



Bergvesenet rapport nr 7366	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Grong Gruber AS	Ekstern rapport nr Miljøplan 48-83	Oversendt fra Grong Gruber a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Rapport fra pilotundersøkelser vedrørende flokkulering og deponering av avgang.

Forfatter

Rosendal Arne

Dato År

20.11 1985

Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Grong Gruber AS

Kommune

Røyrvik

Fylke

Nord-Trøndelag

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

19241

1: 250 000 kartblad

Mosjøen

Fagområde

Oppredning

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Jomaforkomsten

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Cu, Zn, Py

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Utgangspunktet for undersøkelsene var å forbedre forholdene ved deponering av avgangsmassene i Ø.

Huddingsvatn. Det ble utført 15 ulike flokkulerings- og deponeringsforsøk i pilotskala.

Forut for pilotforsøkene ble utført løbtester, såkalte Jartester der grovt materiale ble utskilt ved sedimentering.

Rapporten gir innspill til hvordan utslippsarrangementet skal utføres og hvor oseringsstedet bør legges (etter avgangstransporten og nært utslippstedet).

Det er ikke dokumentert en fullgod løsning for deponering av en total avgangsmasse, men resultatene gir grunnlag for å prosjektere en tilfredsstillende løsning.

Som middel ble benyttet Separan AP 45 og Magnafloc 292.

GRONG GRUBER A/S

**RAPPORT FRA PILOTUNDERSØKELSER
VEDRØRENDE FLOKKULERING
OG DEPONERING AV AVGANG**

NOVEMBER 1985

Miljøplan

KJØRBOVEIEN 23
1300 SANDVIKA
TLF. 02-54 71 70

GRONG GRUBER A/S

**RAPPORT FRA PILOTUNDERSØKELSER
VEDRØRENDE FLOKKULERING
OG DEPONERING AV AVGANG**

NOVEMBER 1985

Miljøplan

KJØRBOVEIEN 23
1300 SANDVIKA
TLF. 02-54 71 70

A/S MILJØPLAN

FORORD

Etterfølgende rapport vedrørende pilotundersøkelser om flokkulering og deponering av avgangsmasser fra Grong Gruber A/S er utarbeidet av A/S Miljøplan. Undersøkelsene er utført i henhold til bestilling fra Grong Gruber datert 29. oktober 1984 basert på forslag til utførelse av slike undersøkelser fra Miljøplan, datert 28. september samme år.

I alt er det utført 15 ulike flokkulerings- og deponeringsforsøk i pilotskala ved bedriften. Undersøkelsene er utført i to perioder. Forsøk 1-6 ble utført i begynnelsen av juli, forsøk 7-15 i begynnelsen av september 1985. Som bakgrunn for og parallelt med gjennomføring av pilotforsøkene, har det vært utført undersøkelser i laboratorieskala, såkalte jartester.

Alle analyser av prøver i forbindelse med prosjektet er utført ved Norsk institutt for vannforskning.

Undersøkelsene har vært utført i nær kontakt med Grong Gruber A/S. Bedriftens ansvarlige kontaktperson for prosjektet har vært oppredningssjef O.F. Graff. Dessuten har K. Skålvoll bidratt med tilrettelegging og gjennomføring av undersøkelsen og P. Pedersen har deltatt ved gjennomføring av de fleste forsøkene.

Sandvika, 20. november 1985

A/S MILJØPLAN



Arne Rosendahl

Prosjektleder

A/S MILJØPLAN

SAMMENDRAG OG DISKUSJON

Innledning.

Som et ledd i å forbedre forholdene ved deponering av avgang fra Grong Gruber A/S i Østre Huddingsvann er det i løpet av sommeren 1985 utført pilotstudier med tilsetning av flokkuleringsmiddel til avgangen fra bedriften.

Jartester.

Forut for pilotstudiene og i tilknytning til disse har det vært utført laboratorieundersøkelser, såkalte jartester. Forsøk ble utført med ubehandlet avgang og med avgang hvor det groveste og tyngste materialet var skilt fra ved kort tids sedimentering (senere kalt sedimentert avgang). Resultatene fra slike forsøk tydet på at avgangen flokkulerer lett med tilsats av 5-10 mg/l med Separan AP 45 eller Magnafloc 292. Sedimentert avgang flokkulerte og ga raskere en klar væskefase enn ubehandlet avgang med tilsats av flokkulant. Også ubehandlet avgang ga vesentlig raskere separasjon fra væskefasen med tilsats av flokkulant enn uten.

Fnokkene ble ikke, eller i svært liten grad, ødelagt ved gjentatt hurtigomrøring. Mye slam virvlet opp, men sedimenterte og etterlot en ganske klar væskefase etter at omrøringen ble stoppet.

Pilotforsøk.

I alt 15 pilotforsøk har vært gjennomført i løpet av to perioder. Forsøk 1-6 ble utført i begynnelsen av juli og forsøk 7-15 i begynnelsen av september 1985.

Ved vurdering av disse pilotundersøkelsene som simulerer utslipp og deponering av avgangsmasser i en innsjø, er det viktig å være oppmerksom på undersøkelsenes begrensede gyldighet. Resultatene kan ikke direkte sammenliknes med de faktiske forhold i resipienten, men kan kun vurderes relativt i forhold til hverandre.

Pilotenheten besto av et rektangulært basseng med lengde 6 m, bredde 1,5 m og vanndybde 1,95 m. Den ene langveggen i bassenget

A/S MILJØPLAN

var av glass for å kunne observere hvordan forsøkene forløp. Innløpsarrangement ble plassert ved overflaten sentralt i bassenget. Avløpet ble ledet ut via overløp i hver ende av bassenget. Prøver ble tatt til faste tidsintervaller etter start av hvert forsøk. Prøver ble tatt i 35, 70 og 105 cm dyp i første forsøksperiode, i 70 og 105 cm dyp i andre forsøksperiode, i begge tilfeller midt i bassengets lengderetning 1,5 m fra endeveggen.

Pilotforsøk ble utført med ubehandlet og med sedimentert avgang. Avgangen ble tatt ut der hvor den forlater siste enhet i oppredningsanlegget.

Forsøk ble utført med og uten kjemikalietilsetting, de aller fleste med. Tilsetting av 5 og 10 mg/l med Separan AP 45 har vært benyttet. Flokkulanten har vært tilsatt før tilførselspumpe, på tilførselsledningen, etter tilførselspumpen og til innløpsarrangementet i forsøksbassenget. En rekke ulike innløpsarrangement har vært prøvet, med og uten mekanisk omrøring.

Hensikten med innløpsarrangementet er å gi avgang og kjemikalier en kontrollert overgang fra turbulente forhold til rolige strømningsforhold i løpet av en viss tid. Under denne prosessen skal avgangspartikler og flokkulant ha nær kontakt, slik at det dannes større aggregater (fnokker) som har vesentlig bedre sedimenteringsegenskaper enn de finfordelte partiklene. Denne prosessen har gått meget bra ved laboratorieundersøkelsene. Ved pilotundersøkelsene har det vært vanskeligere å få dette til å gå tilfredsstillende.

Kun ved forsøk 14 og 15 har man registrert skikkelig fnokkdannelse ut av innløpsarrangementet. Ved forsøk 14 ga det seg utslag i meget gode analyseresultater. Visuelt vurdert la slammet seg ved dette forsøket også best ved bunnen av bassenget. Ved forsøk 15 gjenspeilet flokkuleringen seg ikke i tilsvarende analyseresultater. Begge forsøk ble utført med kjemikaliedosering på 10 mg/l, forsøk 14 med tilførsel av sedimentert avgang, forsøk 15 med ubehandlet avgang.

A/S MILJØPLAN

En rekke andre forsøk har også gitt relativt gode analyseresultater selv om man ikke har observert tilfredsstillende flokkulering under disse forsøkene.

Diskusjon.

En optimal løsning for deponering av avgangen er avhengig av riktig valg av kjemikalie, riktig sted for tilsetning av kjemikallet og en riktig utforming av utslippsarrangementet. Disse forhold har man studert i pilotanlegg.

Separan AP 45 og Magnafloc 292 synes godt egnet som flokkuleringsmiddel.

Ved pilotundersøkelsene har man benyttet Separan AP 45, i doseringer på 5 og 10 mg/l.

Best resultat er oppnådd med tilsetning av 10 mg/l til det vi har kalt sedimentert avgang. Det er avgang som har passert en enkel enhet hvor det groveste og tyngste materialet ble skilt fra avgangen ved sedimentering.

Det er flere årsaker til at man ikke ønsker å foreta en slik separasjon av grovere og finere avgang før deponering. Den vesentligste er kostnadene forbundet med dette og utførelse av to deponeringssystemer.

Ved tilsetning av 10 mg/l til ubehandlet avgang har man ikke oppnådd så gode resultater som med sedimentert avgang, til tross for at jartester viser at dette skulle være mulig. Sannsynligvis vil man oppnå tilfredsstillende resultat ved økning av kjemikalie-tilsetningen til f.eks. 15 mg/l. Dette er imidlertid ikke dokumentert.

Forsøkene har vist at kjemikaliedoseringen ikke bør skje foran transportpumpen for avgang. Flokkulant bør tilsettes et sted på den siste ledningsstrekningen før utslippsarrangementet i

A/S MILJØPLAN

innsjøen, eller direkte til dette. Muligheter for å flytte på doseringsstedet må bygges inn i den endelige løsning, slik at ulike tilsettingssteder kan utprøves på stedet i full målestokk.

Det er viktig at utslippsarrangementet utformes slik at det gir tilfredsstillende flokkulering av avgang og tilsatt kjemikalie. Den beste utforming er sannsynligvis et enkelt konisk innløpsarrangement med tangentiell innføring ved vannoverflaten. Dette gir god omblending og en gradvis utvidelse av tverrsnittet som medfører redusert grad av turbulens. Herfra føres avgangen over i et større vertikalt rør med nedadrettet vannstrøm, utførelse som i fig. 3.4, f.

Man har ikke dokumentert en fullgod løsning for deponering av avgang fra Grong Gruber med foreliggende pilotundersøkelser. De resultater som foreligger kombinert med kunnskaper som er høstet ved undersøkelsene og de muligheter til justeringer som i alle fall må bygges inn i den endelige løsning bør imidlertid være tilstrekkelige til å prosjektere en fullt ut tilfredsstillende løsning for deponering av avgangen.

A/S MILJØPLAN

INNHALDSFORTEGNELSE

Side:

FORORD

SAMMENDRAG OG DISKUSJON

I-IV

1.	INNLEDNING	1
2.	JARTESTER	2
3.	BESKRIVELSE AV UTSTYR OG OPPLÉGG FOR PILOTUNDERSØKELSENE	7
	3.1 Generelt	7
	3.2 Tilførsel	7
	3.3 Pilotenhet	9
	3.4 Tilsetting av polymer	12
	3.5 Belastning/oppholdstid	13
	3.6 Prøvetaking	14
4.	GJENNOMFØRING OG RESULTATER AV PILOTUNDERSØKELSENE	15
	4.1 Innledning	15
	4.2 Vurdering av resultatene	15
	LITTERATURLISTE	29

Bilag 1. Feltrapport fra gjennomføring av de enkelte
pilotforsøk

Bilag 2. Analyseresultater

A/S MILJØPLAN

1. INNLEDNING.

Ved Grong Gruber A/S i Joma, Røyrvik kommune brytes berg for fremstilling av sink- og kobberkonsentrat.

Avgangen fra oppredningsverket har i lengre tid blitt ført ut i Østre Huddingsvann for deponering. Avgangen (ca. 450.000 t tørrstoff pr. år) blir pumpet kontinuerlig gjennom en ca. 1200 m lang ledning som ender i overflaten i et vertikalt nedadrettet rør med diameter 1 m som er ført til 6 m dyp ute på innsjøen. Utløpsarrangementet flyttes, avhengig av oppfylling med avgangsmasse på bunnen av vannet.

Til tross for denne løsningen har fint slam spredd seg over større områder. Dette har ført til at man nå regner med at fisket i Huddingsvann praktisk talt er totalt skadet. Biologiske effekter er også konstatert ned mot Vektarbotn (1).

Hovedformålet med foreliggende undersøkelse har vært å finne fram til hvordan man skal utforme et utløpsarrangement med tilsetning av kjemikalier for å binde avgangen sammen i større aggregater (fnokker) som raskt synker til bunns.

A/S MILJØPLAN

2. JARTESTER

Det er utført fellingsforsøk med avgangen fra Grong Gruber av Norsk Institutt for vannforskning i 1973 (2) og av Miljøplan/SINTEF i februar 1984 (3).

Ved begge anledninger ble det utført jartester med tilsetting av ulike polymerer. Konklusjon ved den siste undersøkelsen var at Separan AP 45 og Magnafloc 292 egnet seg godt. Optimal dosering ligger i området 5-10 mg/l.

Som innledning til pilotforsøk i basseng ble det utført jartester med Separan AP45 og Magnafloc 292 ved bedriften den 28. og 29. juni 1985. Disse undersøkelsene ble kun visuelt bedømt. Undersøkelsene ble utført parallellt i 5 begerglass, ett med avgang uten kjemikalietilsetting, to med Magnafloc og to med Separan med henholdsvis 5 og 10 mg tilsatt pr. liter.

Forsøkene bekreftet de resultater som ble oppnådd i februar 1984. Tungt stoff i avgangen sank til bunns allerede under hurtig omrøring uten tilsats av kjemikalier, men mye finstoff ble igjen i væskefasen. Ved tilsats av polymer flokkulerte også finstoffene ut og sedimenterte raskt selv under omrøring.

Det kunne ikke registreres særlig forskjell ved tilsetting av 5 eller 10 mg/l av polymerene.

Fnokkene ble ikke, eller i svært liten grad, ødelagt ved gjentatt hurtigomrøring. Mye slam virvlet opp, men sedimenterte og etterlot en klar væskefase etter at omrøringen var stoppet igjen.

Resultatene var ganske like med Magnafloc 292 og Separan AP 45.

På bakgrunn av resultater fra disse undersøkelsene ble det bestemt å benytte Separan AP 45 som man hadde tilgjengelig i store mengder ved bedriften, for pilotforsøkene.

A/S MILJØPLAN

Jartester med Separan AP 45 ble gjentatt den 5. juli og 7. juli 1985.

