

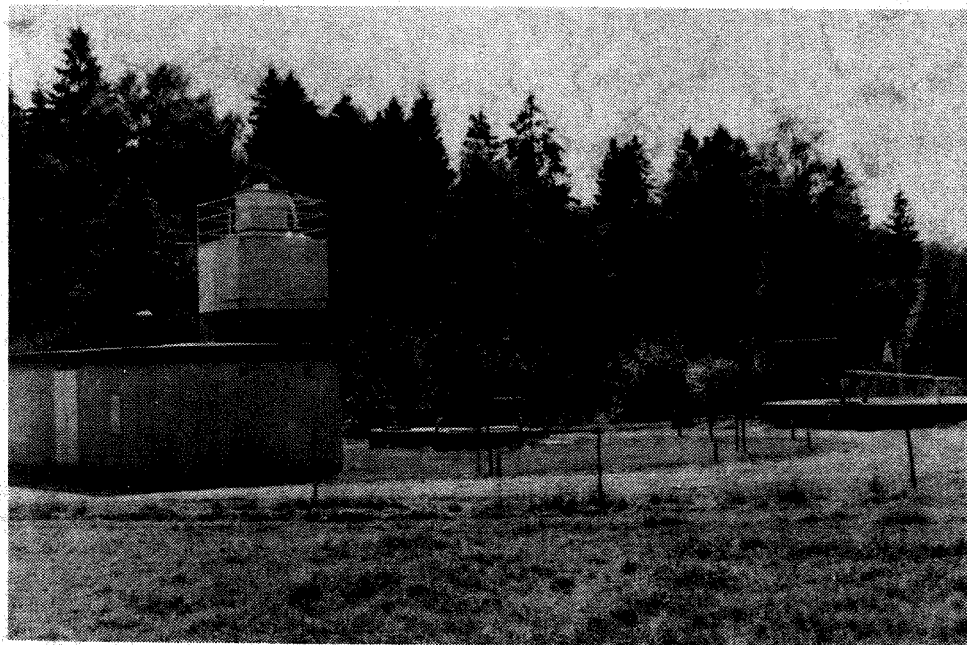
1679



# RAPPORT 17|84

O-83067

## Kalkfelling på små renseanlegg



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Rapportnummer: 0-83067
Undernummer:
Løpenummer: 1679
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Kalkfelling på små renseanlegg	Dato: 20.09.84
Forfatter(e):  Ragnar Storhaug	Prosjektnummer: 0-83067
	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 60

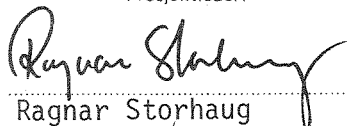
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) Franzefoss Bruk A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Det er gjennomført en innsamling av driftserfaringer med doseringsutstyr for kalk, på 17 renseanlegg, i Norge og Sverige. Samtlige anlegg benytter kalk som fellingskjemikalium. De fleste anleggene har størrelse i området 400 til 4000 pe. På samtlige anlegg ble det benyttet doseringsutstyr spesielt utviklet for dosering av kalk. Det ble registrert få driftsproblemer. Det mest vanlige var å tørrdosere kalken direkte til hovedvannstrømmen. På en del Svenske renseanlegg hadde praktiske erfaringer vist at optimal hydraulisk oppholdstid i flokkulerinastrinnet er 5-10 minutter.
--

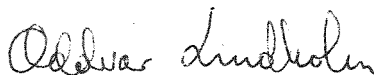
4 emneord, norske:
1. Kjemisk rensing
2. Kalkfelling
3. Kalkdosering
4. Driftserfaringer

4 emneord, engelske:
1. Chemical treatment
2. Lime precipitation
3. Lime feed system
4. Operating experience

Prosjektleder:

  
Ragnar Storhaug

Divisjonssjef:

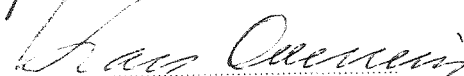
  
Oddvar Lindholm

Oddvar Lindholm

For administrasjonen:

  
J.E. Sandal

ISBN 82-577-0856-9

  
Lars N. Overrein

0-83067

KALKFELLING PÅ SMA RENSEANLEGG

Oslo, september 1984

Saksbehandler: Ragnar Storhaug

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side
SAMMENDRAG	4
1. BAKGRUNN	6
2. PROGRAM FOR PROSJEKTET	7
3. DRIFTSERFARINGER FRA RENSEANLEGG MED KALKFELLING	8
3.1. Oversikt over anleggene som har inngått i undersøkelsen	8
3.2. Ulike prinsipper for dosering av kalk	10
3.3. Optimaliseringstiltak	19
4. PRAKTISKE FORSØK	21
4.1. Generelt	21
4.2. Beskrivelse av forsøksopplegg	21
4.3. Magnetbehandling av spede vann ved utblanding av slurry	23
4.4. Forsøksperiode 1, dosering av kalkslurry, magnetbehandling av spede vannet	24
4.5. Forsøksperiode 2, dosering av kalkslurry, uten magnetbehandling av spede vann	24
4.6. Konklusjon	25
5. ANBEFALINGER FOR UTFORMING AV FULLSKALA ANLEGG	26
6. LITTERATUR	29

B I L A G

	Side
1. Nærmere beskrivelse av anleggene som inngikk i undersøkelsen	30
2. Tekniske spesifikasjoner for utstyret som ble benyttet ved de praktiske forsøkene	56
3. Nærmere beskrivelse av slambehandlingsdelen på de minste renseanleggene	58

## SAMMENDRAG

Bruk av kalk ( $\text{Ca(OH)}_2$  eller  $\text{Ca O}$ ) ved kjemisk rensing av avløpsvann er lite benyttet i Norge. En årsak til dette er forventede problemer med lagring og dosering av kalken. Kalk som fellingskjemikalium innebærer imidlertid en rekke fordeler som:

- Enkelt styringssystem for kjemikaliedoseringen
- Problemer med å få stabil fellings pH ved for lav alkalitet i avløpsvannet unngås
- Kalkfelt slam er enklere å disponere enn andre typer slam fra avløpsrenseanlegg. Slammet vil gi et betydelig tilskudd av kalk ved spredning på jordbruksarealer hvor det er behov for kalking.

For å innhente driftserfaringer vedr. lagring og dosering av kalk på små renseanlegg ble det gjennomført befarings til tolv svenske og to norske anlegg. I tillegg ble det innhentet opplysninger fra ett svensk og to norske anlegg. Det ble benyttet fire hovedprinsipp ved dosering av kalken.

- Tørrdosering direkte til vannstrømmen
- Tørrdosering til en oppløser hvor en delstrøm av det biologiske rensede avløpsvannet benyttes som spede vann
- Automatisk utblanding av slurry og dosering med pumpe
- Dosering av ferdig utblandet slurry med pumpe.

Det ble registrert få alvorlige driftsproblemer med utstyret, men gjentettinger av slanger og silo forekom i enkelte tilfeller.

På to svenske anlegg ble det oppnådd en betydelig reduksjon i kalkforbruk ved returføring av henholdsvis uoppløst kalk fra flokkuleringsbassenget og biologisk/kjemisk rensede avløpsvann.

Praktiske forsøk med dosering av kalkslurry med pumpe har vist at hyppig vannspyling av pumpe og slanger motvirker gjentettinger.

For å unngå problemer ved lagring av dosering av kalk må det anvendes utstyr som er spesielt utviklet for dette formålet. Kalken bør lagres i silo, eventuelt kan det benyttes ferdig utblandet slurry. Silo eller lagertank må plasseres så nær doseringspunktet som mulig. Ved utblanding av slurry og dosering med pumpe, bør spede vannet passere en magnetiseringsenhet for å motvirke beleggdannelse. I tillegg bør det anordnes automatiske vannspyling av pumpe og slanger.

## 1. BAKGRUNN

Bruk av kalk som fellingskjemikalium er lite utbredt her i landet. I den landsomfattende statistikken for renseanlegg (1) er det bare registrert ca. 10 anlegg hvor det benyttes kalk som fellingskjemikalium. Det er en rekke årsaker til disse forholdene; en hovedårsak er oppfatningen om at bruk av kalk automatisk medfører en rekke driftsproblemer og arbeidsmiljøproblemer på anleggene. I rapporten "Driftserfaringer fra kalkstabiliseringsanlegg" (2) er blant annet følgende problemer rapportert:

- Gjentetting i silo og transportskruer
- Kalkavsetninger i kanaler og bassenger
- Gjentetting av doseringsledninger
- Støvproblemer ved påfylling av silo og ved dosering.

Bruk av kalk som fellingskjemikalium medfører også en rekke fordeler. Her kan nevnes:

- Enklere styringssystem for kjemikaliedoseringen. Ved kalkfelling må det doseres tilstrekkelige mengder kalk til å heve pH over en viss terskelverdi
- Lav alkalitet på avløpsvannet medfører i mange tilfeller at det kan være problematisk å opprettholde stabil fellings-pH ved bruk av treverdige metallsalter. Ved bruk av kalk vil ikke dette problemet opptre
- Ved kalkfelling produseres et slam som kan lagres uten store luktproblemer.
- Kalkfelt slam vil gi et betydelig tilskudd av kalk ved spredning på jordbruksområder hvor det er behov for kalking.

På bakgrunn av at problemer med håndtering og dosering av kalken er en av de viktigste årsakene til at kalkfelling ikke blir benyttet i noe særlig omfang her i landet, ønsket Statens forurensningstilsyn (SFT) å fremskaffe mer informasjon om dette temaet. NIVA fikk derfor i oppdrag å gjennomføre prosjektet "Kalkfelling på små kjemiske renseanlegg". I tillegg til SFT har Franzefoss Bruk A/S bidratt økonomisk til gjennomføring av prosjektet.



## 2. PROGRAM FOR PROSJEKTET

Målsettingen for prosjektet har vært å fremskaffe erfaringsmateriale fra dosering av kalk, samt skissere aktuelle tekniske løsninger. Det er lagt vekt på løsninger som er tilpasset små renseanlegg. I praksis vil dette bety anlegg mindre enn 100 til 2000 p.e. Prosjektet har ikke behandlet de prosesstekniske sidene ved kalkfelling. I den sammenheng henvises det til (3) og (4).

Prosjektet er delt i to hoveddeler:

- a) Befaring med innhenting av driftserfaringer fra 17 anlegg i Norge og Sverige med kalkfelling
- b) Forsøk med dosering av kalk, gjennomført ved NIVA's forsøksstasjon.

