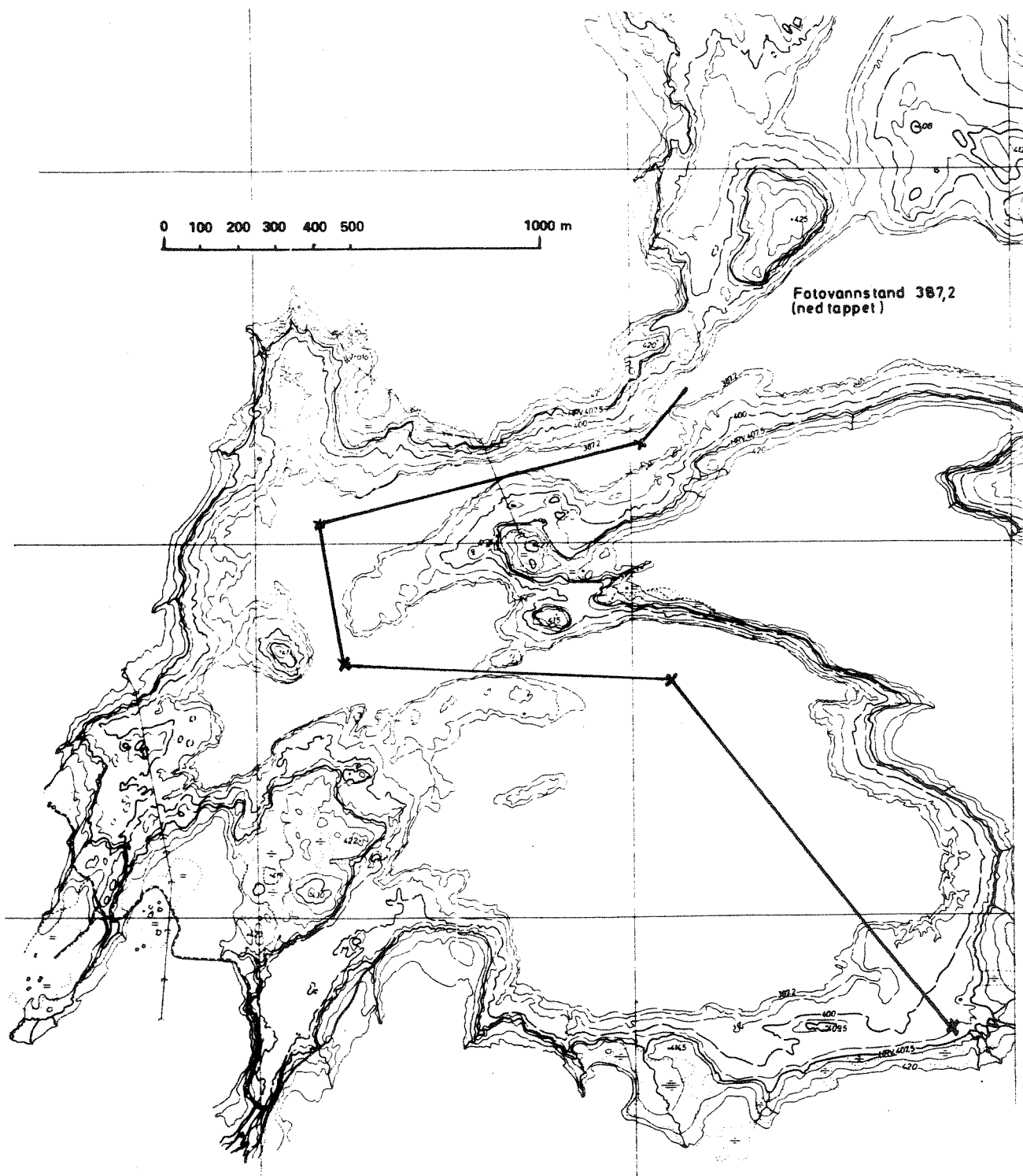


Fig. 7. Kjøkkenbukta.