Gjennomføring av jartestene ble utført så likt som mulig. Resultatene ble også visuelt vurdert helt likeverdige. Prøver til analyser og bilder (fig. 2.1-2.3) er fra forsøket som ble utført den 7. juli.

Ved begge anledninger ble forsøkene utført med ubehandlet avgang og med avgang hvor det tyngste materialet var skilt fra, senere kalt "sedimentert avgang".

Prøver til forsøkene ble tatt av avgangen fra skillekasse på kjellergulvet i oppredningsverket. Dette er samme sted som avgang ble tatt ut til pilotundersøkelsene.

Forsøk ble utført i 6 begerglass á 2 l, hver med 1,5 l avgang. Tre av begerglassene ble fylt med ubehandlet avgang, de tre andre med sedimentert avgang. Ett begerglass av hver type ble ikke tilsatt polymer, til de to andre ble det tilsatt henholdsvis 5 og 10 mg/l Separan AP 45.

Materiale til forsøk med sedimentert avgang ble tatt først. Materialet ble tatt ut i 10 l plastbøtter som ble satt til sedimentering i 10 min. I løpet av sedimenteringstiden ble det etter 5 min. rørt forsiktig om i ca. 30 sek, i det som ikke hadde sedimentert. Før materiale ble tatt ut til forsøkene, ble det rørt om på nytt. Dette ble gjort for å sikre at innholdet i hvert begerglass ble mest mulig representativt og likt. Uttatt materiale ble umiddelbart satt til hurtig omrøring (120 r/min.) i jartest-apparaturen. Når begerglassene med sedimentert avgang var klar, ble tre begerglass med rå avgang målt opp direkte og satt til hurtig omrøring. Ferdig polymer ble så tilsatt de respektive begerglassene i riktig mengde fortløpende under hurtig omrøring. Tiden ble målt fra første dosering (start kl. 8.15 på klokken). Dosering var avsluttet innen 1 min. Hurtig omrøring (120 r/min.) fortsatte til det var gått 3 min. (kl. 8.18). Deretter foretok man langsom omrøring (30 r/min.) i 20 min. (til kl. 8.38), hvorefter

A/S MILJØPLAN

begrene sto til sedimentering i 20 min. Prøver for analyse ble tatt etter ca. 10 min med langsom omrøring og etter ca. 10 min. sedimentering. Prøvene ble tatt ut med pipette. Resultatene er vist i bilag 2 side 3. Nr. 1 angir resultatene under langsom omrøring. Nr. 2 etter 10 min. sedimentering.

Ved uttak av prøve fra Nr. 1 for sedimentert avgang, har man sannsynligvis kommet ned i toppen av sedimentert slam med spissen av pipetten. Dette resultatet kan derfor ikke ansees som representativt.

Forløp under flokkulering og sedimentering er vist i fig. 2.1 til 2.3.

Begerglassene på bildene inneholder fra venstre mot høyre:

- Avgang uten kjemikalietilsetting
- Avgang med 5 mg/l Separan AP 45
- Avgang med 10 mg/l Separan AP 45
- Sedimentert avgang uten kjemikalietilsetting
- Sedimentert avgang med 5 mg/l Separan AP 45
- Sedimentert avgang med 10 m/l Separan AP 45

Resultater og bilder viser spesielt at sedimentert avgang med kjemikalietilsetting flokkulerer og sedimenterer meget raskt. Allerede etter 30 sek. langsom omrøring (fig. 2.1) har det aller meste sedimentert ut, og det viser en ganske klar væskefase både ved dosering på 5 og 10 mg/l. Også ubehandlet avgang med dosering på 10 mg/l viser sedimentering og klar væskefase.

Etter 18 min. langsom omrøring (fig. 2.2) viser alle glass med kjemikalietilsetting at slammet i hovedsak har sedimentert. Dosering med 5 mg/l viser klarere væskefase for ubehandlet avgang og sedimentert avgang enn ved dosering med 10 mg/l. Dette bør imidlertid ikke tillegges særlig vekt. For avgang og sedimentert avgang uten kjemikalietilsetting er vesentlige deler av slammet fortsatt i suspensjon.

A/S MILJØPLAN

Etter 20 min. sedimentering (fig. 2.3) har slammet i alle glass sedimentert. Væskefasen var klarest ved dosering på 5 mg/l, den var også klarere for avgang uten dosering enn sedimentert avgang uten dosering, dette skal man imidlertid igjen tillegge mindre vekt.

Hovedkonklusjon av jartestundersøkelsene er at man ved tilsetting av Separan AP 45 kan oppnå en rask flokkulering, og at flokkulert slam vil sedimentere og gi en klar væskefase selv om det er noe bevegelse i vannet. Uten tilsetting av polymer vil finfordelt slam i langt større grad bli svevende når vannet er i bevegelse.

A/S MILJØPLAN

Fig. 2.1 Jarrest. Grong 07.07.85.
30 sek. langsom omrøring



Fig. 2.2 Jarrest. Grong 07.07.85.
18 min. langsom omrøring



Fig. 2.3 Jarrest. Grong 07.07.85
20 min. sedimentering.

A/S MILJØPLAN

3. BESKRIVELSE AV UTSTYR OG OPPLEGG FOR UNDERSØKELSENE

3.1 Generelt.

Ved pilotundersøkelser ønsker man i liten teknisk målestokk best mulig å simulere de faktiske forhold for å komme fram til løsning av et problem. Spesielt i dette tilfelle som ikke er en renseteknisk enhet, men hvor man prøver å simulere forholdene i en resipient er det viktig å være oppmerksom på at resultatene ikke direkte kan overføres til forhold i resipienten, men kun kan sammenliknes relativt i forhold til hverandre.

I dette tilfelle har man benyttet et relativt stort basseng som er tenkt å illudere forholdene i Østre Huddingsvann. Til bassenget har man ført en representativ del av avgangen på tilsvarende måte som den nå føres ut i vannet. Til avgangen har man tilsatt polymer som flokkulant. Ulike tilsettingspunkter og metoder for å få dannet fnokker som sedimenterer raskt er forsøkt. Resultatene er dokumentert ved prøvetaking i ulike dyp og ved fotografering.

3.2 Tilførsel

Avgang for forsøkene ble tatt ut ved hjelp av skillekasse plassert der hvor avgangen forlater siste enhet i oppredningsanlegget. Herfra ble avgangen ført ned på kjellergulvet i oppredningsverket, hvor forsøksbassenget var plassert. Her passerte avgangen en ny skillekasse hvor ønsket mengde kunne tas ut til forsøket. Skillekassene er slik innrettet at de deler man tar ut har samme kvalitet som avgangen før deling.

Fra sist nevnte skillekasse ble avgangen ledet til en Sala godspumpe (tilførselspumpe). Avgangen ble ført ned i et åpent kammer over pumpehuset. I bunnen av kammeret føres avgangen direkte inn i en horisontalt liggende sentrifugalpumpe (vertikal aksel). I de første forsøkene (forsøk 1-6) ble avgangen pumpet gjennom en 50 m lang plastslange med innvendig diameter 12 mm frem til innløpsarrangementet i sedimenteringsbassenget. Ved forsøk 7-15 ble slangen kortet ned til ca. 15 m.

A/S MILJØPLAN

Enkelte av forsøkene ble utført med ubehandlet avgang. I disse forsøkene ble avgangen ført direkte fra skillekassen til kammeret over tilførselspumpen (fig. 3.1) Andre forsøk ble utført med sedimentert avgang. I disse tilfellene ble avgangen ført fra skillekassen via et 200 l fat hvor den tyngste delen av avgangen fikk synke til bunns (fig. 3.2). Fatet var også utstyrt med en skumplastskjerm foran utløpet for å holde tilbake flyteslam. Fra fatet rant sedimentert avgang over til transportpumpen. Arrangementet er en primitiv utforming av det man i avløps-teknikken kan kalle grovavskiller, det fungerte imidlertid tilfredsstillende.



Fig. 3.1 Skillekasse og
tilførselsspumpe



Fig. 3.2 Skillekasse, "grovavskiller"
og tilførselsspumpe

A/S MILJØPLAN

3.3 Pilotenhet.

Selve pilotenheten besto av et stort rektangulært basseng forsynt med innløpsarrangement, utløpsarrangement og med mulighet for tømning.

Enheten var 6 m lang og 1,5 m bred, med en vanndybde på 1,95 m, (volum $17,55 \text{ m}^3$). Enheten er i hovedsak utført i stål, med en langvegg i bassenget av glass for å kunne foreta observasjoner (fig. 3.3).

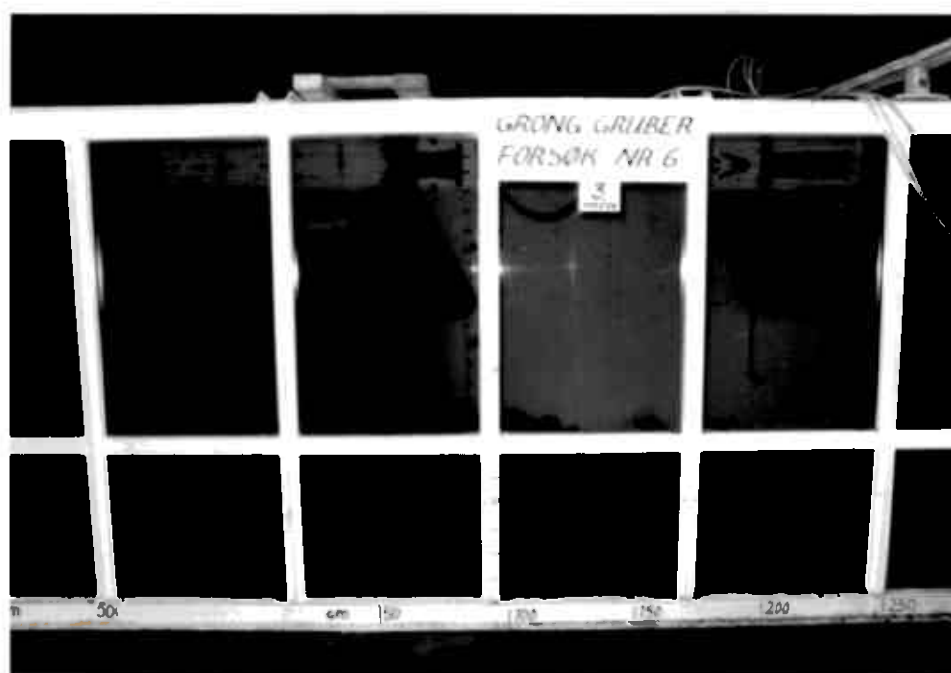


Fig. 3.3 Pilotanlegget sett mot glassvegg.

Innløpsarrangementet skal primært tjene til flokkulering av tilført avgang og kjemikalier. Ulike utforminger av innløpsarrangement ble benyttet. Bortsett fra forsøk 4 og 5 ble de plassert med overkant i vannflaten sentralt i bassenget, men tilpasset vindusfeltene for observasjon. De ulike innløpsarrangementene er skissmessig vist i vertikale snitt i fig. 3.4. Under hvert arrangement står det også i hvilke forsøk de ble benyttet. Det fremgår av etterfølgende avsnitt og kapittel 4 hvor kjemikalier ble tilsatt i de ulike forsøkene.

A/S MILJØPLAN

De forskjellige innløpsarrangementene og kjemikalietilsetningen er dessuten også beskrevet i bilag 1: Feltrapport fra gjennomføring av de enkelte pilotforsøk.

Avløp fra bassenget rant ut over sagtaggete overløp plassert i samme nivå og jevnt fordelt over hver kortvegg i bassenget. I de første forsøkene (t.o.m. forsøk 6) lot man også avløp renne gjennom prøvetakingsslangen som tok vann fra 105 cm dybde. Denne veien rant det i middel 2,95 l/min.

A/S MILJØPLAN

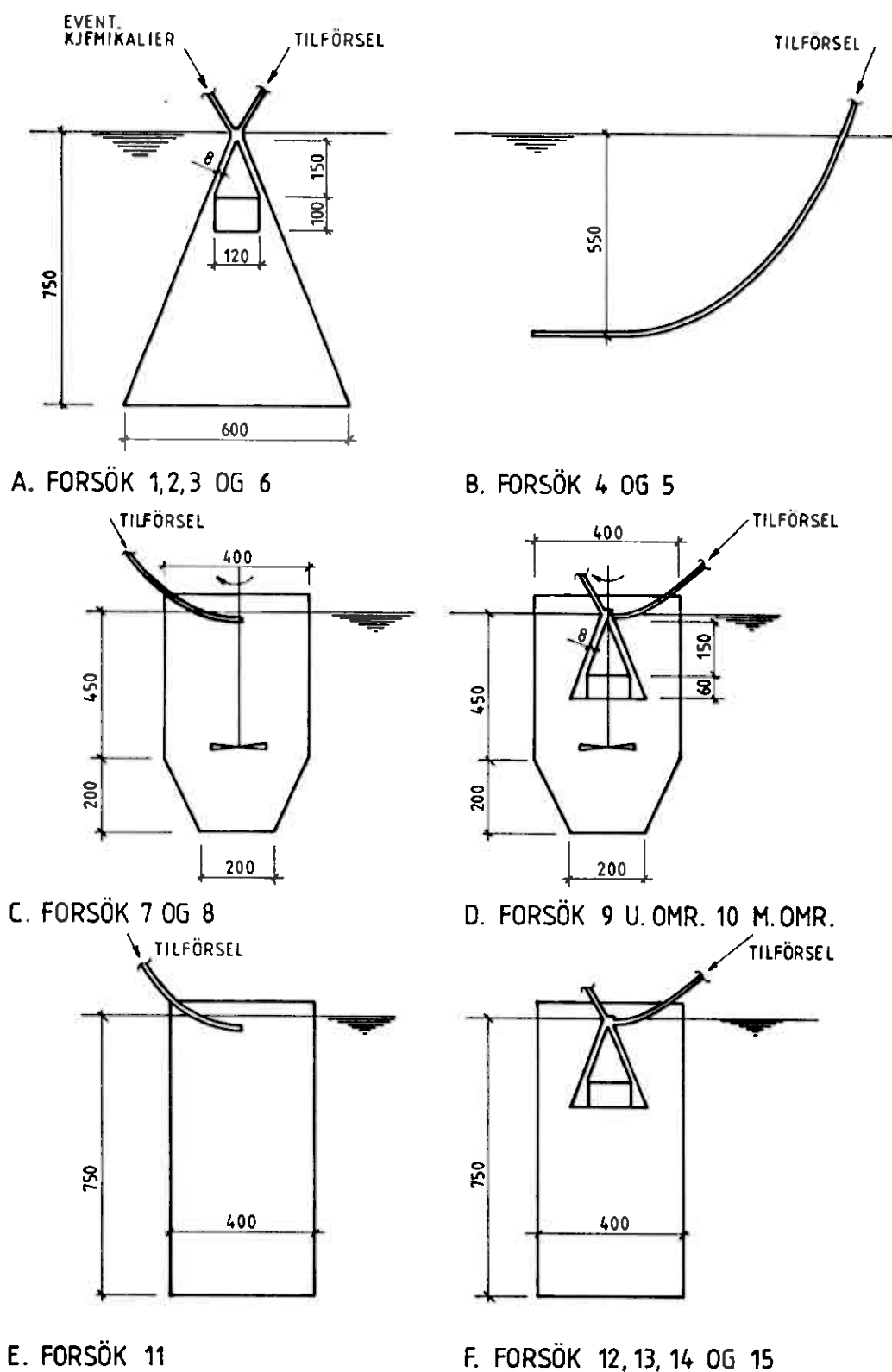


Fig. 3.4 Innløpsarrangementer benyttet ved de ulike pilotforsøkene.