### 3. DRIFTSERFARINGER FRA RENSEANLEGG MED KALKFELLING

#### 3.1. Oversikt over renseanlegg som inngikk i undersøkelsen

I alt er det gjennomført besøk til 14 anlegg, for 2 anlegg er det innhentet opplysninger med spørreskjema, for ett anlegg er opplysninger fra en tidligere befaring benyttet. I tabell 1 er det gjort en sammenstilling av formelle opplysninger om anleggene.

Tabell 1. Oversikt over prosess, dimensjonerende belastning og aktuell belastning.

NAVN	NASJONALITET	KOMMUNE	PROSESS	DIM.PE (pe)	TILKN. (pe)	MIDLERE DØGN TILRENNING (m <sup>3</sup> /d)	MERKNAD
Vessigebro	S	Falkenberg	Etterfelling	2.000	900	400	Akt.slam, flokkulering, sedimentering
Köinge	S	"	Primærfelling	400	210	100	Sil, flokkulering, sedimentering
Fagered	S	"	Primærfelling	400	250	-	Slamavskiller, flokkulering, sedimentering
Ullared	S	"	Etterfelling	1.400	700	-	Akt.slam, flokkulering, sedimentering
Sibbarp	S	Varberg	Etterfelling	200	70	35	Akt.slam, flokkulering, sedimentering
Tvååker	S	"	Etterfelling	3.000	1.850	900	Akt.slam, flokkulering, sedimentering
Torup	S	Hylte	Etterfelling	2.500	1.300	600	Ringkanal, flokkulering, sedimentering
Drängesred	S	"	Primærfelling	190	100	-	Slamavskiller, flokkulering, sedimentering
Hyltebruk	S	"	Etterfelling	5.000	3.500	-	Forsed, biofilter, flokkulering, sedimentering
S. Unnaryd	S	"	Etterfelling	1.000	650	-	Akt. slam, flokkulering, sedimentering
Timmele	S	Ulricehamn	Etterfelling	3.000	2.050	1.200	Sil, akt.slam, flokkulering, sedimentering
Sättila	S	Mark	Etterfelling	2.000	900	450	Biofilter, flokkulering, sedimentering
Nysäter 1)	S	Säffle	Primærfelling	-	200	75	Slamavskiller, flokkulering, sedimentering
Salen	N	Bamble	Primærfelling	14.000	10.000	2.500	Sandfang, flokkulering, sedimentering
Homborsund	N	Grimstad	Primærfelling	550	30	-	Sandfang, flokkulering, sedimentering
Rindal 2)	N	Rindal	Etterfelling	2.750	1.800	600	Forsed, biorotor, mellomsed, flokkulering, ettersedimentering
Ostangen 2)	N	Klæbu	Sekundærfelling	3.800	3.400	1.200	Forsed, flokkulering, ettersedimentering.

1) Opplysninger innhentet fra (4)

2) Ikke befaring, bare spørreskjema.

Som det fremgår av tabellen er samtlige anlegg bortsett fra ett forholdsviss små. Et spesielt trekk ved de svenske anleggene er at de har lang erfaring med bruk av kalk.

Tabell 2. Opplysninger om kalktyper, doseringsmengder, doseringstørrelse etc.

NAVN	NASJONALITET	PROSESS	KALKTYPE	DOSERING (g/m <sup>3</sup> )	FELLINGS-pH	LAGRING AV KALK	DOSERINGSFORM
Vessigebro	S	Etterfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	340		Total kalksilo	Tørrdosering til hovedvannstrøm
Köinge	S	Primærfelling	Bolider våtkalk	330		Slurrytank	Våtdosering med pumpe
Fagered	S	Primærfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	370	11,3	Total kalksilo	Tørrdos. til hovedvannstrøm
Ullared	S	Etterfelling	"	280	-	"	" " "
Sibbarp	S	Etterfelling	"	530	11,3	"	" " "
Tvååker	S	Etterfelling	"	450	10-11	Zickert-kalksilo	Tørrdos. til kalkoppløser varierende slurrykonsentrasjon
Torup	S	Etterfelling	Ca O	300	12	"	Tørrdos. til lesker varierende slurrykonsentrasjon
Drängesred	S	Primærfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	300	11-12	Total kalksilo	Tørrdos. til hovedvannstrøm
Hyltebruk	S	Etterfelling	Ca O	210	11,6-11,7	"	Tørrdos. til lesker, varierende slurrykonsentrasjon
S. Unnaryd	S	Etterfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	200	11,6-11,7	"	Tørrdos. til hovedvannstrøm
Timmele	S	Etterfelling	"	150	11	H. Carlson kalksilo	Tørrdos. til kalkoppløser, varierende slurrykonsentrasjon
Sättila	S	Etterfelling	"	500	11,5-12	Total kalksilo	Tørrdos. til hovedvannstrøm
Nysäter	S	Primærfelling	"	-	-	"	Tørrdos. til oppløser slurry med konstant kons. dos. med pumpe
Salen	N	Primærfelling	Norgas slurry				
			Ca(OH) <sub>2</sub>	300	-	"	Våtdos. fra kalkoppløser
Homborsund	N	Primærfelling	Norgas slurry	-	-	Slurrybass.	Våtdos. med pumpe fra slurrybasseng
Rindal 1)	N	Etterfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	200 <sup>1)</sup>	9,0	Total kalksilo	Våtdos. med pumpe fra slurrybasseng
Ostangen 1)	N	Sekundærfelling	Ca(OH) <sub>2</sub>	-1)	9,0	"	Våtdos. med pumpe fra slurrybasseng

1) Felling med kalk og Fe SO<sub>4</sub>

Hydratkalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) var det vanligste kalkproduktet, to anlegg benyttet ulesket kalk ( $\text{CaO}$ ) som ble lesket på anlegget. Av de svenske anleggene benyttet ett anlegg ferdig tilberedt slurry (Boliden våtkalk), mens to norske anlegg benyttet kalkslurry fra Norgas.

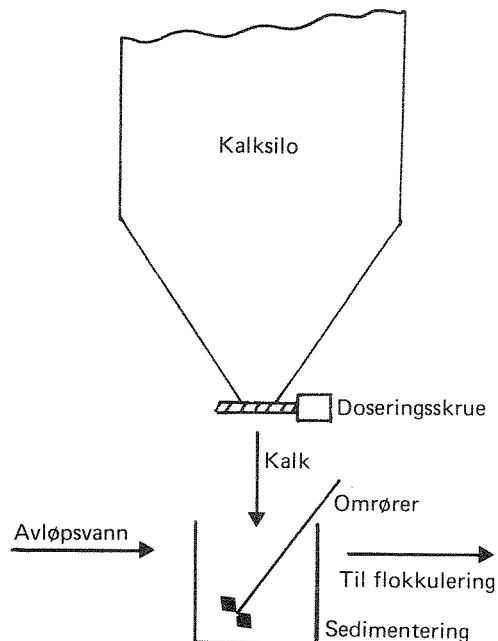
Tallene som er angitt for doseringsmengder er angitt av driftspersonalet eller driftsledelsen. Erfaringsmessig forårsaker feil ved vannmåleren også betydelige feil ved beregning av doseringsmengder. Dette kan være tilfellet med enkelte av verdiene som er gitt i tabell 2.

Av anleggene som ikke benyttet ferdig utblandet slurry, hadde samtlige anlegg bortsett fra ett, silo for oppbevaring av kalken. Kalken ble med andre ord transportert i bulk fram til anlegget. Ett anlegg benyttet kalk i 25 kg sekker. Disse ble fylt i en doseringsenhet en til to ganger pr. uke. Håndtering av sekkene ga tildels store støvproblemer.

### 3.2. Ulike prinsipper for dosering av kalk

#### 3.2.1. Tørrdosering av kalk direkte fra silo til vannstrøm eller blandekammer, prinsipp A

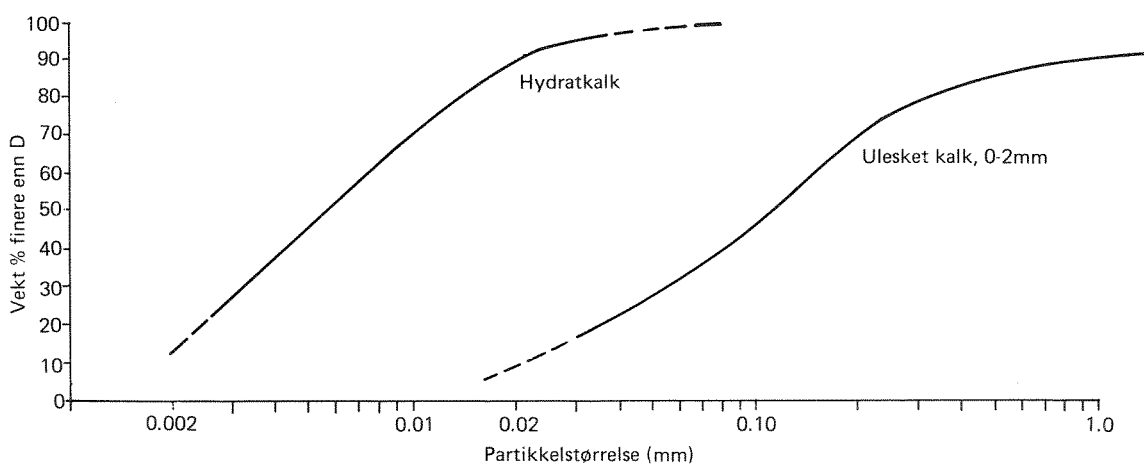
I alt 8 av de 17 undersøkte anleggene benyttet dette prinsippet (se figur 1).



Figur 1. Tørrdosering av kalk direkte til vannstrømmen - Prinsipp A.

Doseringskruene i siloen er vanligvis styrt av vannføringen. Som regel blir kalken ført ut i en transportskrue. Den skur kalken frem til en trakt som munner ut nede i vannstrømmen. Innblanding skjer enten ved hjelp av luft eller ved propellomrører.

Driftserfaringer med silo: (Gjelder for alle anlegg med silo, uansett doseringsprinsipp). Hydratkalk har en stor andel finpartikulært materiale. I figur 2 er det vist siktekurver for typiske kvaliteter av henholdsvis hydratkalk og ulesket kalk.