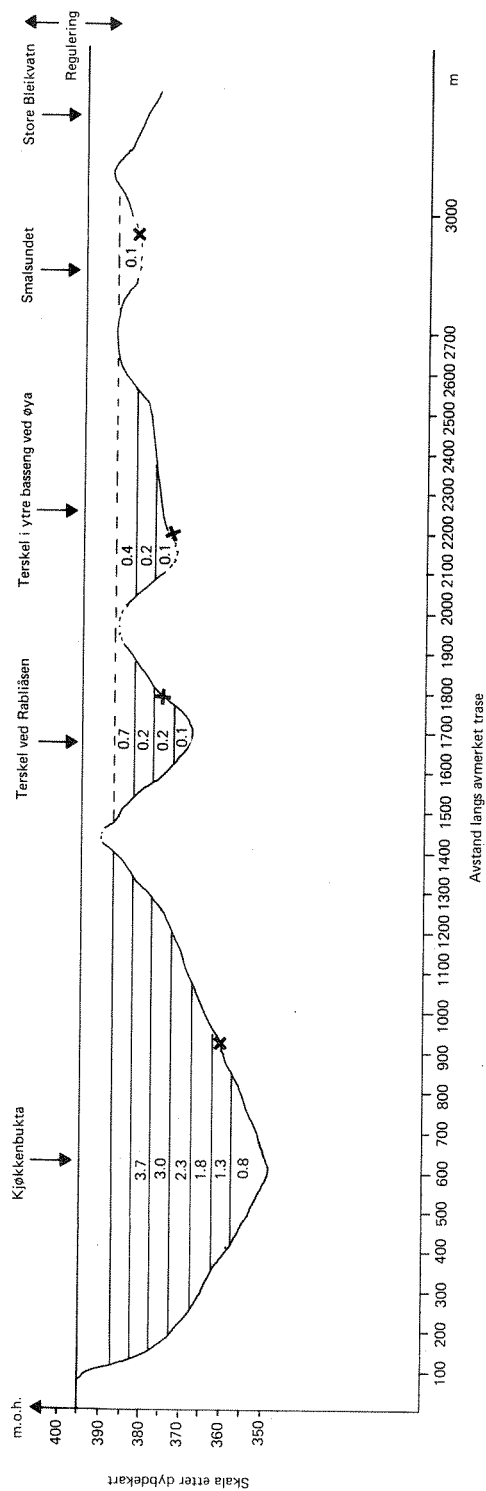


Fig. 8. Dybdeprofil gjennom Kjøkkenbukta. Kryssene refererer seg til knekkpunktene på skjæringslinjen avmerket på figur 7. Tallene for de forskjellige vannlag angir volumet i  $10^6 \text{ m}^3$  av de enkelte segmenter. Volumberegningene er gjort ut fra dybdekartets koter, og høyde over havet er deretter justert etter flyfoto-kart.

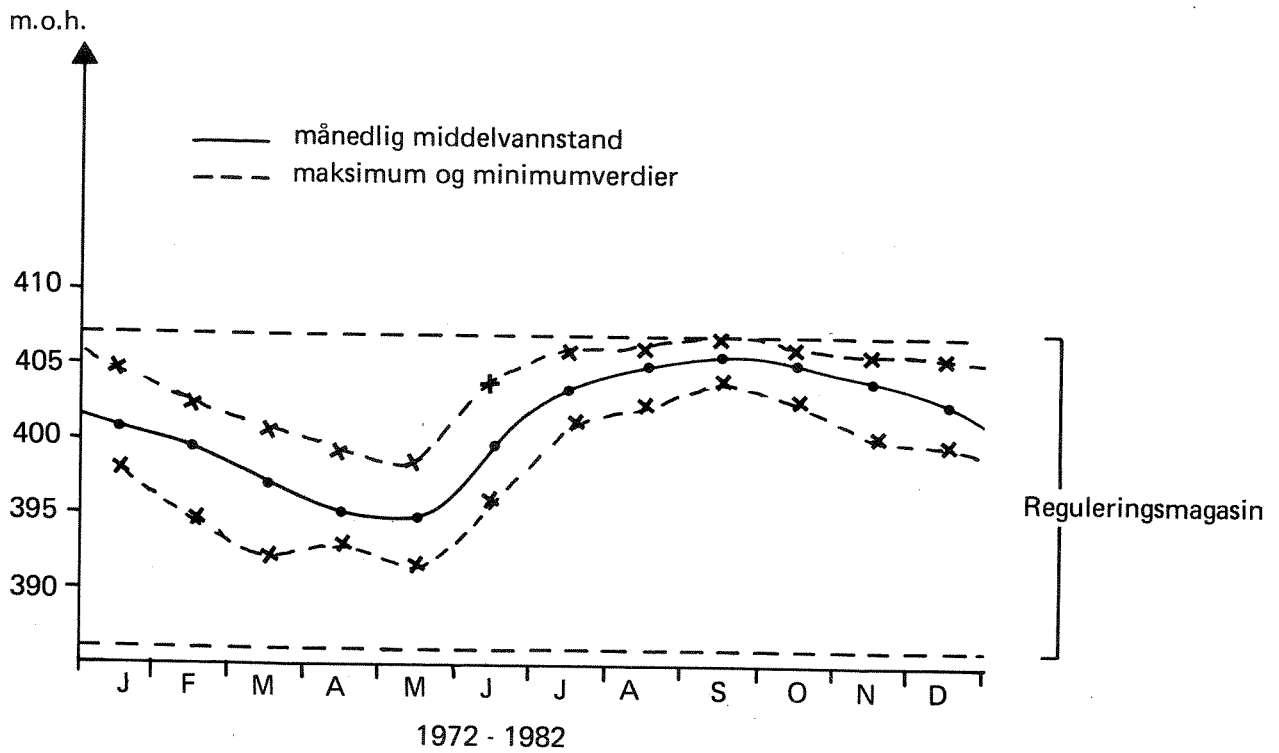


Fig. 9. Midlere vannstand pr. den femtende i hver måned for observasjoner gjennom 10 år. Tilhørende laveste og høyeste observerte vannstand er også avmerket.