Skissemessige vertikale snitt.

A/S MILJØPLAN

3.4 Tilsetning av polymer.

Separan AP 45 forelå i pulverform. Polymeren ble løst opp i et fat som var utstyrt med peilerør og målt opp (fig. 3.5). Ved alle forsøkene ble benyttet 0,05% oppløsning. Polymer ble tilført via ejektor under kraftig omrøring i fatet, og fortynnet til riktig konsentrasjon minst 2 timer før den ble benyttet. Til doseringen ble benyttet en Multifix slangepumpe. Doseringen ble kontrollert jevnlig med målesylinder og stoppeklokke ved doseringsstedet eller på pumpens sugeside. Polymer ble aldri benyttet til mer enn to påfølgende forsøk. Polymer var således aldri mer enn 2 døgn gammel. Før hver ny tilberedning ble polymerfatet helt tømt.

Polymer ble tilsatt på 3 forskjellige steder ved ulike forsøk:

1. Foran tilførselpumpen. Polymeren rant da rett ned i kammeret umiddelbart over pumpen, hvor det var sterk turbulens. (kan sees på fig. 3.2).
2. Direkte til innløpsarrangementet på pilotenheten.
3. Pumpet inn på ledningen mellom tilførselpumpe og innløpsarrangement.

A/S MILJØPLAN

Fig. 3.5 Fat for polymeropløsning og doseringspumpe.

3.5 Belastning/oppholdstid.

Ved forsøk 1-6 var tilførselen i området fra ca. 6 til ca. 8 l/min. Det vil si at teoretisk oppholdstid i bassenget var innen området ca. 36 til 49 timer i de ulike forsøkene. Før forsøksserien i september startet ble tilførselspumpen gjort helt ren, og tilførselsslangen ble forkortet til ca. 15 m. Dette resulterte i høyere belastning. Ved forsøk 7-15 varierte tilførselen fra ca. 9 til 12,5 l/min. Teoretisk oppholdstid i bassenget var da fra ca. 23 til ca. 33 timer ved de ulike forsøkene.

A/S MILJØPLAN

3.6 Prøvetaking.

Prøvetaking ble foretatt 1,5 m fra den ene endeveggen midt i bassengets lengderetning i 35 cm, 70 cm og 105 cm dyp ved forsøk 1-6, i 70 og 105 cm dyp ved forsøk 7-15. I bassenget var prøvetakingsrørene av kobber som endte i en horisontal stuss i de respektive dyp. Arrangementet sees på høyre side i fig. 3.3.

Over bassenget ble rørene forlenget med plastslanger som var ført ned på utsiden av bassenget. Prøver ble tatt ved hevertvirkning. Før hver prøve ble tatt lot man det renne i ca. 1 min. gjennom slangene. Prøvene ble tappet direkte på plastflasker som var merket:

Grong.

Forsøk nr.:

Dato:

Tid fra start av forsøk:

Dyp:

Prøvene ble lagret på stedet og brakt direkte til Norsk institutt for vannforskning etter at hver forsøksserie var avsluttet.

Prøver ble tatt til følgende tider etter start av hvert forsøk: 2, 5, 10, 20 og 30 min., 1, 2, 4, 12 og 18 timer. For de forsøk som ikke varte så lenge, ble det tatt prøver etter samme skjema så lenge forsøket pågikk.

Prøver av tilførsel (avgang og sedimentert avgang) ble stort sett tatt etter 30 min., 2 og 4 timer.

Forløpet av hver undersøkelse ble også dokumentert ved fotografering. Ved forsøk 1 til 6 ble det tatt bilde hvert minutt de 5 første minuttene, deretter samtidig med prøvetaking. Ved forsøk 7 til 15 ble det fotografert samtidig med prøvetaking. Eksempler er vist i fig. 4.2-4.8. En fullstendig serie av fotografiene foreligger i separat bilag.

A/S MILJØPLAN

4. RESULTATER FRA PILOTUNDERSØKELSENE

4.1 Innledning.

Ved undersøkelser i laboratorieskala med jartest-apparatur er det vist at avgangen flokkulerer raskt (selv ved hurtigomrøring) ved tilsats av 5-10 mg/l Separan AP 45 eller Magnafloc 295. Fnokker dannet på denne måten separerer fra væskefasen og synker til bunns (sedimenterer) allerede ved langsom omrøring (30 r/min.) ved jartestene. Ved gjentatt hurtigomrøring (120 r/min.) i jartestapparatet virvlet mye av slammet opp, men det sank raskt til bunns igjen og etterlot en klar væskefase etter at omrøringen ble stoppet.

I følge tidligere erfaringer vurderte man at det skulle være relativt enkelt å få dannet fnokker av avgangen og få slammet til å sedimentere i pilotenheten. Forsøkene viser imidlertid at dette ikke var så enkelt.

4.2 Vurdering av resultatene.

En oversikt over gjennomføring av de ulike forsøkene er gitt i tabell 4.1. Av tabellen fremgår når det enkelte forsøk ble startet, hvilken type avgang som ble tilført, type innløpsarrangement, tilsats av polymer med mengde og hvor det ble tilsatt, eller om forsøket gikk uten kjemikalietilsetting.

En beskrivelse fra gjennomføringen, med forløp ved hvert enkelt forsøk er gitt i bilag 1. I bilag 2 foreligger kopi av alle analyseresultater fra forsøkene (både pilotforsøkene og jartest) fra Norsk institutt for vannforskning.

Analyseresultater av prøver fra 70 cm og 105 cm dyp er dessuten vist grafisk for hvert enkelt forsøk avhengig av tid fra start av forsøkene i fig. 4.1. Ved forsøk 1-6 ble det også tatt prøver i 35 cm dyp, men de viste seg å være av liten interesse. I forsøk 7-15 ble det derfor ikke tatt prøver på dette dypet.

Grong Gruber

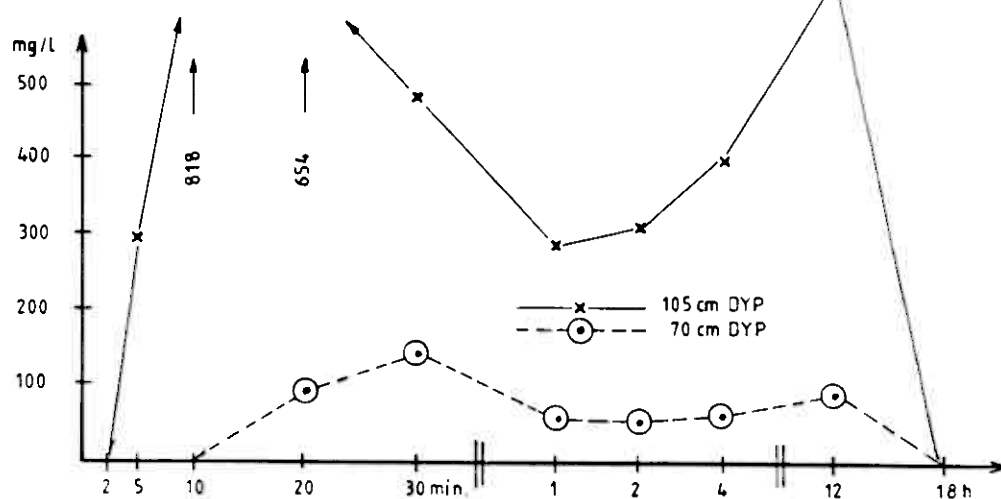
Tabell 4.1 Oversikt over pilotundersøkelser med flokkulering av avgang.

Forsøk	Start	Tilførsel	Innløpsarrangement	Dosering	Doseringssted
Nr.	Dato	Klokkeslett		Separan AP45	
1.	02.07.85	ca.20.00	Avgang	Stor kon (a)*	5 mg/l Foran tilførselspumpe
2.	03.07.85	"	"	" (a)	Ingen -
3.	04.07.85	"	"	" (a)	5 mg/l I innløpskon
4.	05.07.85	"	"	Horisontal slange (b)	Ingen -
5.	06.07.85	"	"	" (b)	5 mg/l Foran tilførselspumpe
6.	08.07.85	ca.10.00	Sedimentert avgang	Stor kon (a)	10 mg/l "
7.	06.09.85	12.44	"	Sylinder med kon bunn, omrøring (c)	5 mg/l "
8.	07.09.85	ca.12.30	"	" (c)	10 mg/l
9.	08.09.85	12.17	"	Innløpskon + sylinder med kon bunn (d)	" "
10.	09.09.85	ca.16.00	"	Innløpskon + sylinder med kon bunn, omrøring (d)	" "
11.	10.09.85	12.15	"	Slange, tangentielt inn i sylinder (e)	" "
12.	11.09.85	10.05	"	Innløpskon + sylinder (f)	" I innløpskon
13.	11.09.85	15.43	Avgang	"	" "
14.	12.09.85	09.36	Sedimentert avgang	"	" På tilførselsledning
15.	12.09.85	ca.14.00	Avgang	"	" "

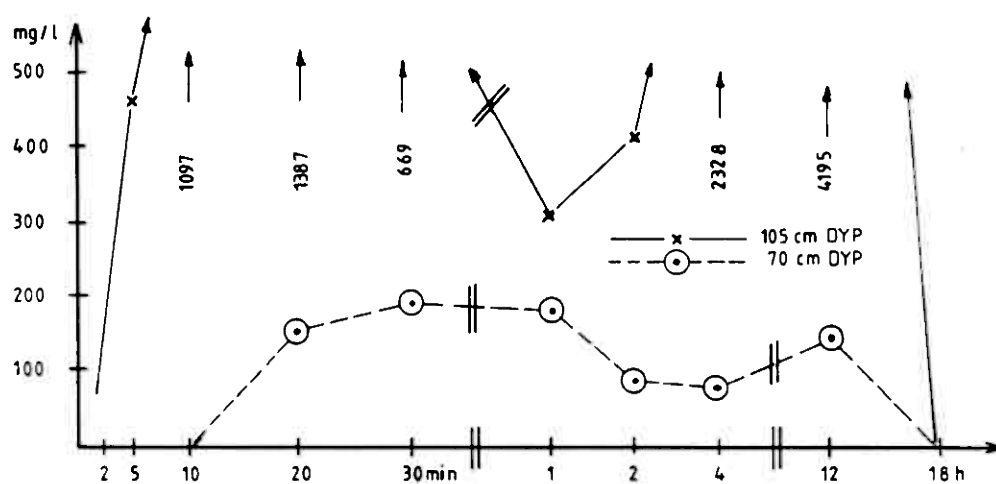
*(a,b,c,d,e,f), refererer seg til skisse av innløpsarrangement, fig. 3.4.

A/S MILJØPLAN

FORSÖK 1.



FORSÖK 2.



FORSÖK 3

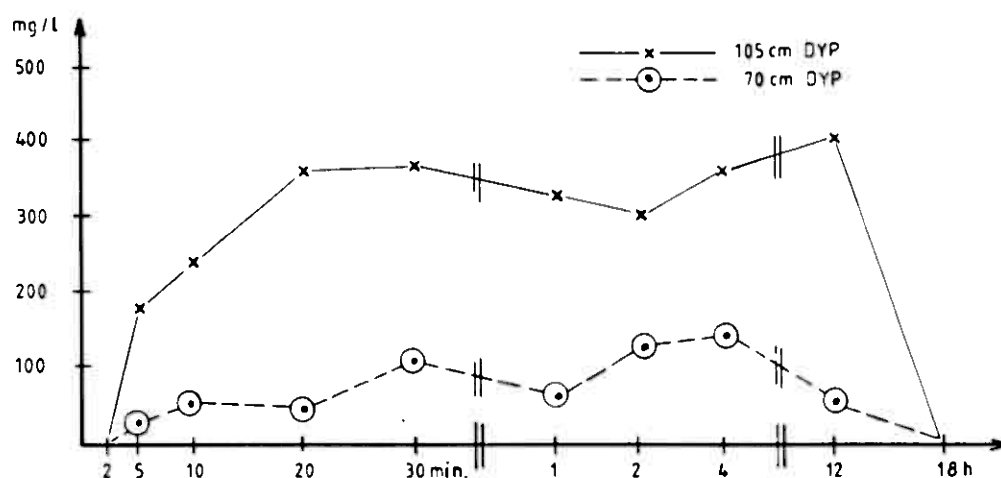


Fig. 4.1 Grafisk fremstilling av forsøksresultater.

Forsøk 1-3.