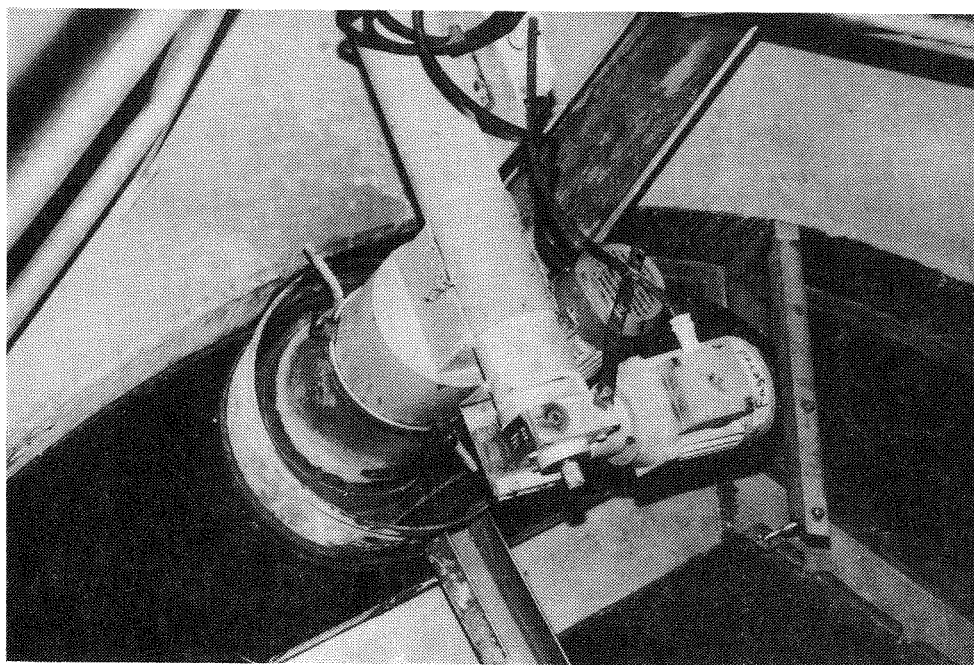


Figur 2. Siktekurver for henholdsvis hydratkalk og ulesket kalk.

Hele 97 % av hydratkalken har en kornstørrelse mindre enn 0,044 mm. Tilsvarende fraksjon utgjør bare 24 % av den aktuelle kvaliteten ulesket kalk. Kalkens spesielle konsistens gjør at det ved lagring og dosering (både hydratkalk og ulesket kalk) må benyttes silo og doseringsutstyr som er spesielt utviklet for kalk. Helningen på siloens skråflater må ikke være mindre enn 60 %. Utmatingsåpningen (bunnarealet) bør være så stort som mulig. Det bør også benyttes doble doseringskurver. Dette systemet er blant annet benyttet på Tomal kalksilo. Siloen må være utstyrt med slegge eller vibrator som kan styres med tidsur.

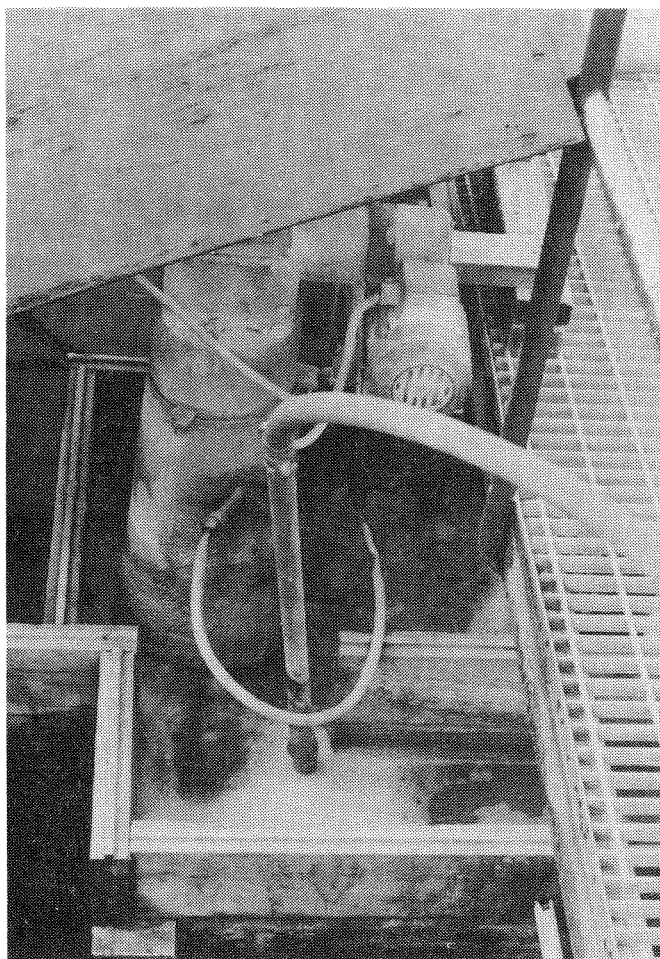
Hoveddelen av anleggene som inngikk i undersøkelsen hadde spesielt utformet kalksiloeer (Tomal). Det ble ikke registrert noen store driftsproblemer med disse silotypene. I ett tilfelle hadde en leveranse med fuktig kalk medført gjentettingsproblemer i doserings-skruene.

Driftserfaringer med innblanding av kalk: På 8 av de svenske anleggene ble hydratkalken dosert direkte til hovedvannstrømmen. Praktiske erfaringer hadde vist at oppholdstiden i innblandingskammer og flokkulering bør være 5-10 minutter. På tre av de minste anleggene ble kalken tilsatt i et lite innblandingskammer, plassert inne i sedimenteringsbassenget. Fra innblandingskammeret ble vannstrømmer ført til innløpssylinderen i sedimenteringsbassenget. Et eksempel på dette er vist i figur 3.



Figur 3. Innblandingskammer plassert inne i sedimenteringsbassenget på et anlegg dimensjonert for 400 pe.

På 3 anlegg hadde mange gått over fra aluminiumsulfat til hydratkalk som fellingskjemikalium. I disse tilfellene var det opprinnelige flokkuleringsvolumet blitt redusert betydelig ved innsetting av plankevegger. Et eksempel på dette er vist i figur 4.



Figur 4. Tørrdosering av kalk til flokkuleringsbasseng med innsatte plankevegger.

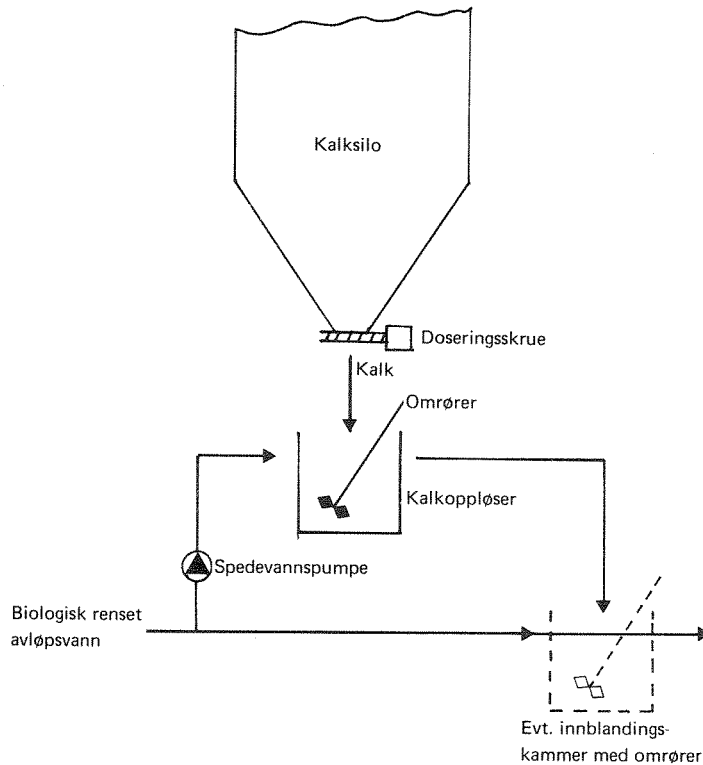
I innblandingskammeret var det omrøring enten med luft eller propellomrører. Propellomrøreren hadde en rotasjonshastighet på 110-120 omdr./min. Hvis rotasjonshastigheten øket noe særlig utover dette ble det problemer med beleggdannelse på omrøreren.

På ett anlegg som benyttet grovhulldiffusor (hulldiameter 7-10 mm) hadde det vært problemer med gjentetting av hullene. Dette ble løst ved å trekke en tynn gummislange over hullene.

3.2.2. Tørrdosering av kalk til oppløser, utblanding av slurry med varierende konsentrasjon, prinsipp B

På 3 av de besøkte anlegg ble en konstant delstrøm av det biologiske rensede avløpsvannet pumpet til en kalkoppløser. På bakgrunn av oppgitt doseringsmengde samt uttatt prøve av ferdig kalkslurry, er det beregnet at delstrømmen varierte mellom 2 og 10 % av midlere vannføring på anleggene som benyttet dette prinsippet.

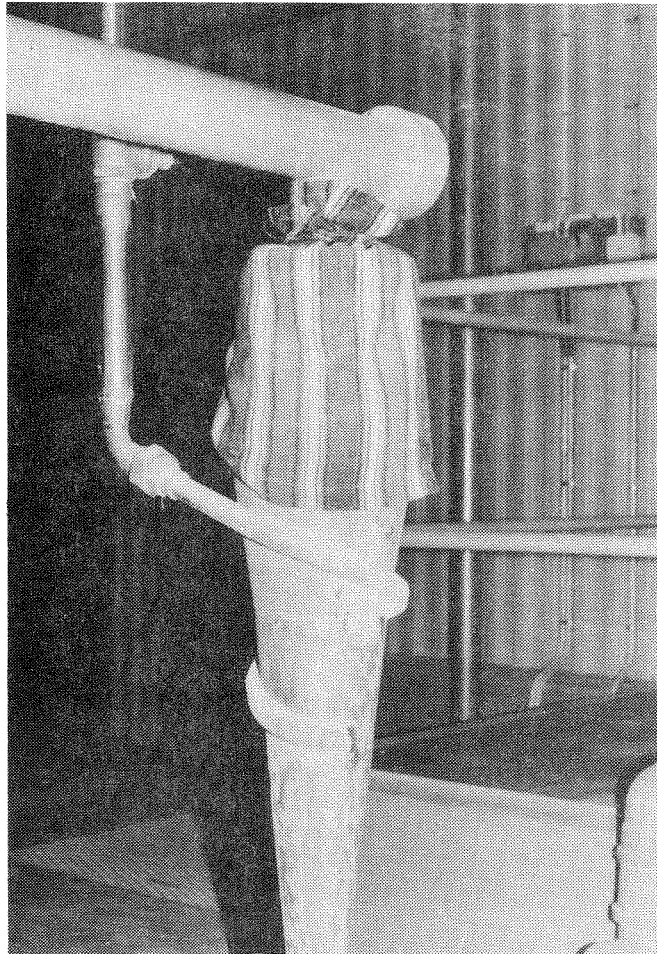
To anlegg benyttet hydratkalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) og to anlegg benyttet ulesket kalk ( $\text{CaO}$ ). Figur 5 viser skjematisk hovedprinsipp B.