A/S MILJØPLAN

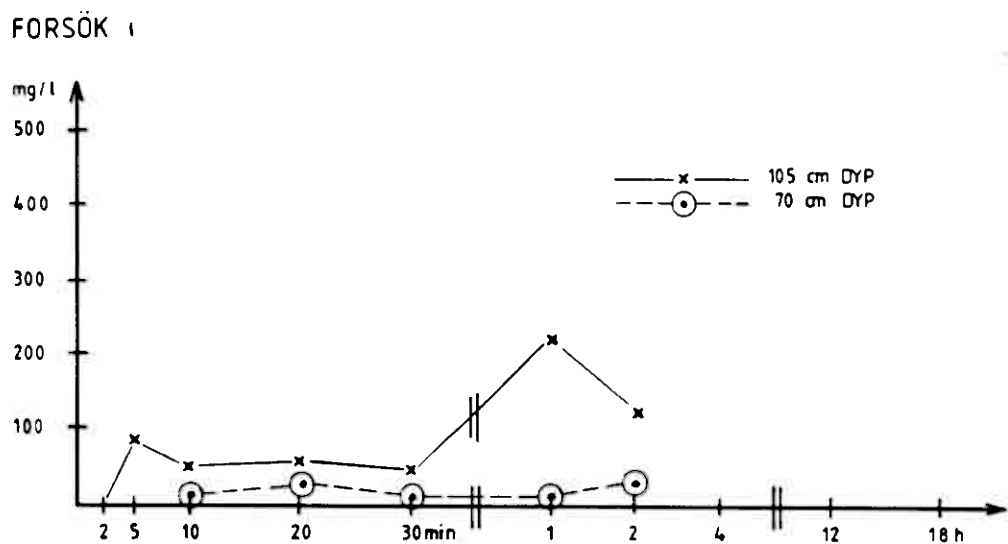
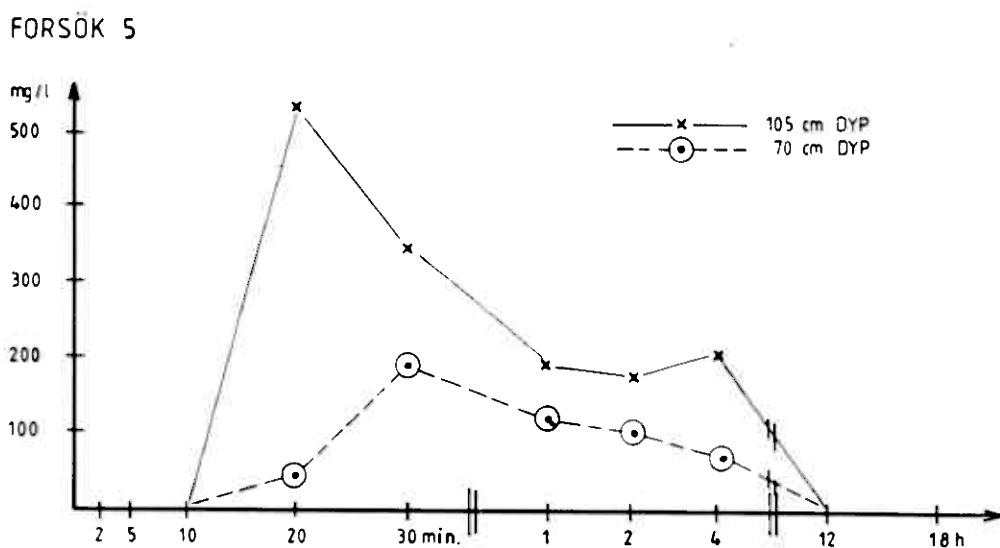
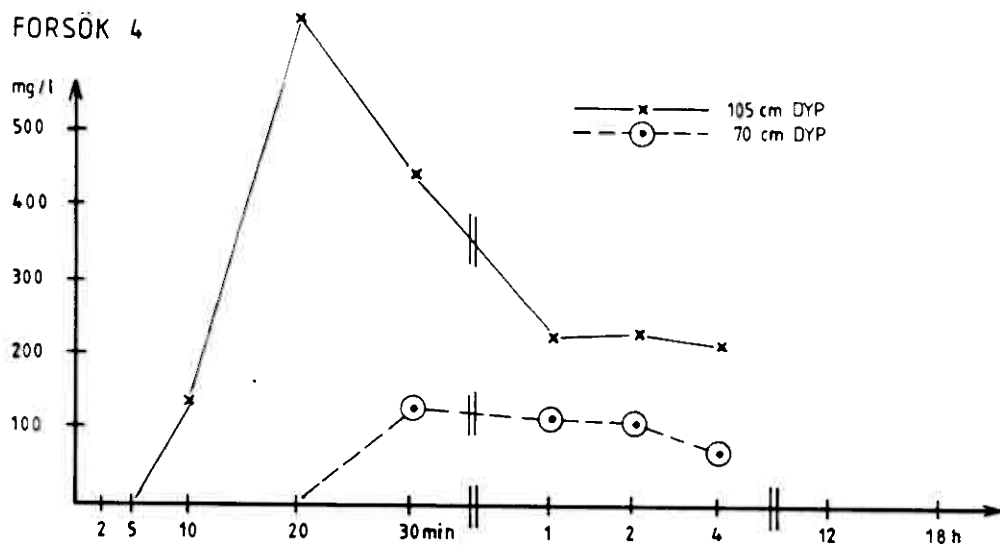
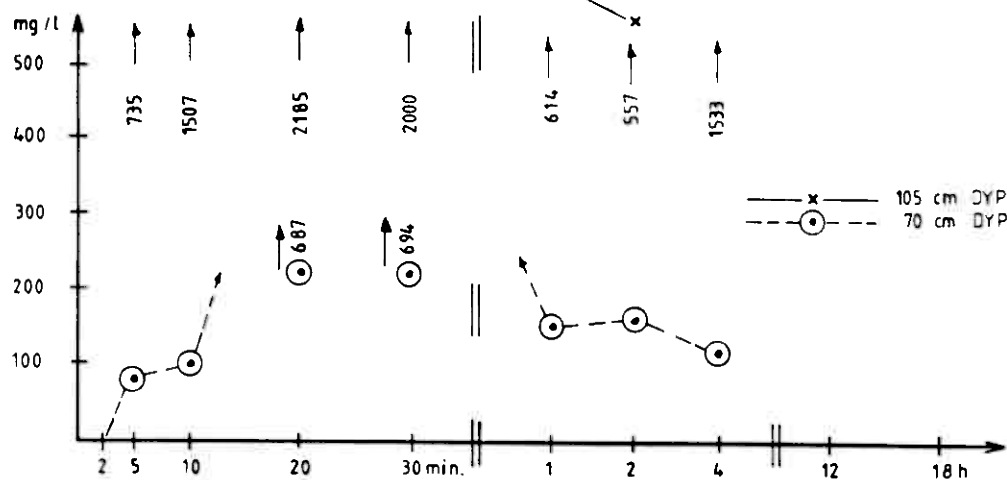


Fig. 4.1 Grafisk fremstilling av forsøksresultater.

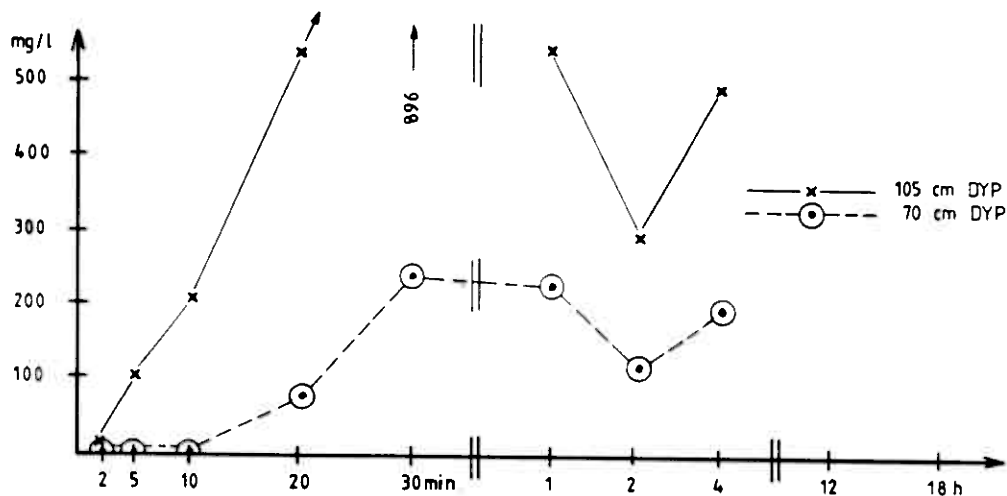
Forsøk 4-6.

A/S MILJØPLAN

FORSØK 7



FORSØK 8



FORSØK 9

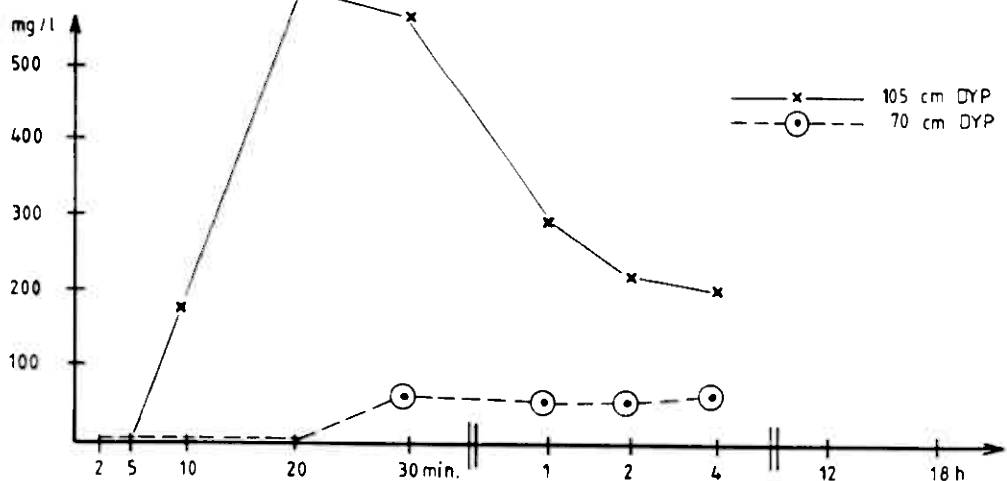


Fig. 4.1 Grafisk fremstilling av forsøksresultater.

Forsøk 7-9.

A/S MILJØPLAN

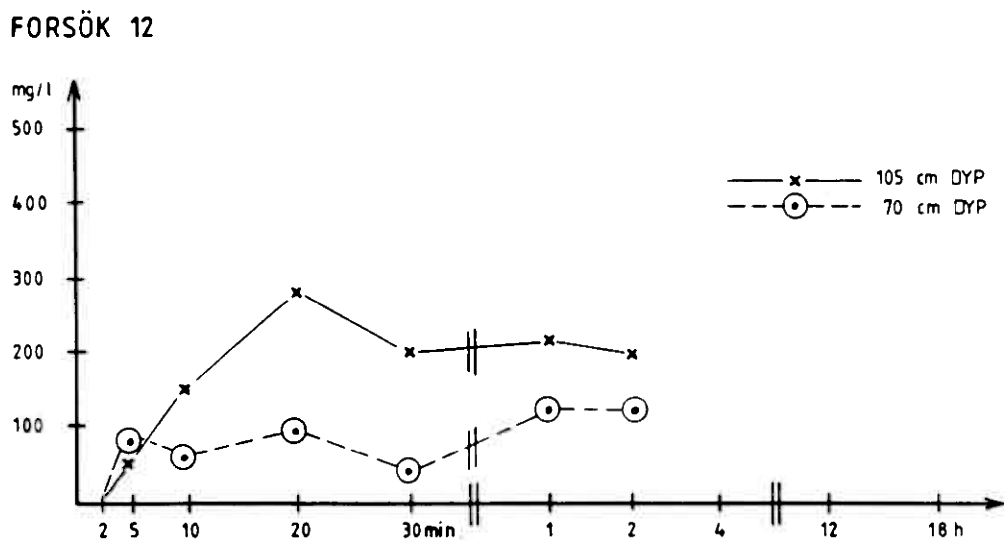
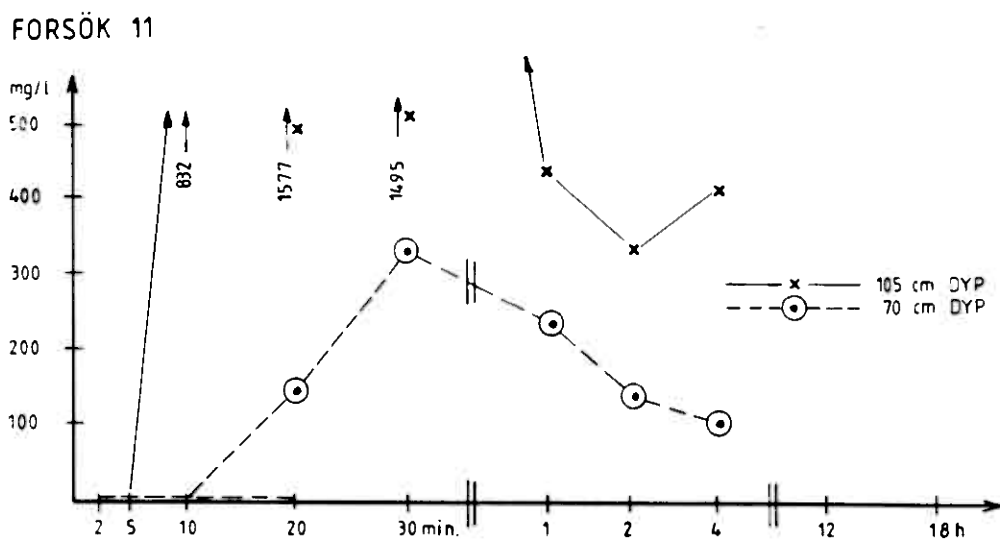
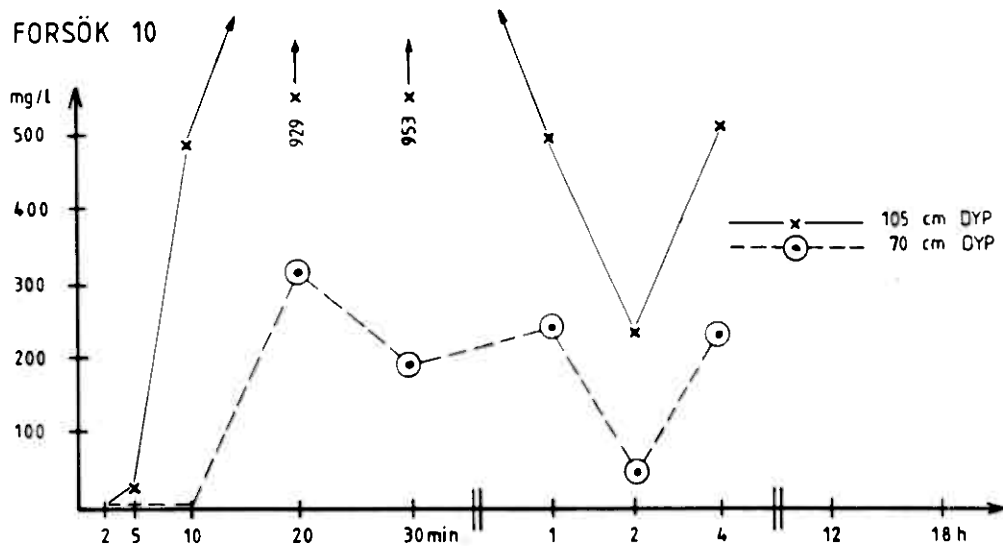
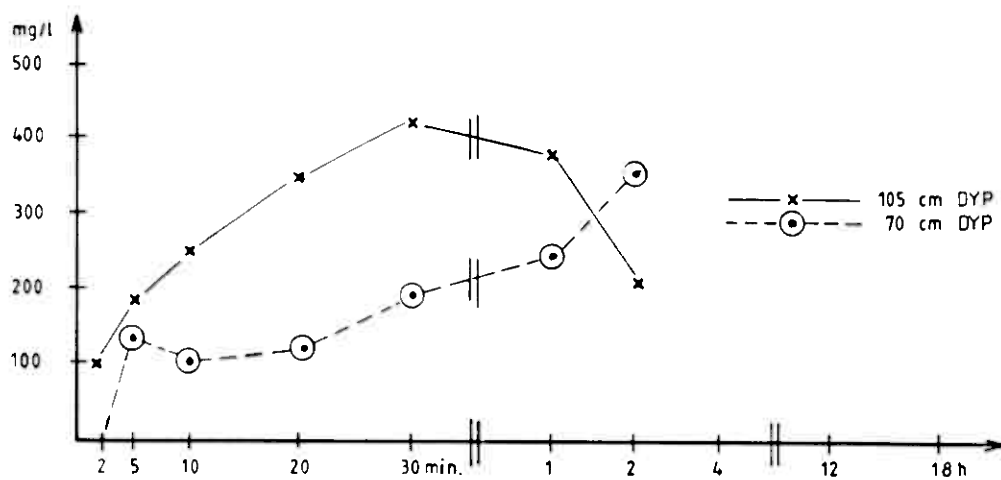