Figur 5. Tørrdosering av kalk til oppløser - Prinsipp B.

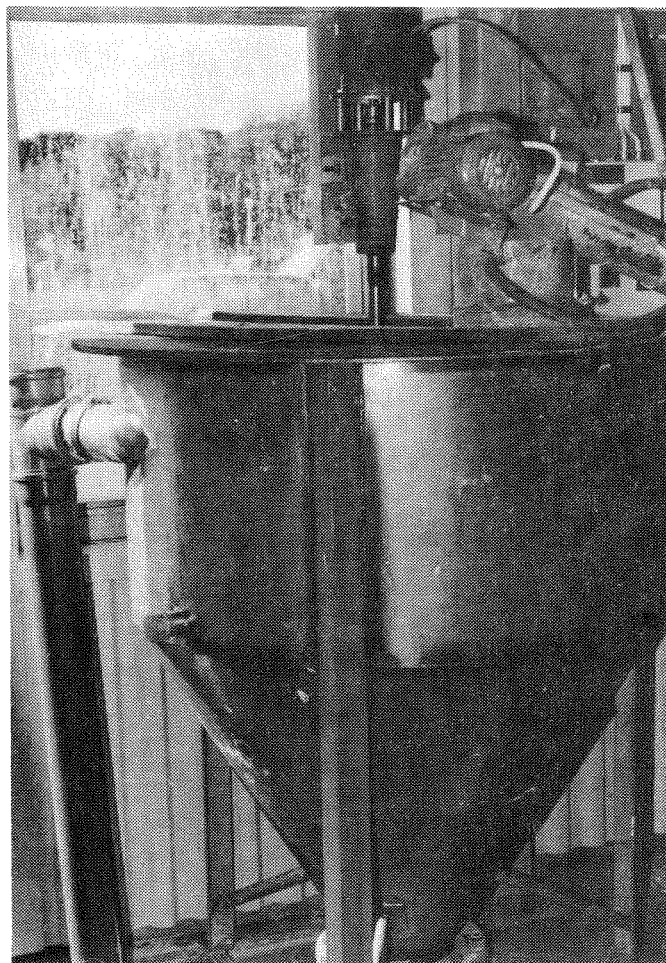
Oppløseren som ble benyttet var av forskjellig type. Innblandingen av kalk skjedde som regel med en propellomrører. Hastigheten på denne var 110-120 omdr. pr. minutt. Figur 6 viser traktformet oppløser for hydratkalk. Utløpet fra oppløseren var 75 mm. Nærmere omtale av dette anlegget er gitt i bilag 1.





Figur 6. Traktformet oppløser for hydratkalk ( $\text{Ca(OH)}_2$ ).

Som nevnt ble det på to anlegg benyttet ulesket kalk. Figur 7 viser eksempel på lesker. Pumpene som pumpet biologisk rensset avløpsvann fram til leskeren var forriglet med doseringskruen på kalksiloen. Eventuell svikt i vannpumpen medførte også stans i doseringskruen. Fortsatt utmating av kalk etter at vannmengden hadde stanset kan raskt føre til en farlig situasjon på grunn av ukontrollert utvikling av varme som følge av leskeprosessen.

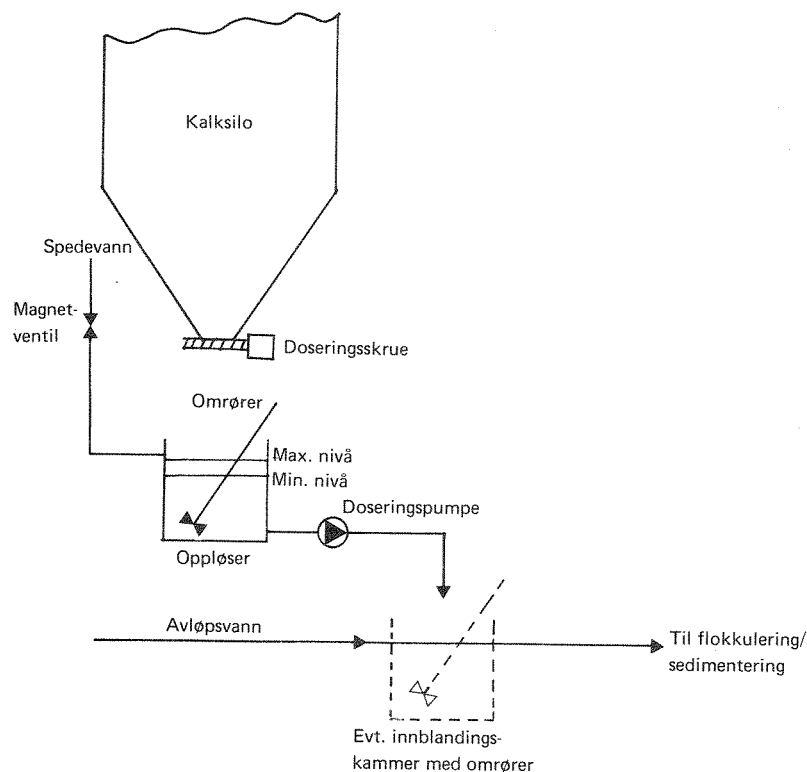


Figur 7. Kontinuerlig lesker for ulesket kalk ( $\text{CaO}$ ).

Propellomrøreren hadde en hastighet på ca 300 omdr. pr. minutt. Det var ikke registrert noen spesielle driftsproblemer med dette utstyret. Rengjøring av oppløsere og leskere ble gjennomført fra 1 til 4 ganger pr. år.

### 3.2.3. Tørrdosering av kalk til oppløser, utblanding av slurry med konstant konsentrasjon, dosering med pumpe. Prinsipp C

På fire av anleggene som inngikk i undersøkelsen, ble det automatisk blandet ut en slurry med tilnærmet konstant konsentrasjon. Slurryen ble så dosert med pumpe som var styrt av vannmengden. Dette prinsippet er vist på figur 8.

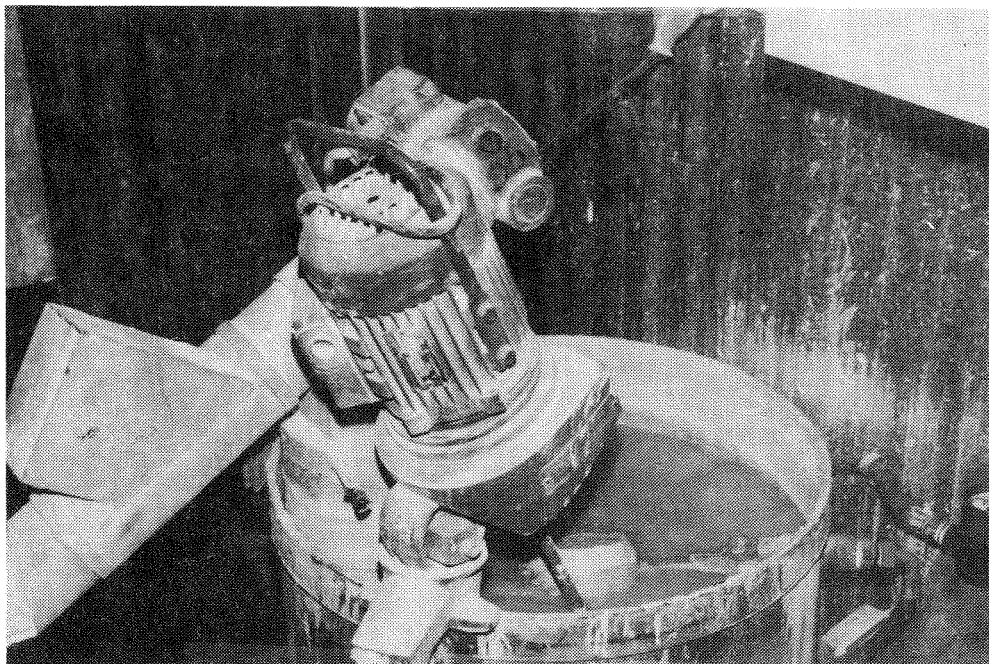


Figur 8. Utblanding av slurry med konstant konsentrasjon, dosering med pumpe. Prinsipp C.

Nivåfølere i utblandingskammeret avgjør når ny utblanding av slurry skal skje. Ved lavt nivå åpner en magnetventil og spedevann blir tilført, samtidig starter doseringskruen i kalksiloen. Innstilt omdreiningshastighet og gangtid på doseringskruen bestemmer utmatet kalkmengde. Når nivået i blandekammeret når høyt nivå, stenges spedevannstilførselen.

På ett anlegg var det registrert store problemer med igjentetting av slanger og doseringspumpe. Doseringspumpe og slanger måtte demonteres 1 gang pr. uke. Ved å foreta en magnetbehandling av spedevannet ble disse problemer betydelig redusert. Inspeksjon og enklere rengjøring er nå nødvendig ca. 1 gang pr. måned. Vedrørende magnetbehandling henvises til pkt. 4.3.

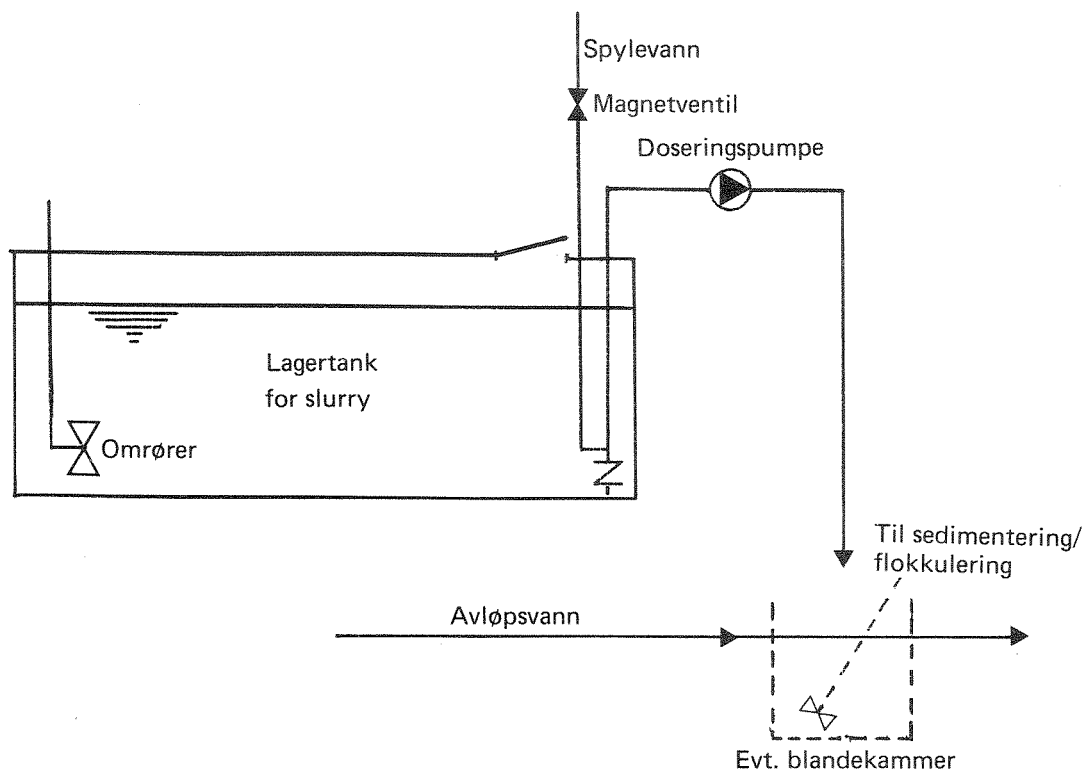
Figur 9 viser eksempel på oppløser med propellomrører (100-120 omdr./-min.), samt flottørventil for regulering av spede vannstilførsel.



Figur 9. Oppløser med propellomrører.

#### 3.2.4. Dosering av ferdig utblandet kalkslurry. Prinsipp D

Tre anlegg benyttet ferdig utblandet slurry (ett anlegg benyttet både prinsipp C og D). Slurryen ble transportert til anlegget i tankbil. En doseringspumpe styrt av vannmengden, doserer så direkte fra lager-tanken. Denne løsningen er i prinsipp vist på figur 10.



Figur 10. Opplegg for dosering av ferdig utblandet kalkslurry. Prinsipp D.

Ferdig utblandet kalkslurry har normalt en konsentrasjon fra 15 til 20 %. For å hindre sedimentering i lagertanken var denne på to av anleggene utstyrt med en kraftig omrører (Flygt). Hastigheten på omrøreren var ca. 1500 omdr./min. På ett av anleggene var det automatisk gjennomspyling av doseringsopplegget med rentvann. Sviktende funksjon av en tilbakeslagsventil på sugesiden, medførte at det skjedde en gradvis fortynning av slurryen.

### 3.3. Optimaliseringstiltak

Returføring av henholdsvis uopløst kalk og rensed avløpsvann hadde gitt positive resultater på to anlegg. I det første tilfellet hadde man gått over fra aluminiumsulfat til kalk som fellingskjemikalium. Innblanding av kalkslurry og flokkulering skjedde i et basseng på ca. 15 m<sup>3</sup> med lufting. En del av den tilsatte kalken sedimentert i bassenget. Ved å montere to mammutpumper som pumpet opp i en renne som

førte fram til doseringspunktet for kalk, oppnådde man å redusere kalkforbruket med 20 %. Bedre utnyttelse av kalken var sannsynligvis årsaken til dette.

Returføring av rensset avløpsvann førte på en annet anlegg til en reduksjon i kalkforbruk på ca. 40 %. Returført vannmengde varierte i området 12 til 15 %. Sannsynligvis var det den høye pH-verdien i det returførte vannet som var hovedårsaken til denne positive virkningen.

## 4. PRAKTISKE FORSØK

### 4.1. Generelt

Den gjennomførte befaringen til 17 norske og svenske renseanlegg viste at det var få problemer forbundet med dosering av kalk, enten ved tørrdosering direkte til vannstrømmen, eller ved tørrdosering til oppløser. Ved pumping av kalkslurry var det i ett tilfelle registrert store gjentettingsproblemer både i pumpe og doseringsslangen.

For å undersøke nærmere hvor raskt gjentetting av pumpe og slange oppstår, ble det gjennomført forsøk med pumping av kalkslurry. I tillegg ble det gjennomført forsøk med en modifisert vakuumpøvetager. Hensikten med dette var å undersøke om prinsippet med oppsuging av et fast volum kalkslurry var mer driftsstabilt enn f.eks. doseringspumpen.

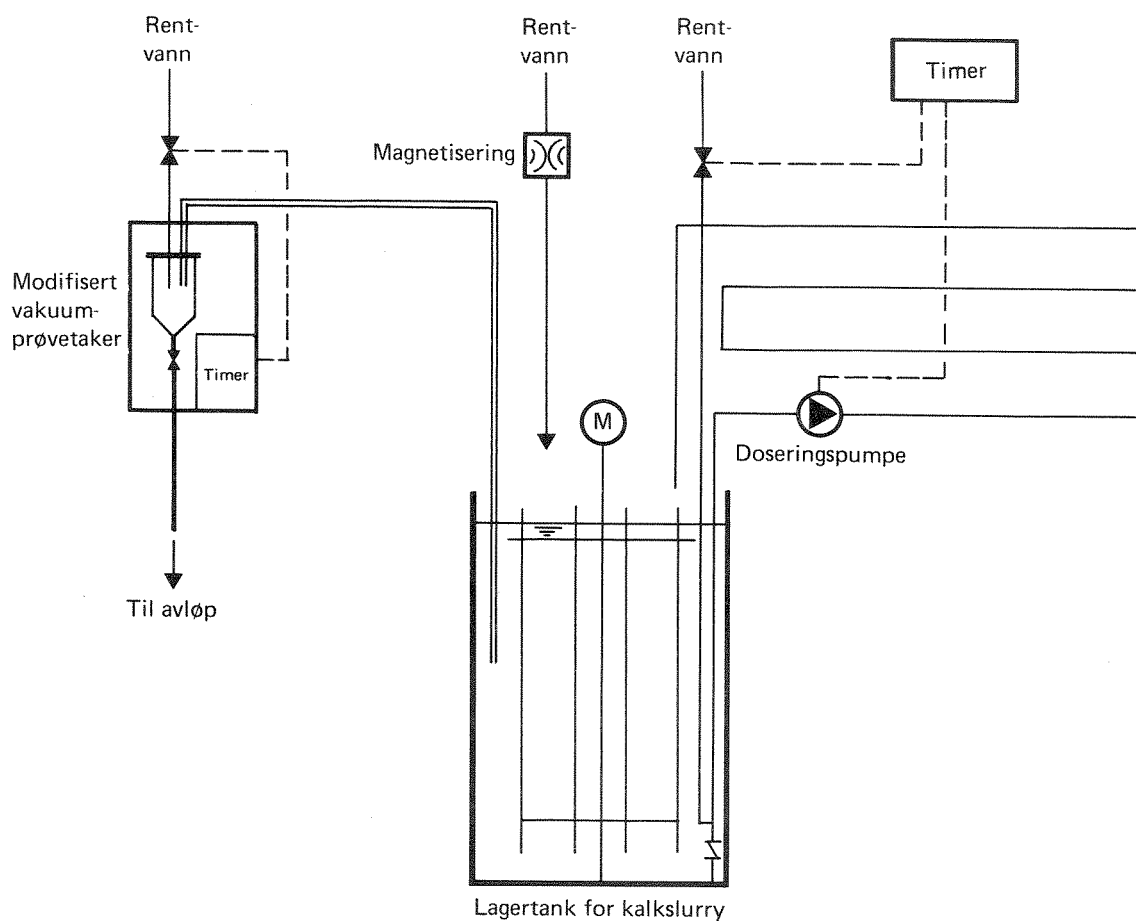
### 4.2. Beskrivelse av forsøksopplegg

I figur 11 er det vist en skjematisk framstilling av forsøksopplegget.

Det ble benyttet hydratkalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) i forsøkene. Denne ble blandet ut i en 500 l plasttank. Kun en type doseringspumpe ble benyttet. Dette har sammenheng med at det var vanskelig å få låne andre aktuelle slurrydoseringspumper, og kjøp av pumpene var forbundet med store kostnader.

#### 4.2.1. Membrandoseringspumpe

(se spesifikasjon i bilag 2). Pumpene var spesielt beregnet for dosering av kalkslurry.



Figur 11. Doseringsopplegg benyttet ved de praktiske forsøkene.

Pumpen har normalt automatisk spyling av pumpehus og suges/trykkslangen. I forsøket ble det koblet på en vannslange på pumpens sugesledning. Ved hjelp av en magnetventil og timer kunne gjennomspyling foretas med ønskede intervaller. Sugse og trykkslangen var laget av klar PVC med indre diameter 10 mm. Lengden på sugeslangen var ca. 2 m mens trykkslangen hadde en lengde på ca. 5 m.



#### 4.2.2. Prøvetager

(Se spesifikasjon i bilag 2). I en vakuumpøvetager blir en liten beholder satt under vakuum ved hjelp av en vakuumpumpe. En magnetventil åpner og et på forhånd innstilt volum kalkslurry blir suget opp fra blandetanken. En annen magnetventil åpner deretter og slipper dette volumet ut til doseringspunktet. Prøvetageren som ble benyttet var påmontert en dyse som spylet ren vakuumbeholder og doseringsslange etter hver doseringssyklus.

Det vil neppe være aktuelt å benytte en prøvetager til dosering av kalkslurry på et fullskala renseanlegg. Prinsippet som prøvetageren bygger på kan imidlertid danne grunnlag for utvikling av en egen doseringsenhet.

#### 4.3. Magnetbehandling av spedevann ved utarbeiding av slurry

Beleggdannelse i rør og apparater som behandler eller transporterer vann er normalt. I hovedsak er det kalsium eller magnesiumsalter som forårsaker beleggdannelsen. Dette vil selvsagt også være tilfelle ved utblanding og dosering av kalkslurry. Utfelling av kalsiumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) på renner, i rørledninger og i pumper, er kjente problemer fra renseanlegg som benytter kalkfelling.

Det er rapportert (5 og 6) at magnetbehandling av spedevannet ved utblanding av kalkslurry har medført redusert beleggdannelse. Dette har igjen ført til reduserte gjentettingsproblemer og øket driftsstabilitet på doseringsutrustningene.

Magnetbehandlingen består i å la spedevannet passere et naturlig magnetfelt før kalk tilsettes. Pr. idag foreligger ingen entydig forklaring på hvorfor beleggdannelsen avtar etter denne behandlingen

Magnetiseringsenheten hadde et effektivt gjennomløpsareal på  $1,12 \text{ cm}^2$ , vannføringen som ble benyttet var 800 l/m. Nærmere spesifikasjoner er gitt i bilag 2.