Fig. 4.1 Grafisk fremstilling av forsøksresultater.

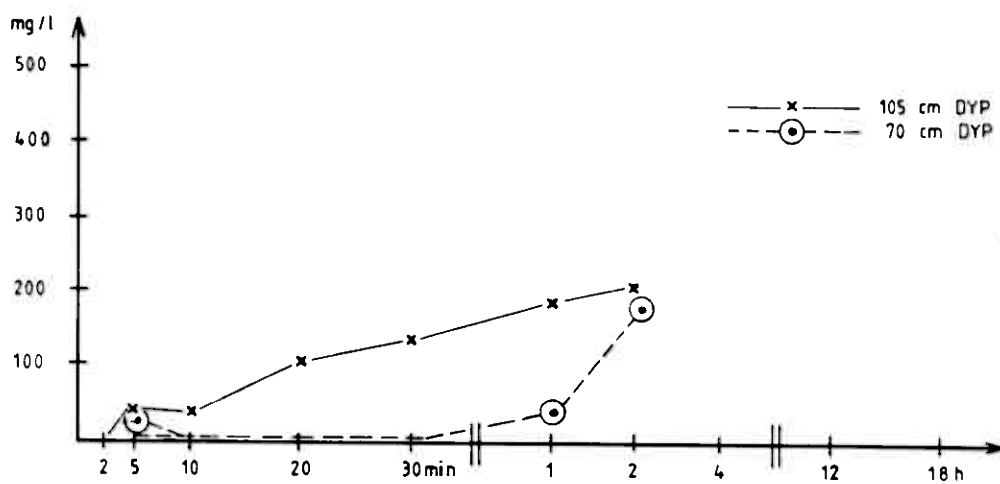
Forsøk 10-12.

A/S MILJØPLAN

FORSÖK 13



FORSÖK 14



FORSÖK 15

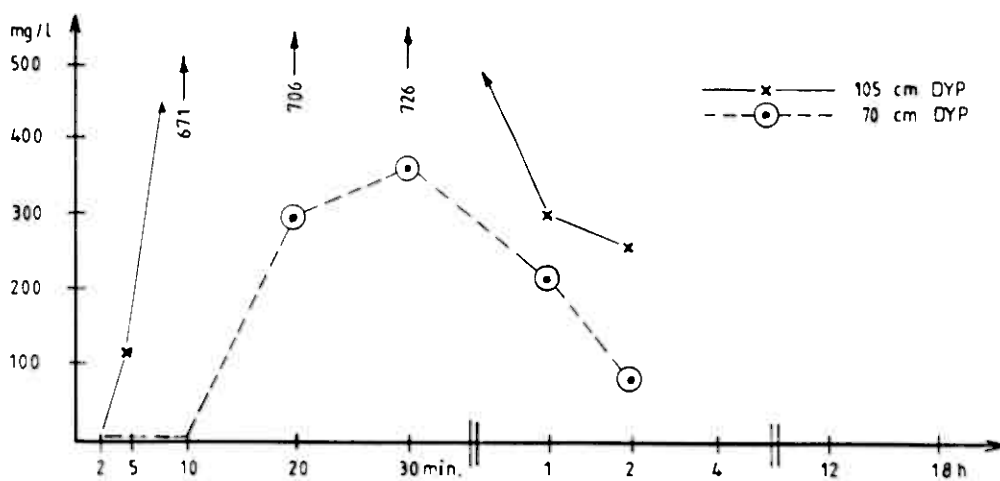


Fig.4.1 Grafisk fremstilling av forsøksresultater.

Forsøk 13-15.

A/S MILJØPLAN

Analyseresultatene sammenholdt med de visuelle inntrykk fra gjennomføring av undersøkelsene gir et noe uoversiktlig første inntrykk. Dette skyldes at slam i noen grad har blitt virvlet opp langs sidevegger og endevegger i bassenget. Forholdet har sammenheng med belastningen til bassenget. Selv om teoretisk oppholdstid i bassenget har vært mellom ca. 23 og 49 timer ved de ulike forsøkene, er dette lite i forhold til i innsjøen. Som nevnt tidligere kan pilotforsøkene ikke sammenliknes med modellforsøk. Avstand til bunnen fra nedre ende av tilførselsarrangement i innsjøen og manglende sidebegrensning slik det finnes i pilotanlegget, gjør forholdene vesentlig gunstigere i innsjøen. Det hadde vært ønskelig å utføre pilotforsøkene med vesentlig lavere tilførselsmengde. Dette var imidlertid ikke praktisk mulig med det utstyr som kunne skaffes til veie.

Forsøk har blitt utført med ubehandlet avgang og med sedimentert avgang. Det er i alt tatt 26 prøver av ubehandlet avgang. Disse har en middelerverdi på 407g TS/l, høyeste verdi var 481 g/l, laveste 293 g/l. 23 prøver er tatt av sedimentert avgang med middelerverdi på 234 g/l, høyeste verdi på 373 g/l og laveste på 130 g/l. Det vil si at i middel er ca. 42% av avgangen holdt tilbake når avgangen har passert den provisoriske grovavskillingen. Det meste av dette er nok grovere tungt materiale, men noe finstoff er sikkert også avskilt. For beskrivelse av ulike utførelser av innløpsarrangementene i det etterfølgende vises til skisser i fig. 3.4.

Best resultater ble oppnådd i forsøk 6 og 14. I begge tilfellene ble forsøkene kjørt med sedimentert avgang og tilsats av 10 mg polymer pr. l avgang. Ved forsøk 6 var kjemikalietilsetting foran tilførselspumpe. Innløp til bassenget skjedde via stor kon. Ved forsøk 14 ble kjemikaliet tilsatt på tilførselsslangen etter tilførselspumpen. Innløp til bassenget skjedde via en liten kon i en større vertikal sylinder. I dette tilfellet ble det observert meget tilfredsstillende flokkulering i innløpsarrangementet.

A/S MILJØPLAN

I figur 4.2 og 4.3 kan sees hvordan slammet fordelte seg i bassenget henholdsvis 5 min. og 30 min. etter start av forsøk 14. Den ytre større innløpssylinderen kan også sees.



Fig. 4.2 Forsøk nr. 14

5 min. etter start av forsøket

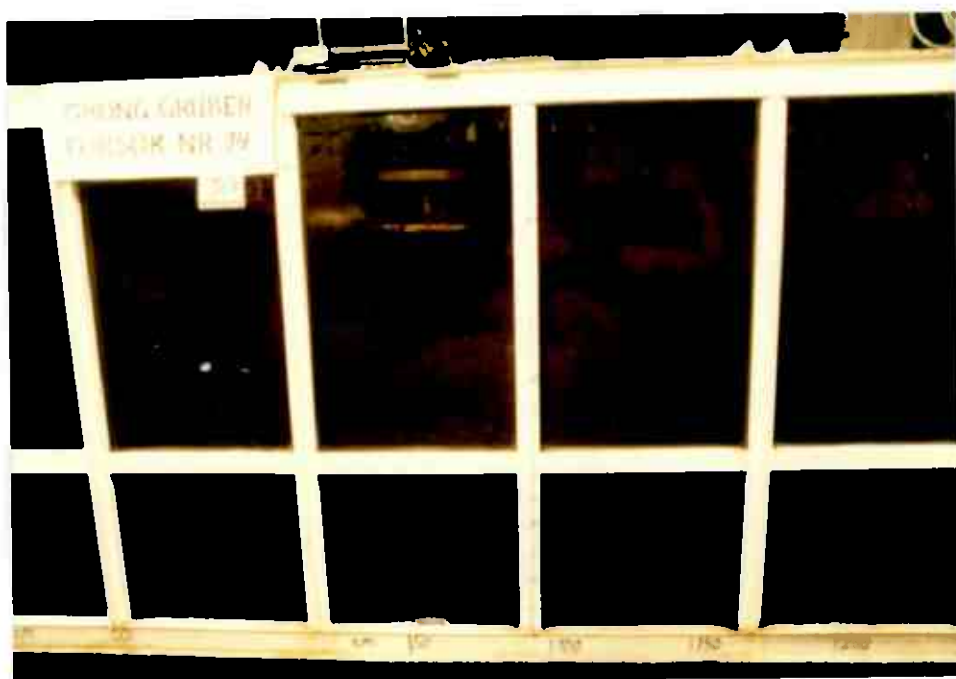


Fig. 4.3 Forsøk nr. 14

30 min. etter start av forsøket

A/S MILJØPLAN

Ved forsøk 15 ble det også observert god flokkulering i innløpsarrangementet, men dette har ikke gitt utslag i tilsvarende gode analyseresultater. Tilsats i forsøk 15 var ubehandlet avgang. Forøvrig var alle forhold tilsvarende som i forsøk 14.

Selv om resultatene ble oppnådd med tilsetning av flokkulant foran tilførselspumpe i forsøk 6, viser observasjoner i forsøk 11 ganske klart at tilsetning av polymer bør skje etter transportpumpen. I dette tilfelle var det tydelig at pumpen ga en alt for turbulent behandling av allerede dannede fnokker, og at avgangen etter en slik behandling ikke flokkulerte igjen i innløpsarrangementet.

I fortsettelsen følger en kort beskrivelse av resultatene fra de andre forsøkene.

Forsøk 1 og 3 var like, bortsett fra doseringssted. Forsøk 3 med dosering i innløpskon ga bedre resultat enn forsøk 1 med dosering foran tilførselspumpe.

Forsøk 2 var likt med 1 og 3, men uten tilsetning av polymer. Forsøk 2 ga vesentlig dårligere resultat enn både forsøk 1 og 3.

Fig. 4.4 og 4.5 viser slammets fordeling i bassenget ved forsøk nr. 3 eller henholdsvis 3 min. og 30 min. tilførsel. I fig. 4.4 kan man også se den store innløpskonen som ble benyttet og at slammet fordelte seg skjevt i konen. Figurene illustrerer hvordan utviklingen forløp i en rekke av forsøkene.

I fig. 4.6 er vist hvordan slammet la seg under innløpsarrangementet i enkelte av forsøkene.

A/S MILJØPLAN

Fig. 4.4 Forsøk nr. 3

3 min. etter start av forsøket



Fig. 4.5 Forsøk nr. 3

30 min etter start av forsøket

A/S MILJØPLAN



Fig. 4.6 Typisk fordeling av slam på bunnen av bassenget ved flere av forsøkene etter nedtapping av vannfasen.

Illustrasjonen er fra forsøk 13.

Ved forsøk 4 og 5 skjedde utslippet i forsøksbassenget direkte fra transportslangen, plassert horisontalt i 50 cm dybde midt i bassenget og prallelt med bassengets lengderetning. Forsøk 4 gikk uten kjemikalietilsetning, mens polymer ble tilsatt foran tilførselspumpe ved forsøk 5. Man hadde ikke ventet såvidt gode resultater ved denne måte å lede avgangen ut i bassenget. Spesielt bemerkelsesverdig er de relativt gode analyseresultatene ved forsøk 4.

Av fig. 4.7 ser man hvordan slammet falt ut av innløpsslangen ved forsøk nr. 4 og 5, og hvordan slamskyen slo tilbake fra bunnen av bassenget.

Av fig. 4.8 ser man slammet på bunnen av bassenget etter nedtapping av vannfasen. Bildet er fra forsøk nr. 5. Man ser også vannet på toppen av slammjeglen som antyder en grop der hvor slamstrålen kom ned. Dette var typisk for forsøk nr. 4 og 5.

A/S MILJØPLAN

Fig. 4.7 Forsøk nr. 4.

5 min. etter start av forsøket.



Fig. 4.8 Forsøk nr. 5.

Slam på bunnen av bassenget etter nedtapping av vannfasen.

A/S MILJØPLAN

Ved forsøk 7 og 8 ble det benyttet sedimentert avgang, dosering skjedde foran tilførselspumpe. Innløpsarrangementet besto av en sylinder med kon innsnevring i bunnen og omrøring i systemet. Dosering var 5 og 10 mg/l i henholdsvis forsøk 7 og 8. Forsøk 8 ga bedre resultat enn forsøk 7, men ingen av disse forsøkene kan sies å ha gitt tilfredsstillende resultat.

Forsøk 9 og 10 hadde samme utforming av innløpsarrangementet i bassenget; innløpskon og sylinder med kon innsnevring i bunnen. I begge tilfeller var doseringen 10 mg/l. Forsøk 9 var uten omrøring, mens forsøk 10 gikk med omrøring. Ved forsøk 9 ble det oppnådd relativt gode resultater, mens resultatene ved forsøk 10 var relativt dårlige.

Ved forsøk 11 ble tilførselsslangen ledet tangentielt inn ved overflaten i periferien på en vertikal sylinder. Dosering var 10 mg/l og dosering ble foretatt foran tilførselspumpe. Selve forsøket ga ikke tilfredsstillende resultat, men observasjoner av flokkulering i tilførselskammeret over pumpen og mangel på fnokkdannelse i innløpssylinderen var meget vesentlige.

Ved forsøk 12 og 13 skjedde tilførselen til bassenget via en mindre innløpskon plassert i vannflaten sentralt i en større rett sylinder. 10 mg polymer pr. l ble tilsatt i innløpskonen i begge tilfeller. Eneste forskjell mellom forsøkene var at forsøk nr. 12 ble utført med sedimentert avgang, forsøk 13 med ubehandlet avgang. Forsøk 12 ga bedre resultater enn forsøk 13.

A/S MILJØPLAN

LITTERATURLISTE:

1. Grong Gruber A/S, Kontrollundersøkelser i vassdrag.
Årsrapporter 1982-1985. Magne Grande et.al.
Norsk institutt for vannforskning, 0-69120.
2. Fellingsforsøk med avgang fra Grong Gruber A/S 1/11-9/11 1973,
Lasse Berglind.
Norsk institutt for vannforskning, januar 1974, 0-201/72.
3. Deponering av avgangsmasser i Østre Huddingsvann. Rapport om bruk
av fellingsmiddel og skjerming mot strøm og bølgepåvirkning.
A. Rosendahl, Miljøplan, juni 1984, 48-83.

B I L A G 1

**FELTRAPPORT FRA GJENNOMFØRING
AV DE ENKELTE PILOTFORSØK**

A/S MILJØPLAN

Forsøk nr. 1.

Dato: 02.07.85 Start kl. 19.58
Tilførsel: Avgang. Målt 6,4 l/min
Tilførsel til basseng via stor kon.
Dosering: 5 mg/l
Kjemikalie tilsatt foran tilførselspumpe

Forløp:

Avgangen føres eksentrisk inn i innløpskonen, dette fører til skjev fordeling. Avgangen "pendler" noe frem og tilbake i konen, men kommer stort sett ut fordelt over ca. halve konens åpning på motsatt side av innløpet. I den andre halvdel av konen er det en markert innstrømning av vann fra bassenget (kompensasjonsstrøm).

2 min: Etter 2 min. var slamlaget i bunnen av bassenget bølget i ca. 60 cm høyde over bunnen. Den første perioden slår slammet tilbake fra endeveggene i bassenget.

5 min.: Topp av slam, bølget ca. 110 cm over bunnen

10 min.: Slamnivå ca. 130 cm over bunnen

30 min.: Slamnivå ca. 140 cm over bunnen, svakt bølget, skarpt skille mellom topp av slam og klart vann i bassenget

4 timer: Slamnivå ca. 150 cm over bunnen

12 timer: Slamnivå ca. 170 cm over bunnen

Tilførselen ble stoppet etter 12 timer.

18 timer: Etter 6 timer sedimentering hadde slamnivået sunket til ca. 160 cm over bunnen. Det øverste ca. 40 cm av slamlaget var tynnere, lette svevepartikler med markert skille mot tettere slam. Videre nedover var slammet stadig tettere uten markert overgang helt ned til bunnen av bassenget.

Tykt, tungt slam på bunnen av tanken ble målt med peilestav med skive på 10 cm diameter i bunnen av staven før tømming av tanken. Det tunge slammet lå jevnt fordelt i 5-7 cm tykkelse. Ved endeveggene var det markert litt mer, 9 - 10 cm tykkelse på slamlaget.

A/S MILJØPLAN

Avløp fra bassenget og kjemikaliedosering ble kontrollmålt en rekke ganger under forsøket, begge forholdt seg meget stabilt.

Forsøk nr. 2.

Dato: 03.07.85 Start kl. 19.57
 Tilførsel: Avgang. 8 l/min ved start, etter ca. 2 timer
 variert 6,5-6,8 l/min.
 Tilførsel til basseng via stor kon
 Dosering: Ingen

Forløp:

Temperaturer ble målt. I bassenget var det 13°C, mens avgangens temperatur ble målt til 22,2°C.

1 min.: Topp av slam bølget, 70 cm over bunnen
 2 min.: Slam i høyre del av bassenget ca. 70 cm over bunnen. Fra venstre står en slamsky inn fra bakveggen, topp ca. 110 cm over bunnen.
 3 min.: Slam i venstre del av bassenget ca. 1 m over bunnen. Slamsky slår inn fra høyre bakvegg topp ca. 120 cm over bunnen.
 5 min.: Jevnere slamnivå ca. 120 cm over bunn.
 10 min.: Etter ca. 5-10 min tilførsel kom slamnivået opp mot nedkant av innløpskon. Da trekkes slam med kompensasjonsstrømmen inn i konen og "flokkuleringen" synes å gå bedre.
 20 min.: Topp av slam jevnt ca. 140 cm over bunn av basseng.
 30 min.: Som ved 20 min.
 1 time: Topp av slamteppe ca. 150 cm over bunn av basseng.
 2 timer: Som ved 1 time
 4 timer: " "
 12 timer: Ikke så klart avgrenset skille mellom topp av slamteppe og klart vann som før.
 Slamnivå ca. 170 cm over bunnen.
 Slammet gradvis tykkere mot bunnen av bassenget.
 Tilførselen stoppet.

A/S MILJØPLAN

18 timer: Etter 6 timer sedimentering ser man nederste del av konen.
D.v.s. slamnivå er ca. 130 cm over bunnen. Det øverste ca. 70 cm av slammet virker tynt. Ca. 60 cm over bunnen, markert overgang til tykkere slam, herfra mot bunnen gradvis tykkere.

Før start av forsøket ble tilførselsslangen strupet. Ved start av forsøket var tilførselen 8 l/min. Etter ca. 2 timer var tilførselen sunket til 6,55 l/min. Etter tre timer var den 6,41 l/min. Etter fire timer var tilførselen sunket ytterligere, strupingen på tilførselsslangen ble da åpnet. Etter 12 timer var tilførselen 6,84 l/min. Kjemikaliedoseringen ble hele tiden justert tilsvarende 5 mg/l.

Etter nedtapping av bassenget var det tykt, tungt slam ganske jevnt fordelt over bunnen i 8-10 cm tykkelse.

Forsøk nr. 3.

Dato: 04.07.85 Start ca. kl. 20.00
Tilførsel: Avgang
Tilførsel til basseng via stor kon
Dosering: 5 mg/l
I innløpskon

Forløp:

Kjemikaliedoseringen ble tilkopleet innløpskonen anslagsvis 2 min. før avgangen ble tilknyttet. Den første avgangen som ble tilført flokkulerte da momentant og falt rett til bunns i bassenget som tunge fnokker. Dette tyder på at man kan få vesentlig bedre resultat ved å øke kjemikaliedoseringen. Etter denne umiddelbare reaksjonen utviklet forsøk 3 seg ganske tilsvarende forsøk 2, men med noe klarere vannfase ved prøvetakingen.

Tilførsel ved start av forsøket ble målt til 7,0 l/min.

1 min.: Slam brer seg ut i en sky ca. 90 cm over bunnen.
2 min.: På høyre side er topp av slam bølget i ca. 80 cm høyde over bunnen. Mot venstre har slammet slått mot endevegg og en slamsky slår tilbake med topp ca. 90 cm over bunnen.
3 min.: Topp av slamsky svært bølget, 70-100 cm over bunnen. Nå slår det tilbake også fra høyre side av bassenget.

A/S MILJØPLAN

- 4 min.: Topp av slamsky sterkt bølget 80-120 cm over bunnen.
- 5 min.: Slam på venstre side ca. 100 cm over bunnen, høyre side ca. 140 cm over bunnen av bassenget.
- 10 min.: Topp av slamsky moderat bølget 120-140 cm over bunn.
- 20 min.: Topp av slamsky moderat bølget 130-140 cm over bunn.
- 30 min.: Som etter 20 min.
- 1 time: Topp slamsky ca. 140 cm over bunn.
- 2 timer: Topp av slamsky 140-150 cm over bunn.
Hele tiden klart skille mellom topp slamsky of upåvirket vann.
- 4 timer: Topp av slamsky ca. 160 cm over bunn av basseng, moderat bølget.
Sjekket tilførsel: 6,96 l/min.
Kjemikaliedosering 70 ml/min., dvs. 5 mg/l.
- 12 timer: Klart vann i toppsjikt på 15 cm (skille 180 cm over bunnen).
Herfra ca. 30 m lyst, lett slam, så markert skille til tykkere slam (ca. 165 cm over bunnen).
Tilførsel: 6,9 l/min., kjemikalie dosering 5 mg/l. (67 ml/min.)
- Tilførselen stoppet.
- 18 timer: Klart sjikt på toppen. Topp av slamsky 175 cm over bunnen.
Herfra nedover gradvis jevn overgang med stadig tykkere slam.

Temperatur ble målt til 15°C i bassenget ved avslutning av forsøket, 25°C i avgangen.

Ved dette forsøket hadde det dannet seg en "slamkjegle" med flat topp under innløpskonen. Nivå på fastere slam rett under konen var 25 cm, midt i basseng mot sideveggene 14 cm, ved bassengkantene midt mellom kon og endevegg 8-10 cm, herfra mot endevegg var slammet jevnt fordelt i ca. 7-10 cm i hele bassengets bredde.

Forsøk nr. 4.

Dato: 05.07.85. Start kl. 20.02

Tilførsel: Avgang

Tilførsel til basseng direkte ut av slange plassert horisontalt i 50 cm dybde (145 cm over bunn av basseng).

Dosering: Ingen

A/S MILJØPLAN

Forløp:

Tilførsel ved start av forsøket: 7 l/min.

- 1 min.: Slamsky til ca. 70 cm nivå over bunnen, har bredt seg ut ca. halvveis mot endevegg. Strålen faller vertikalt ca. 20 cm etter den forlater det horisontale røret.
- 2 min.: Slamnivå sterkt bølget 40-70 cm over bunnen midt i bassenget. Slamsky slår tilbake fra endevegg, topp av slamsky ca. 90 cm over bunnen.
- 3 min.: Slamnivå mindre sterkt bølget ca. 70 cm over bunnen, slår høyere opp rundt den nedfallende strålen.
- 4 min.: Som ved 3 min., men mer markert.
- 5 min.: Som ved 4 min., men enda mer markert. Slamnivå mot midten av bassenget ca. 110 cm over bunnen. Horisontalt ca. 70 cm fra strålen mot endeveggene ca. 90 cm over bunnen.
- 10 min.: Topp av slamsky svakt bølget ca. 100 cm over bunn av basseng.
- 20 min.: Topp av slamsky svakt bølget ca. 120 cm over bunn av basseng.
- 30 min.: Topp av slamsky meget jevn ca. 135 cm over bunn.
- 1 time: Slamsky til 145 cm over bunnen.
- 2 timer: Slamsky til 155 cm over bunnen.
- 4 timer: Slamsky til 160 cm over bunnen
- 12 timer: Tilførselen har stoppet i løpet av natten. Vannstanden i bassenget har sunket 15 cm. 30 cm klart vann øverst, markert horisontalt skille til topp av slamsky. Slangen var tett med slam fra pumpe frem til struping ca. 1 m fra pumpen.

Forsøket kan sammenliknes med de andre frem til 4 timer. Slammet hadde lagt seg i kjegleform i senter av bassenget med grop i midten, hvor slamstrålen faller ned mot bunnen.

Forsøk nr. 5.

Dato: 06.07.85. Start kl. 20.05

Tilførsel: Avgang

Tilførsel til basseng som ved forsøk 4, direkte ut av slange plassert horisontalt på langs midt i bassenget 145 cm over bunnen.

A/S MILJØPLAN

Dosering: 5 mg/l, tilsetting foran tilførselspumpe.

Temperatur i bassenget var 15°C, i avgangen 24°C ved start av forsøket.

Tilførsel ved start av forsøket: 7,0 l/min.

Forløp:

- 1 min.: Topp av slamsky sterkt bølget 30-70 cm over bunnen
- 2 min.: Slamsky har slått mot venstre bakvegg, kommer inn mot utslippsstrålen med topp ca. 90 cm over bunn av basseng. På høyre side er topp av slamnivå sterkt bølget 30 - ca. 60 cm over bunn.
- 3 min.: Slamnivå venstre side ca. 70 cm over bunn. Fra høyre side slår en slamsky tilbake med topp ca. 100 cm over bunn.
- 4 min.: Som ved 3 min. men slamskyen fra høyre side har slått forbi nedfallende slamstråle.
- 5 min.: Topp av slamsky relativt jevn 90-100 cm over bunn i høyre side av bassenget, mer bølget i venstre side av bassenget 110-130 cm
- 10 min.: Slamnivå jevnere bølget 110-120 cm over bunn.
- 20 min.: Slamnivå ganske horisontalt svakt bølget 130 cm over bunnen.
- 30 min.: Som 20 min., slamnivå 140 cm over bunnen
- 1 time: Slamtype 160 cm over bunnen
- 2 timer: Som etter 1 time

Sjekket tilførsel: 6,15 l/min. Doseringen var 77 ml/min., ble justert ned til korrekt mengde 61,5 ml/min.