#### 4.4. Forsøksperiode 1 (22 døgn). Dosering av kalkslurry, magnetbehandling av spedevannet

Det ble blandet ut en slurry med teoretisk konsentrasjon 20 %. En prøve viste at virkelig konsentrasjon var 17 %. Dette har sammenheng med at en del av kalken sedimenterte i blandetanken selv om denne var utstyrt med grindomrører.

##### 4.4.1. Dosering med pumpe

Doseringspumpen gikk med konstant frekvens. Hyppige målinger viste at dosert mengde avtok hvis ikke spyling av slangen og pumpehus ble gjennomført. Uten spyling avtok kapasiteten i gjennomsnitt med 8 % i løpet av 24 timer. Visuelt kunne det observeres minimal beleggdannelse i suge og trykkslange. Kapasitetsreduksjoner var forårsaket av beleggdannelse/avsetninger i pumpehuset. Gjennomspyling av slangen og pumpe i 30 sek. gjorde at kapasiteten igjen økte til utgangsverdien.

##### 4.4.2. Dosering med vakuumpøvetager

Det var ikke beleggdannelse i slanger eller vakuumbeholder. Målinger viste at dosert mengde holdt seg tilnærmet konstant når vannspyling ble gjennomført. Spyletiden etter hver doseringssyklus var 10 sek.

#### 4.5. Forsøksperiode 2 (21 døgn). Dosering av kalkslurry, ikke magnetbehandling av spedevann

Det ble blandet ut en slurry med teoretisk konsentrasjon 20 %. I dette tilfellet var virkelig konsentrasjon bare 15 %.

##### 4.5.1. Dosering med pumpe

Det ble registrert noe beleggdannelse i suge og trykkslange. Pumpekapasiteten avtok imidlertid raskt hvis ikke spyling ble gjennomført. Det ble registrert en nedgang i dosert mengde på 22 % i løpet av 24 timer hvis ikke spyling ble gjennomført. Spyling i 30 sekunder gjorde at kapasiteten igjen øket til opprinnelig nivå.

##### 4.5.2. Dosering med pøvetager

Det var minimal beleggdannelse i slanger og vakuumbeholder. Målinger viste at dosert mengde holdt seg tilnærmet konstant. Spyletiden etter hver syklus var også nå bare 10 sek.

#### 4.6. Konklusjon

De praktiske forsøkene med bruk av pumpe viste at gjennomspyling av doseringsapparatet med faste intervaller var en forutsetning for å oppnå ønsket nøyaktighet i dosert mengde kalkslurry. Hyppigheten av spylingen kan variere med lengde på slanger og pumpetype. Automatikken som styrer spylefunksjonen bør være utformet slik at det kan gjennomføres fra 1 til 24 spylinger pr. døgn. Spyletiden bør kunne varieres i området 10 til 60 sek.

I forsøksserie 1 hvor det ble benyttet magnetbehandling av spede vannet var reduksjonen i pumpekapasitet mellom hver spyling mindre enn i forsøksserie 2, hvor det ikke ble benyttet magnetbehandling av spede vannet. Det kan ikke fastslås om det bare er magnetbehandlingen av spede vannet som er årsak til denne forskjellen. Det anbefales likevel å benytte magnetbehandling av spede vannet der det blandes ut slurry før videre dosering med pumpe.

## 5. ANBEFALINGER FOR UTFORMING AV FULLSKALA ANLEGG

Driftserfaringer fra 17 renseanlegg som benytter kalk som fellingskjemikalium viser at det er mulig å dosere kalk uten at det oppstår store driftsproblemer. Forutsetningen for dette er at det benyttes utstyr som er spesielt tilpasset for lagring og dosering av kalk. Denne type utstyr er kommersielt tilgjengelig.

### 5.1. Lagring av kalken

For lagring av kalken er det fire hovedalternativer:

- Silo
- Storsekk (600 - 1500 kg)
- Småsekk ( 25 kg)
- Ferdig utblandet slurry.

Det er mest vanlig å benytte silo for oppbevaring av kalken. Med mindre det anvendes ferdig utblandet slurry. Bruk av småsekker for manuell påfylling av en doseringsenhet er ikke å anbefale på grunn av støvproblemer som lett oppstår.

Storsekker, det vil si sekker på fra 600 til 1500 kg er til nå lite benyttet, driftserfaringer foreligger derfor ikke. For at storsekken skal være et aktuelt alternativ må anlegget utstyres med løfteutstyr (løpekatt, taljer etc.), for å håndtere storsekkene. I tillegg må det monteres en storsekktømmer over doseringsenheten. Tilsvarende utstyr benyttes i noen utstrekning ved produksjon av spesielle betongkvaliteter. Innhentede driftserfaringer fra dette bruket viser at støvutvikling i forbindelse med håndtering av de tomme sekkene er et problem. I tillegg vil håndtering og tømning av storsekkene være en arbeidskrevende operasjon. Pr. idag ansees derfor bruk av storsekker som lite aktuelt på små renseanlegg.

Siloer for lagring av kalk kan fåes i mange størrelser, fra ca  $5 \text{ m}^3$  og oppover. I alle tilfeller er det viktig at ingen skråflater i siloen har helning mindre enn  $60^\circ$ . Siloen må være utstyrt med slegge

eller vibrator for å hindre brodannelse i siloen. Denne må kunne styres ved hjelp av et tidsur. Utmateringsåpningen (bunntverrsnittet i siloen) bør være så stort som mulig. Doseringsskruene i bunnen av bør være dobbelte.

Lagringstanken for ferdig utblandet kalkslurry må utstyres med omrører for å hindre bunnfelling i bassenget. Det bør benyttes en enhet som er spesielt utviklet for å holde store væskevolumer (f.eks. Flygt) i bevegelse. Tradisjonelle grindomrørere bør ikke benyttes. Luftomrøring kan benyttes, men risikoen for gjentettinger er større. Selv ved god omrøring i lagertanken kan man forvente å måtte fjerne sedimentert materiale 1-2 ganger pr. år. For å hindre lange transportveier for oppløst kalk, så bør silo eller lagertank for slurry plasseres så nær tilsetningspunktet som mulig.

## 5.2. Doseringsopplegg

Det er fire hovedprinsipp som er aktuelt å benytte:

- Tørrdosering av kalk direkte til vannstrømmen eller blandekammer. Doseringsskruen i siloen er styrt av vannmengden
- Tørrdosering av kalk til en oppløser. En delstrøm av f.eks. biologisk rensed avløpsvann benyttes som spedevann. Doseringsskruen i siloen er styrt av vannmengden. Fra kalkoppløseren blir slurryen ført til doseringspunkter med selvfall
- Tørrdosering av kalk til oppløser og porsjonsvis utblanding av slurry. Slurryen blir så dosert med pumpe. Nivået i oppløseren gir signal til utblanding av slurry. Doseringsskruen i siloen går med konstant hastighet hver gang utblanding av slurry pågår. Hastighet og gangtid på skruen må kunne innstilles manuelt. Doseringspumpen er styrt av vannmengden
- Dosering av ferdig utblandet slurry med pumpe. Doseringspumpen er styrt av vannmengden.

Alle prinsippene har vist seg å fungere tilfredsstillende. Av viktige forutsetninger for god funksjon er:

- Ved tørrdosering av kalk til vannstrøm eller oppløser, må det være en god innblanding av kalken. Erfaringer har vist at omrørere med en hastighet på fra 100 til 150 omdreininger pr. minutt er egnet
- Ved bruk av doseringspumpe må det velges en type som er spesielt tilpasset for dosering av kalkslurry. Det må installeres automatisk spyling av doseringsslanger og pumpe. Spyletid og intervallene mellom hver spyling må kunne innstilles manuelt. Intervallene bør kunne varieres i området 1 til 24 timer. Spyletiden bør kunne varieres i området 30 til 60 sekunder. Kalkslurry er et slitende medium. Der hvor det benyttes membranpumpe må det alltid være membraner i reserve
- Ved utblanding av slurry og dosering med pumpe, anbefales magnetbehandling av spede vannet. Dette er ingen garanti mot beleggdannelse, men har i en rekke tilfeller vist seg å ha en positiv virkning
- For transport av kalkslurry bør det benyttes slanger som er lette å demontere
- For å gi mulighet for driftsoptimalisering bør det monteres permanent opplegg for retur av rensset avløpsvann, og kalkfelt slam til doseringspunktet.

6. LITTERATUR

- 1) Statens forurensningstilsyn (SFT): Avløpsrenseanlegg, Landsoversikt for 1982. Oslo 1983.
- 2) Harr, C., Mundal, S.: Driftserfaringer fra kalkstabiliseringsanlegg Prosjektrapport 6/1977, NTNf's Utvalg for drift av renseanlegg, 1977.
- 3) Eikum, A.S., Ofte, J., Harr, C., Balenter, P.: Kjemisk felling av kommunalt avløpsvann. PRA 24. Prosjektkomiteén for rensing av avløpsvann, Oslo 1979.
- 4) Vråle, L.: Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Delrapport 1. PRA - 2.1., NIVA 0-40171 A.
- 5) Johansen, O.J.: Felling med kalk i mindre renseanlegg kan løse mange driftsproblemer. Informasjonsbladet Drift 2/81. NTNf's Utvalg for drift av renseanlegg, 1981.
- 6) Hoff, H.K.: Permanentmagnet anvendt for å hindre kalkstensbelegg i rørledninger som transporterer kalksuspensjoner. Vann 4.73.
- 7) Ellingsen, F.T.: Kjelestensbelegg, hvordan belegg dannes, og metoder for å hindre at belegg dannes. Vatten 3,81 (209-221).