- 4 timer: Som etter 1 time
Sjekket tilførsel: 6,15 l/s. Dosering målt til 72 ml/min., justert ned til korrekt mengde 61,5 ml/min.
- 12 timer: Tilførselen var tett. Vannstanden sunket 5,5 cm. Klart sjikt på 23 cm over slamteppe, d.v.s. topp slamnivå 168 cm over bunnen.
Med det avløpet som er fra tanken vil det si at tilførselen stoppet 3h 40min tidligere om tilførselen hadde stoppet momentant.
Det ble tatt prøver også etter 12 timer. Disse kan imidlertid ikke sammenliknes med tidligere prøver etter 12 timer, men mer med de som er tatt etter 18 timer.

A/S MILJØPLAN

Etter nedtapping viste det seg at slammet lå i avtrappede bølger som konsentriske ringer utover. Innerste ring var flat og med et parti i midten med diameter ca. 30 cm som var 3-4 cm dypere enn ryggen på første ring, der hvor slamstrålen har falt ned mot bunnen.

Forsøk nr. 6.

Dato: 08.07.85
 Tilførsel: Sedimentert avgang.
 Tilførsel via innløpskon
 Dosering: 10 mg/l. Foran tilførselspumpe.

På bakgrunn av resultater fra jartestundersøkelser ble det utført et orienterende 6. forsøk over kortere tid i forsøksbassenget. Dette forsøket ble gjennomført med tilførsel av sedimentert avgang. Fra skillekasse ble avgangen ledet ned i et 200 l blikkfat. Overløpet ble ført til transport-pumpen. Foran overløpet ble det satt ned en skumplastbit som holdt tilbake flytestoff.

Forsøket ble startet på formiddagen.
 Tilførsel: 7 l/min, dosering 140 ml/min.

Forløp:

- 1 min. Slammet flokkulerer tydelig i innløpskonen, det har man ikke sett i de tidligere forsøkene. Fordelingen i og utstrømning fra innløpskonen er fortsatt skjev, som tidligere.
 Slamsky turbulent med topp ca. 70 cm over bunn av basseng. Fronten er ca. 1,3 m fra senter av nedfallende slamsky.
- 2 min.: Topp av slamsky sterkt bølget, dekker hele bassenget til ca. 60 cm over bunnen.
- 3 min.: Topp av slamsky sterkt bølget, til 70 cm nivå i høyre side av bassenget til ca. 90 cm nivå ved venstre endevegg.
- 4 min.: Som ved 3 min., men topp av slamnivå noe høyere.
- 5 min.: Slammet har slått mot høyre endevegg. En tynnere slamsky kommer tilbake mot midten av bassenget med topp ca. 110 cm over bunnen.

A/S MILJØPLAN

- 10 min.: Topp av slamsky ca. 110 cm over bunnen, jevnere bølget enn før. Slamskyen virker mye "tynnere" enn ved tidligere forsøk. Doseringen målt til 152 ml/min.
- 20 min.: Som etter 10 min., men topp av slamsky nå i middel ca. 130 cm over bunn.
- 30 min.: Topp av slamsky noe bølget ca. 135 cm over bunnen. Det øvre slamlaget ca. 70-80 cm virker meget tynt.
- 1 time: Topp av slamteppe jevnt, 135 cm over bunnen. Forøvrig som ved 30 min.
- 2 timer: Samme inntrykk som etter 1 time. Topp av slamteppe 135 cm over bunnen, jevn overgang til tykkere slam nedover i bassenget.

Kontrollmåling av tilførselen etter avsluttet forsøk viste 3,59 l/min. Det vil si at pumpen var ved å gå tett igjen. Den faktiske kjemikaliedoseringen var ca. 19,2 mg/l, mot 10 mg/l ved start av forsøket. Temperatur ble målt like før avslutning av forsøket: 18°C i basseng, 25°C for avgangen.

Forsøk 7.

- Dato: 06.09.85 Start kl. 1244
- Tilførsel: Sedimentert avgang, som forsøk 6. Tilførsel skjer i toppen av en vertikal sylinder, med diameter 40 cm, vannhøyde 45 cm, nedad avsluttet med en kon med høyde 20 cm og diameter 20 cm i bunnen. Sentralt i sylindere var plassert en propell med 110 omdreininger pr. minutt.
- Dosering: 5 mg/l. Tilførsel foran tilførselspumpe.

Råvannet i forsøksbassenget var meget brunt. Dette var tilfelle for alle forsøkene i september.

Alle forsøkene i september ble kjørt i 4 timer.

Forløp:

Tilførsel målt ved start av forsøket: 12,5 l/min. Dette skyldtes full rengjøring av pumpen. Slammet velter svært om fra starten av (som ved tidligere forsøk). Topp av slamsky roer seg etter 5-7 min., Slammet flokkulerer ikke tilfredsstillende.

A/S MILJØPLAN

10 min.: Topp slamnivå ca. 140 cm over bunn av basseng.
 20 min.: Topp slamnivå ca. 145 cm over bunnen, svakt bølget
 30 min.: Som ved 20 min.
 1 time: Topp slamnivå svakt bølget middel ca. 150 cm over bunnen.
 2 timer: Topp slamnivå svakt bølget ca. 160 cm over bunnen.
 4 timer: Topp slamnivå svakt bølget i middel ca. 170 cm over bunnen.
 Meget klart skille mellom topp av slam og upåvirket vann.

Relativt tynt, tungt slam på bunnen av bassenget i ca. 8 cm tykkelse etter avsluttet forsøk, ganske jevnt fordelt over hele bassenget.

Dosering ble kontrollert flere ganger i løpet av forsøket. Ved avslutning av forsøket var tilløpet 11,3 l/min, doseringen 130 ml/min., dvs. dosering på 5,75 mg/l.

Første fat var nesten fullt med tung avgang etter ca. 1 times drift. Avgangen ble deretter ledet via et nytt fat, dette var ved å gå fullt av tung avgang etter 4 timers drift.

Forsøk 8.

Dato: 07.08.85 Start ca. 12.30
 Tilførsel: Sedimentert avgang.
 Tilførsel på samme måte som ved forsøk 7, men
 omrøring 80 r/min.
 Dosering: 10 mg/l.
 Dosering foran tilførselspumpe.

Strupet så langt som mulig på tilførselsslangen fra pumpen for å redusere tilførselen før start av forsøket. Dette lyktes bare delvis. Tilførselen var 10 l/min. ved start av forsøket.

Forløp:

Det var ikke særlig forskjell å se fra starten av. Muligens flokkulerte det noe bedre enn ved forsøk 7.

30 min.: Topp slamnivå 140 cm over bunn av basseng, horisontalt skille til klart vann. De øverste 10 cm av slamlaget virker lysere og
 AR4/48-83 Grong forsøk

A/S MILJØPLAN

lettere. Under dette blir slammet gradvis tettere og mørkere mot bunnen av bassenget.

1 time: Som ved 30 min. Topp slamnivå 145 cm over bunnen.

2 timer: Meget skarpt skille mellom topp slam og klart vann, svakt bølget 150 cm over bunnen.

Sjekket tilførsel: 10 l/min., dosering 204 ml/min., OK.

Transportpumpen var ved å gå tett etter 2 h 40 min., åpnet på strupingen og justerte tilbake.

4 timer: Skarpt skille mellom slam og vann svakt bølget 160 cm over bunnen. De øverste ca. 30 cm av slammet er lysere, virker tynnere, deretter gradvis overgang mot tykkere slam nedover.

Tilførselen målt etter avsluttet forsøk: 11,3 l/min., doseringen 194 ml/min., dvs. 11,65 mg/l. Forsøket ga tilsynelatende noe bedre resultat enn ved forsøk 7.

Forsøk 9.

Dato: 08.09.85 Start kl. 1217.

Tilførsel: Sedimentert avgang. Ytre sylinder med kon i bunnen som ved forsøk 7 og 8. I vannflaten var hengt inn en mindre dobbel kon med største åpning nedad.

Dosering: 10 mg/l. Dosering foran tilførselspumpe.

Ved struping på tilførselsslangen ble tilløpet målt til 12 l/min umiddelbart før start av forsøket.

Forløp:

Fra starten av ser forsøket bedre ut enn nr. 7 og 8. Slammet synes å komme roligere ut i bassenget fra bunnen av innløpssarrangementet.

10 min.: Topp av slamsky, bølget, i middel ca. 100 cm over bunnen av basseng.

A/S MILJØPLAN

20 min.: Skarpt skille mellom topp slamnivå og klart vann. Slamnivå svakt bølget ca. 125 cm over bunnen.

30 min.: Som ved 20 min. Slamnivå 135 cm over bunn.

1 time: Som ved 20 min. Slamnivå i middel 140 cm over bunn.

2 timer: Som før. Slamnivå 145 cm over bunn.

4 timer: Topp av slamnivå svakt bølget i middel ca. 160 cm over bunnen. De øverste ca. 40 cm av slammet virker lysere og tynnere.

Fat for sedimentering av avgang ble skiftet etter 1 h 45 min. Tilførsel og kjemikaliedosering kontrollert etter 2 timer. Umiddelbart etter avslutning av forsøket ble tilførsel målt til 10,9 l/min, kjemikaliedosering 240 ml/min., d.v.s. kjemikaliedosering på 11,0 mg/l.

Forsøk 10.

Dato: 09.09.85 Start ca. kl. 16.

Tilførsel: Sedimentert avgang.
Arrangement som ved forsøk 9, men med omrøring i tillegg, 80 r/min.

Dosering: 10 mg/l.
Dosering foran tilførselspumpe.

Starten av dette forsøket ble forskjøvet til kl. 16. Først p.g.a. stopp på verket, deretter p.g.a. at lyset gikk i forsøksområdet. Vann i tanken virket enda brunere før start enn ved tidligere forsøk.

Tilførsel ved start av forsøket 12 l/min.

Forløp:

Umiddelbart fra start virker det som om slammet synker bedre enn ved forsøk nr. 9.

5 min.: Topp slamnivå sterkt bølget middel ca. 80 cm over bunn. En lett slamsky slår opp mot sidevegg i bassenget, topp 120 cm over bunn.

A/S MILJØPLAN

- 10 min.: Topp av slamnivå ca. 120 cm over bunn.
- 30 min.: Slamnivå svakt bølget i middel 140 cm over bunnen.
- 1 time: Som ved 30 min., slamnivå 145 cm over bunn.
Tilførsel jevn, sjekket dosering, ok. Skiftet fat for
sedimentering av avgang.
- 2 timer: Som før. Slamnivå 150 cm over bunnen.
- 4 timer: Topp av slamnivå svakt bølget ca. 160 cm over bunn av basseng.
De øverst ca. 20 cm av slammet virker meget tynt.

Tilførselen målt etter avslutning av forsøket, 8,96 l/min. Tilførselen har vært stabil på denne mengden ca. den siste timen. Kjemikaliedosering 234 ml/min., tilsvarende 13 mg/l.

Forsøk 11.

Dato: 10.09.85 Start kl. 12.15.

Tilførsel: Sedimentert avgang.

Tilførselen ble ført direkte ut av slange lagt tangentielt i periferien innvendig i overflaten i en rett sylinder med 40 cm diameter og 75 cm vanndybde.

Dosering: 10 mg/l. Kjemikaliene ble tilsatt foran tilførselspumpe.

Tilførselen ble målt til 9,52 l/min ved start av forsøket.

Forløp:

Slammet faller pent ut av bunnen av sylindere ca. 120 cm over bunn av basseng. En liten kompensasjonsstrøm kan være langs periferien av sylindere.

- 2 min.: Slammet brer seg turbulent ut over hele bunnen av bassenget. På høyre side 30-50 cm over bunn. På venstre side kommer en retur fra endeveggen mot midten av bassenget med topp ca. 90 cm over bunn.

A/S MILJØPLAN

5 min.: Topp av slam bølget ca. 100 cm over bunn.
 10 min.: Topp av slamteppe svakt bølget 110 cm over bunn.
 20 min. Som før, topp av slam, 125 cm over bunn.
 30 min. Slamnivå ca. 130 cm over bunn.
 1 time Slamnivå svakt bølget 135 cm over bunn.
 2 timer: Slamnivå som før 140 cm over bunn.

Skiftet fat for sedimentering av avgang etter 2 timers drift. Første fat var da ca. 3/4 fullt med tungt slam.

4 timer: Lyset var borte, så det var ikke mulig å ta bilde. Slamnivå svakt bølget ca. 150 cm over bunnen. De øverste ca. 20 cm av slammet virker tynt.
 Tilførsel målt etter avsluttet forsøk til 9,52 l/min, kjemikaliedosering 200 ml/min, d.v.s. 10,5 mg/l.

Etter ca. 2 1/2 timers drift ble det ved dette forsøket observert tydelig fnokkdannelse i sumpen umiddelbart over tilførselspumpen, hvor også kjemikalietilsettingen skjer. Ved utløp av transportledningen inn på sylindren i forsøksbassenget var det ikke tilsvarende fnokker. Det ble tatt prøver i begerglass fra pumpeumpen flere ganger. Flokkuleringen var ikke alltid like bra. Likevel separerer dette slammet fort, og gir en klar vannfase.

Forsøk nr. 12.

Dato: 11.09.85 Start kl. 1005.

Tilførsel: Sedimentert avgang

Tilførsel via en mindre innløpskon plassert i vannflaten inne i den større rette sylindren.

Dosering: 10 mg/l. Kjemikalietilsetting direkte på innløpskonen.

Ved dette forsøket var det sterk dugging på bassengets glassvegg og derfor vanskeligere å observere og fotografere. Duggingen skyldtes sannsynligvis

A/S MILJØPLAN

at porter til hallen var lukket.

Tilførsel ved start av forsøket, 9,84 l/min.

Forløp:

Det ser ut til å flokkulere bedre enn ved tidligere forsøk, men en del tynt lett slam som ikke er flokkulert hvirvler opp.

2 min.: Topp av slamnivå sterkt bølget 60-80 cm over bunnen.
 5 min.: Lett, tynt slam svever med diffus overgang til uklart vann høyt opp i bassenget.
 10 min.: Som ved 5 min., men sterkere utpreget
 20 min.: Som ved 10 min.
 30 min.: Topp slamnivå noe tydeligere ca. 130 cm over bunn
 1 time: Topp slamnivå stadig mer diffust enn ved tidligere forsøk, middel 135 cm over bunnen. Sjekket dosering, ok.