RAS/LIS

16.10.84

BILAG 1

Nærmere beskrivelse av anleggene som inngikk i undersøkelsen

RAS/LIS  
16.10.84



VESSIGEBRO, 2000 pe, FALKENBERG KOMMUNE

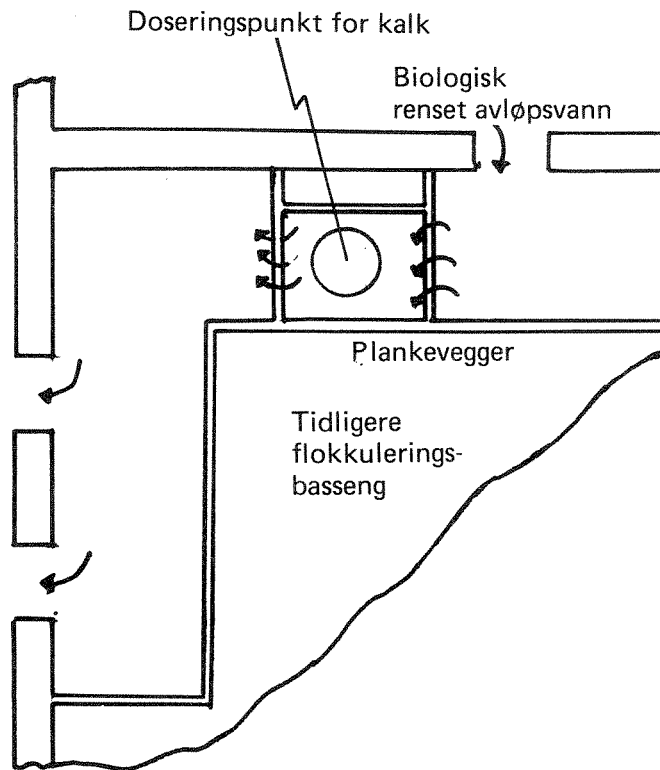
- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Gode erfaringer med kalkfelling.
- Anlegget har gått over fra aluminiumsulfat til kalkfelling.
- Flokkuleringsvolumet er redusert betydelig ved hjelp av av plankevegger. Oppholdstiden i flokkuleringstrinnet er ca. 5-10 min. Ingen omrøring bortsett fra luft i innblandingspunktet.
- Ved besøket ble det registrert kraftige fnokker.
- Grunnvannsforsyning i området.

Oppgitte rensresultater (middelverdier)

	<u>INN</u>	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	8,0	0,42
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	140	10
KOF (mgO/l)	475	60

Stikkprøver tatt ved befaringen

	<u>Biologisk rensset avløpsvann</u>
Alkalitet (mekv/l)	4,4
Kalsium (mgCa/l)	46,5
Magnesium (mgMg/l)	5,3



Figur 1.1. Skisse av innblandingspunkt for kalk.

KÖINGE, 400 pe, FALKENBERG KOMMUNE

- Primærfelling.
- Doseringsprinsipp D.
- Anlegget tatt i bruk i 1982.
- Ingen spesielle problemer med doseringsopplegget.
- Anlegget benyttet Bolidhen våtkalk. Slurrykonsentrasjonen oppgitt av leverandør; 25-30 %. Analyse av uttatt prøve 17,7 %.
- Lagertanken for kalkslurry var på 15 m<sup>3</sup>. Tanken var utstyrt med propellomrører, type Flygt, samt separat avtrekksvifte.
- Slurryen ble dosert med en membran-doseringspumpe, type Liquid Metro-nic. Pumpen ble styrt av vannmengden.
- Kalkslurryen ble tilsatt umiddelbart etter måleoverløpet. Innblandin-gen skjedde ved hjelp av propellomrører, hastighet 75-100 omdreininger.
- Grunnvannforsyning i området.

Oppgitte renseresultater (middelverdier)

	<u>INN</u>	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	6,7	0,9
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	170	30
KOF (mgO/l)	415	70

Stikkprøver tatt ved befaringen

	<u>Innløpsvann</u>	<u>Kalkslurry</u>
Alkalitet (mekv/l)	3,5	-
Kalsium (mgCa/l)	19,6	64.300
Magnesium (mgMg/l)	4,75	190
Slurrykonsentrasjon %	-	17,7

FAGERED, 400, FALKENBERG KOMMUNE

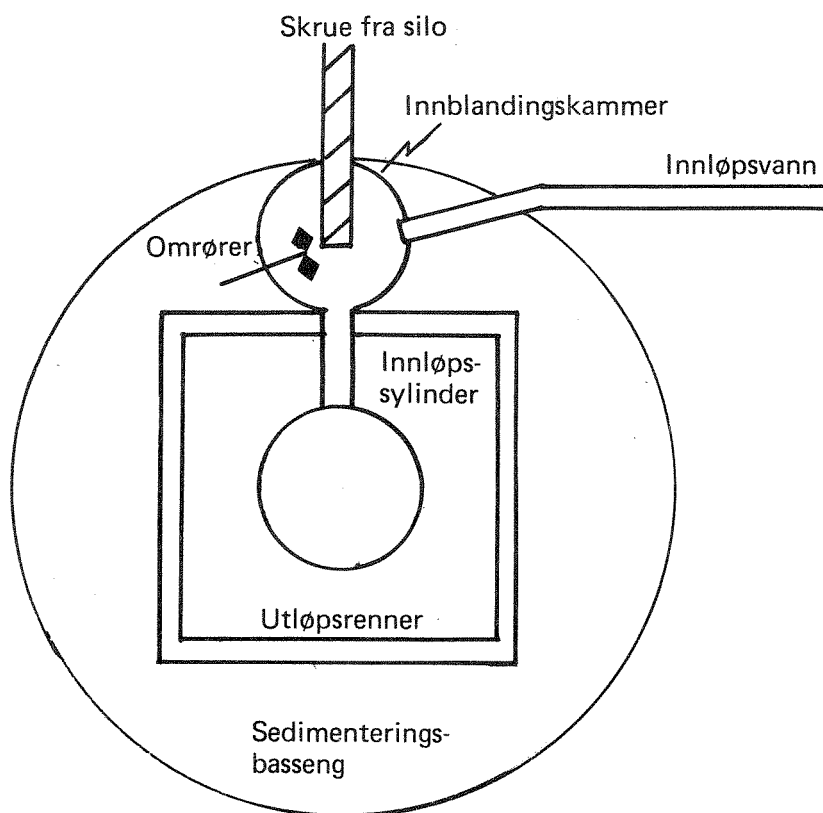
- Primærfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Ingen spesielle problemer med doseringsopplegget.
- Kort oppholdstid i flokkuleringstrinnet. Omrøreren har en hastighet på 100-120 omdreininger.
- Doseringsskuren i kalksiloen går en viss tid hver gang innløpspumpene til anlegget starter.
- Volum av kalksilo; 12 m<sup>3</sup>.
- Grunnvannsforsyning i området.

#### Oppgitte rensresultater

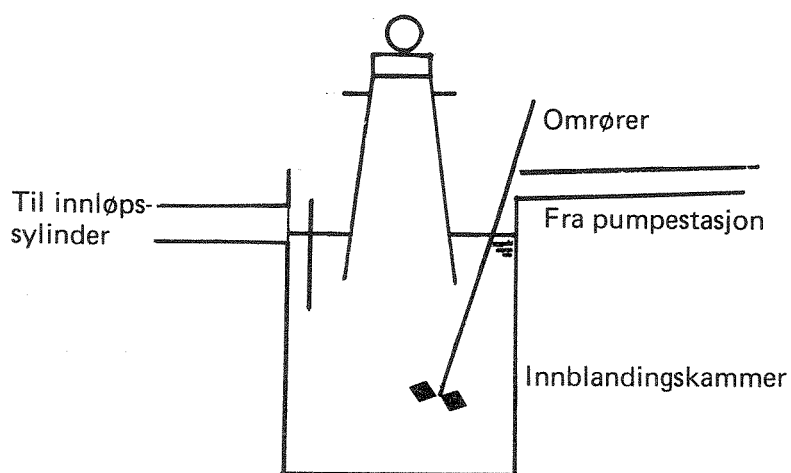
	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	0,47
KOF (mgO/l)	142

#### Stikkprøver tatt ved befaringen

	<u>Innløpsvann</u>
Alkalitet (mekv/l)	9,7
Kalsium (mgCa/l)	40,7
Magnesium (mgMg/l)	45,8



Figur 1.2. Sedimenteringsbasseng og doseringsopplegg, plan.



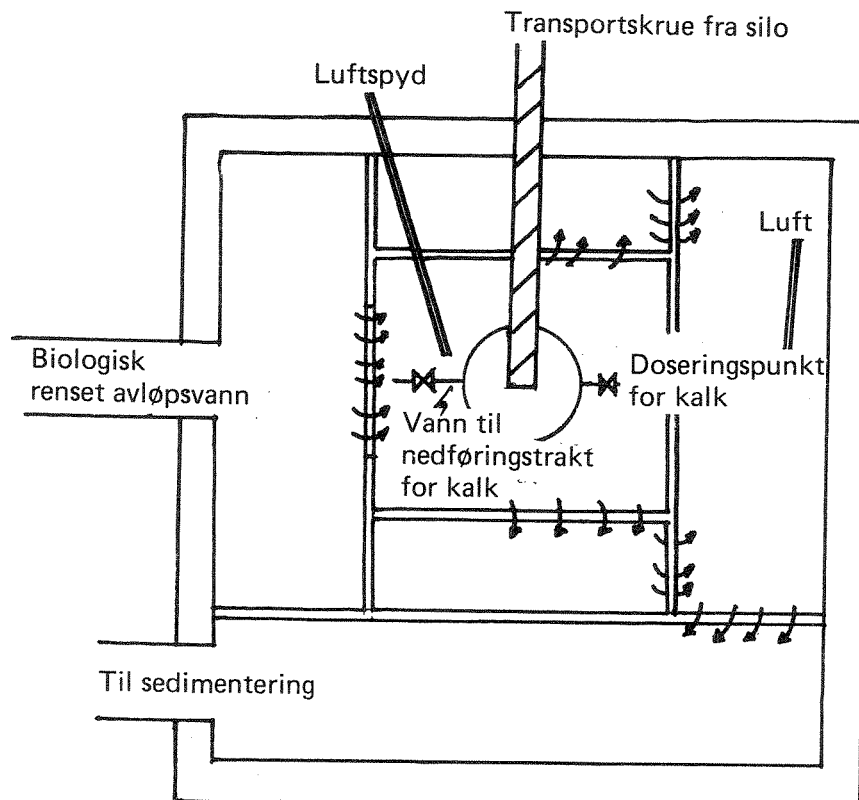
Figur 1.3. Snitt av innblandingskammer.

ULLARED, 1600 pe, FALKENBERG KOMMUNE

- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Ingen spesielle problemer med doseringsopplegget.
- Kort oppholdstid i flokkuleringstrinnet. Luftinnblåsing både direkte i innblandingskammeret (500 x 600 x 1250 mm dyp) og i kammeret etter. Det ble benyttet standard Toma1 kalksilo.
- Grunnvannforsyning i området.

Stikkprøver tatt ved befaringen

	<u>Biologisk rensed avløpsvann</u>
Alkalitet (mekv/l)	4,7
Kalsium (mgCa/l)	42,4
Magnesium (mgMg/l)	41,1



Figur 1.4. Skisse av tilsetningspunkt for kalk (ikke i målestokk).