Verket stoppet etter 1 h 8 min. drift. Doseringspumpe og transportpumpe for avgang ble stoppet umiddelbart etterpå. Verket ble startet igjen 1 h 48 min. fra start av forsøket. Pumpene ble startet med en gang avgangen begynte å komme igjen.

Prøver og bilde ble tatt igjen 2 timer etter start av forsøket. Disse kan imidlertid ikke sammenliknes med de fra tidligere forsøk.

Tilførsel kontrollert etter avslutning av forsøk: 9,52 l/min., dosering 210 ml/min., d.v.s. 11,0 mg/l.

Ved dette forsøket hadde slammet lagt seg i en avrundet kjegle med slak skråning rett under innløpssylindren, høyde 15 cm i midten, diameter 140 cm. Det var lite slam utenfor dette området.

Forsøk nr. 13.

Dato: 11.09.85 Start kl. 1543.

Tilførsel: Avgang

Forøvrig alt som ved forsøk 12, men uten struping på tilførselsslangen da man var redd denne ville gå tett relativt fort når man kjører avgangen inn uten sedimentering av det tyngste slammet.

AR4/48-83 Grong forsøk

A/S MILJØPLAN

Dosering: 10 mg/l

Kjemikalietilsetting som ved forsøk 12 i innløpskonen.

Tilførsel ved start av forsøket: 11,3 l/min.

Forløp:

Slammet ser ut til å flokkulere, men det hvirvler fort høyt opp i tanken.

- 2 min.: Topp av slamsky under sylindere
80-100 cm over bunnen, mot endeveggene ca. 150 cm over bunnen.
- 5 min.: Slamnivå ca. 60 cm over bunnen, men diffus slamsky til i
middel 150 cm over bunnen.
- 10 min.: Noe tykkere slam bølget til ca. 110 cm over bunnen. Diffus
slamsky høyt opp i bassenget.
- 20 min.: Som ved 10 min.
- 30 min.: Som ved 10 min.
Sjekket kjemikaliedosering, ok.
- 1 time: Slamnivå sterkere bølget enn før forsøk 12, middel 140 cm over
bunnen. Likevel markert skille mellom slam og klar vannfase
enn tidligere under dette forsøket.
Etter 1 h 40 min. gikk lyset igjen, man fikk det fort ordnet.
- 2 timer: Slamnivå svakere bølget og mer markert, 150 cm over bunnen.

Tilførsel ved slutt av forsøket 12 l/min, dosering 230 ml/min, d.v.s. 9,58 mg/l.

Ved tapping av bassenget lå slammet i en avrundet kjegle med senter under sylindere som ved forsøk nr. 12. Høyde på midten 22 cm, diameter ca. 150 cm. Det var lite slam på bunnen utenom dette.

Forsøk nr. 14.

Dato: 12.09.85 Start kl. 0936.

Tilførsel: Sedimentert avgang.

Tilførsel via innløpskon og sylinder.

A/S MILJØPLAN

Dosering: 10 mg/l.

Kjemikaliet pumpes inn på tilførselsledningen ca. 1 m etter tilførselspumpe.

Tilførsel ved start av forsøk 10 l/min.

Forløp:

Slammet er skikkelig flokkulert ved utgang fra sylindere, vesentlig bedre enn ved noe tidligere forsøk.

2 min.: Slamnivå 50 cm over bunnen.

Det er mindre tynt slam opp i vannfasen enn ved de siste forsøkene.

5 min.: Slamnivå i midten av bassenget ca. 70 cm. Tynt, lett slam slår inn fra bakveggen i ca. 130 cm høyde over bunnen.

10 min.: Tynt, lett slam høyt opp i bassenget. Diffus overgang til klarere vann.

20 min.: Slamnivå 90 cm. Tynt, lett slam slår periodevis opp mot sidevegg og endevegger.

30 min.: Som ved 20 min.

1 time: Slamnivå ca 120 cm over bunnen. De øverste ca. 50 cm av slammet virker meget tynt og diffust.

2 timer: Slamnivå ca. 130 cm over bunnen. Mer markert overgang mellom topp slam og klart vann enn tidligere under dette forsøket.

Tilførsel ved slutt av forsøket: 11,3 l/min., dosering 240 ml/min, eller 10,6 mg/l.

Slammet lå i en mindre markert kjegle under sylindere enn ved forsøk 12 og 13. Høyde på midten var 8 cm. Slammet var mer fordelt ut over resten av bunnen.

A/S MILJØPLAN

Forsøk nr. 15.

Dato: 12.09.85 Start ca. kl. 14.
Tilførsel: Avgang.
Øvrige forhold som ved forsøk nr. 14.
Dosering: 10 mg/l.
Kjemikalietylsetting som ved forsøk 14.

Tilførsel ved start av forsøket 12,5 l/min.

Forløp:

Slammet flokkulerer som ved forsøk 14.

2 min.: Slamnivå i høyre side av bassenget ca. 50 cm over bunnen. Fra venstre bakvegg slår en slamsky tilbake mot midten av bassenget ca. 110 cm over bunnen.
5 min.: Slamnivå sterkt bølget, 70-ca. 130 cm over bunnen. Slamskyene virker vesentlig tettere enn ved forsøk 14.
10 min.: Topp slamnivå har jevnet seg ut ca. 120 cm over bunnen. Mer markert skille til klart vann enn ved de siste forsøkene (12-14).
20 min.: Topp slamteppe ca. 135 cm over bunnen.
30 min.: Som ved 20 min. Sjekket dosering, ok.
1 time: Jevnt slamnivå 145 cm over bunnen. Det øverste laget lysere, med jevn overgang til tykkere slam.
2 timer: Topp slamteppe svakt bølget 150 cm over bunnen av bassenget. Skarpt skille til klar vannfase.

Tilførsel ved slutt av forsøket 12,5 l/min., dosering 250 ml/min., d.v.s. 10 mg/l. Slammet lå jevnt fordelt over hele bassenget.

B I L A G 2

ANALYSERESULTATER

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Norges Teknisk-
Naturvitenskapelige
Forskningsråd

A/S Miljøplan
v/siv.ing. Arne Rosendahl
Kjørbovn. 14
1300 SANDVIKA

Postadresse
Postboks 333 Blindern
0314 Oslo 3

Postgiro 5 19 67 12
Bankgiro 6094.05 11421
Telegramadresse Niva, Oslo

Brekkeveien 19
Telefon (02) 23 52 80
Telex 74190 niva n

Deres ref. 48-83

Deres brev av

Vår ref. IVE/OFA
Sak: 85020-193
Jnr. 3579/85

Dato 16. oktober 1985

Analyse av suspendert tørrstoff

Vedlagt følger analyseresultater for sedimenteringsforsøk utført ved Grong Gruber i juli og september 1985.

Analysene er utført ved filtrering gjennom Whatman GF/C glassfiberfilter.

Med hilsen
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Eigil Iversen
Eigil Iversen

Vedlegg.

Sedimenteringsforsøk ved Grong Gruber, prøver mottatt 10.7.85

Forsøk 1.

Tid \ Dyp i cm	35	70	105	Avgang
2 min.	2,1 mg/l	1,9 mg/l	2,7 mg/l	
5 "	2,7 "	5,8 "	x 295,5 "	
10 "	8,4 "	5,9 "	x 817,9 "	
20 "	1,9 "	x 91,5 "	x 654,4 "	
30 "	5,2 "	x 143,7 "	x 486,6 "	
1 t.	4,3 "	x 57,3 "	x 293,8 "	
2 "	4,2 "	x 54,8 "	x 313,6 "	
4 "	< 1 "	61,2 "	x 401,7 "	
12 "	5,2 "	93,9 "	x 648,7 "	393 g/l
18 "	< 1 "	4,9 "	4,9 "	

Forsøk 2.

Tid \ Dyp i cm	35	70	105	Avgang
2 min.	< 1 mg/l	< 1 mg/l	x 50,0 mg/l	
5 "	3,3 "	< 1 "	454,8 "	
10 "	< 1 "	2,5 "	x1097,5 "	
20 "	< 1 "	157,4 "	1386,9 "	
30 "	< 1 "	197,5 "	668,9 "	473 g/l
1 t.	< 1 "	187,5 "	311,5 "	
2 "	< 1 "	96,7 "	415,6 "	457 g/l
4 "	3,3 "	83,6 "	2327,8 "	
12 "	3,3 "	151,6 "	4195,1 "	481 g/l
18 "	< 1 "	1,6 "	< 1 "	

x Partikler sitter fast på veggene i plastflasken.
Håpløst å få ut alt.

Forsøk 3.



Tid \ Dyp i cm	35	70	105	Avgang
2 min.	< 1 mg/l	1,6 mg/l	1,6 mg/l	
5 "	3,3 "	26,2 "	179,5 "	
10 "	< 1 "	51,6 "	240,2 "	
20 "	< 1 "	47,5 "	363,1 "	
30 "	2,5 "	110,7 "	366,4 "	
1 t.	< 1 "	61,5 "	327,0 "	
2 "	< 1 "	128,7 "	304,9 "	391 g/l
4 "	< 1 "	145,1 "	361,5 "	414 g/l
12 "	16,4 "	55,7 "	409,8 "	293 g/l
18 "	3,3 "	10,7 "	13,9 "	

Forsøk 4.

Tid \ Dyp i cm	35	70	105	Avgang
2 min.	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l	
5 "	1,6 "	< 1 "	< 1 "	
10 "	< 1 "	1,6 "	136,1 "	
20 "	3,3 "	1,6 "	649,2 "	
30 "	< 1 "	126,3 "	440,2 "	
1 t.	< 1 "	115,8 "	224,2 "	
2 "	2,5 "	108,2 "	228,3 "	451 g/l
4 "	7,4 "	68,9 "	213,9 "	456 g/l

Forsøk 5.

Tid \ Dyp i cm	35		70		105		Avgang
2 min.	< 1	mg/l	< 1	mg/l	< 1	mg/l	
5 "	< 1	"	< 1	"	< 1	"	
10 "	< 1	"	< 1	"	< 1	"	
20 "	< 1	"	48,4	"	537,7	"	
30 "	< 1	"	191,8	"	347,5	"	
1 t.	< 1	"	119,7	"	189,3	"	
2 "	4,1	"	102,5	"	177,0	"	449 g/l
4 "	13,1	"	72,0	"	210,8	"	473 g/l
12 "	3,3	"	8,2	"	10,7	"	468 g/l

Forsøk 6.

Tid	Dyp i cm	35	70	105	Avgang	Sedimentert avgang
2 min.		< 1 mg/l	2,5 mg/l	< 1 mg/l		
5 "		< 1 "	< 1 "	82,0 "		
10 "		< 1 "	3,3 "	46,7 "		
20 "		< 1 "	31,1 "	59,0 "		
30 "		< 1 "	1,6 "	41,8 "	329 g/l	156 g/l
1 t.		2,5 "	12,3 "	226,2 "	369 g/l	130 g/l
2 "		1,6 "	30,3 "	125,9 "	340 g/l	259 g/l

Flokkuleringsforsøk 7.7.1985. Avgang: 356 g/l 29 % TS
Sedimentert avgang: 140 g/l 11 % TS

Nr	Avgang	Avgang 5 mg/l	Avgang 10 mg/l	Sedimentert avgang	Sedimentert avg. 5 mg/l	Sedimentert avg. 10 mg/l
1*	1954,6	216,7	360	6311,0	30,9	15,0
2*	7,2	88,0	3,0	13,0	2,0	9,0

* Vekter i mg/l.

0-85020-193

Sedimenteringsforsøk ved Grong Gruber september 1985

Forsøk 7

Dyp, cm Tid	70	105	Sedimentert avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	3	< 1	
5 "	80	735	
10 "	100	1507*	
20 "	687*	2185	
30 "	694	2000	261,0
1 time	154	614	
2 timer	161	557	215,3
4 "	116	1533	373,7

Forsøk 8

Dyp, cm Tid	70	105	Sedimentert avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	2	16	
5 "	2	109	
10 "	7	215*	
20 "	81	538	
30 "	241*	896	215,9
1 time	228*	542	
2 timer	123*	290	275,4
4 "	200	490	233,6

* En tynn "hinne" fast på flasken
(fikk ikke løst det).

Forsøk 9

Dyp, cm Tid	70	105	Sedimentert avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	1	1	
5 "	< 1	3	
10 "	< 1	180	
20 "	4	607	
30 "	66	566	269,9
1 time	59	296	
2 timer	59	223	200,9
4 timer	67	208	240,8

Forsøk 10

Dyp cm Tid	70	105	Sedimentert avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	2	< 1	
5 "	< 1	24	
10 "	< 1	483*	
20 "	319*	929	
30 "	191	953	198,6
1 time	240*	495	
2 timer	49	231	161,7
4 "	230	514	270,5

Forsøk 11

Dyp cm Tid			Sedimentert avgang
	70	105	
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	< 1	< 1	
5 "	< 1	9	
10 "	< 1	832	
20 "	150	1577	
30 "	337	1495	187,0
1 time	239	440	
2 timer	140	334	273,1
4 "	103	414	284,8

Forsøk 12

Dyp cm Tid			Avgang	Sedimentert avgang
	70	105		
	mg/l	mg/l	g/l	g/l
2 min	< 1	< 1		
5 "	76	51		
10 "	57	148		
20 "	91	279		
30 "	41	196	409,5	202,1
1 time	123	214		
2 timer	124	195	359,3	267,7

Forsøk 13

Dyp cm Tid	70	105	Avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	< 1	105	
5 "	136	186	
10 "	105	253	
20 "	121	350	
30 "	195	424	370,4
1 time	247	382	347,8
2 timer	354	213	401,3

Forsøk 14

Dyp cm Tid	70	105	Avgang	Sedimentert avgang
	mg/l	mg/l	g/l	g/l
2 min	2	3		
5 "	29	33		
10 "	5	35		
20 "	6	103		
30 "	6	137	417,5	269,6
1 time	41	185	427,4	267,3
2 timer	179	211	441,9	169,5

Forsøk 15

Dyp cm Tid	70	105	Avgang
	mg/l	mg/l	g/l
2 min	3	2	
5 "	5	120	
10 "	2	671	
20 "	300	706	
30 "	360	726	397,6
1 time	217	302	401,8
2 timer	85	263	378,4