SIBBARP, 200 pe, VARBERG KOMMUNE

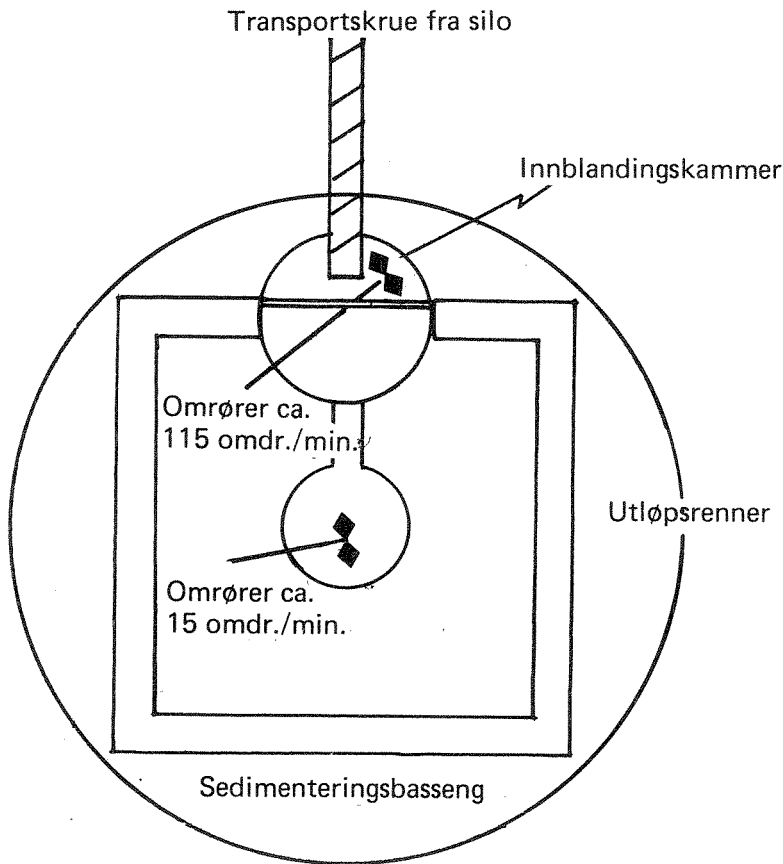
- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Det hadde vært noen tilfeller av gjentetting omkring doseringsskruene i kalksiloen. Likedan hadde det vært tilfeller av gjentetting i transportskruen.
- Innblandingskammeret var ca. 90 cm dypt. Nedføringstrakten for kalk munner ut ca. 10 cm under vannflaten. Omrøreren i innblandingskammeret hadde en hastighet på 115 omdr./min.
- På nedføringstrakten for kalk var det montert to spylestusser. En magnetventil åpnet hver gang slampumpen startet (1 gang pr. time).
- Innløpssylinderen var 1,5 m dyp. En propellomrører, 35 cm lang, roterte med en hastighet på 15 omdr./min.
- Driftsoperatøren understreket at god innblanding av kalken var uhyre viktig.
- Volum av kalksilo: 5 m<sup>3</sup>.
- Grunnvannsforsyning i området.

Oppgitte rensresultater

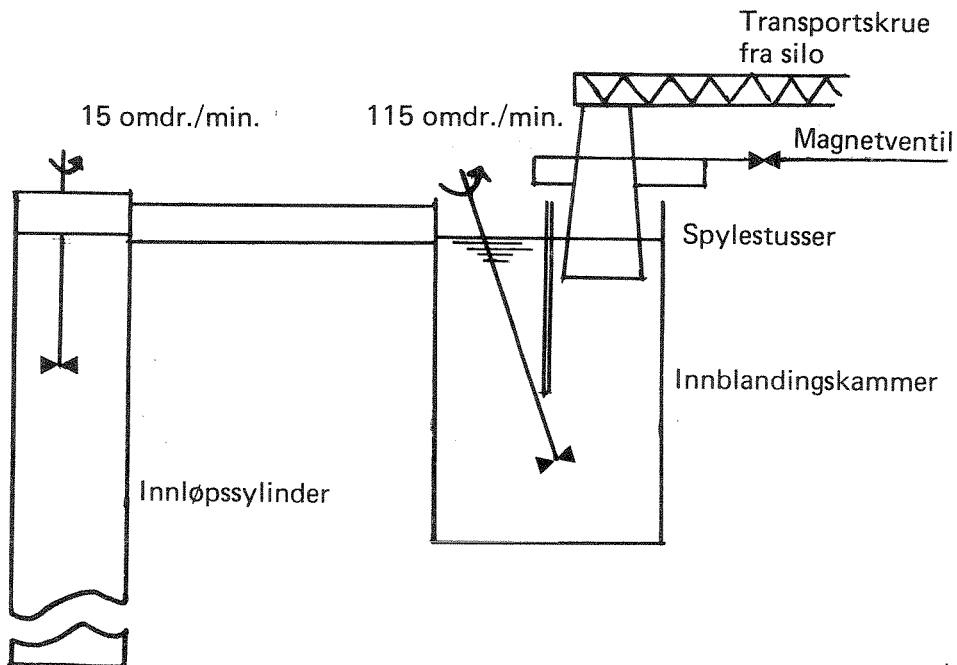
	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	0,15
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	15

Stikkprøver tatt ved befaringen

Alkalitet (mekv/l)	3,9
Kalsium (mgCa/l)	46,3
Magnesium (mgMg/l)	3,76



Figur 1.5. Sedimenteringsbasseng og doseringsopplegg, plan.



Figur 1.6. Snitt av innblandingskammer og innløpssylinder.



TVAAKER, 3000 pe, VARBERG KOMMUNE

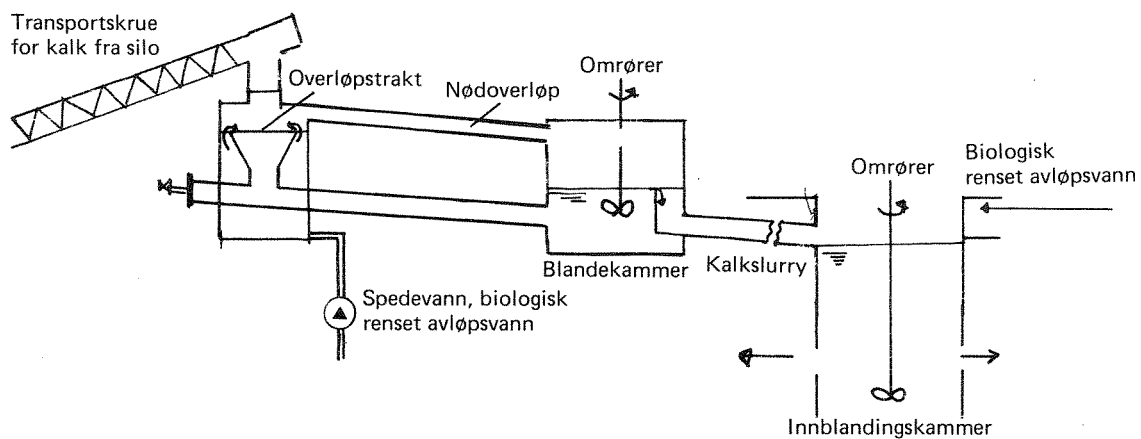
- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp B.
- Kalken doseres til et blandekammer. Samtidig tilføres en delstrøm (3-4 m<sup>3</sup>/h) av det biologisk rensede avløpsvannet tangentielt på bunnen av blandekammeret. Via et traktformet overløp blir kalkslurryen ført til et blandekammer med omrører. Deretter blir slurryen ført fram til et nytt blandekammer med omrører, hvor det skjer en innblanding i hovedstrømmen av biologisk rensed avløpsvann.
- Det var få driftsproblemer med doseringsopplegget. På grunn av liten helning på silobunnen var det en del problemer med gjentetting i siloen.
- Siktedyp i ettersedimenteringen: ca 3,5 m.
- Grunnvannsforsyning i området.

#### Oppgitte rensresultater

	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	0,5
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	15

#### Stikkprøver tatt ved befaringen

	Biologisk rensed avløpsvann	Kalkslurry
Alkalitet (mekv/l)	4,5	-
Kalsium (mgCa/l)	59,8	35,0
Magnesium (mgMg/l)	10,5	38,8
Slurrykonsentrasjon (%)	-	1,1



Figur 1.7. Snitt av kalkoppløser og innblandingskammer (ikke i målestokk).

TORUP, 2500 pe, HYLTE KOMMUNE

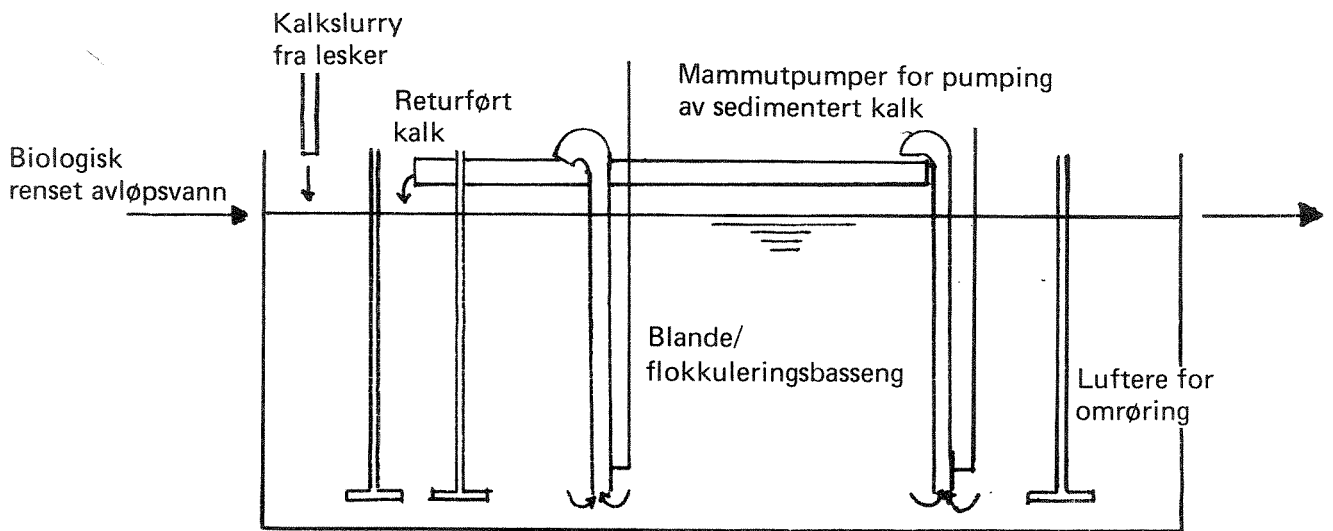
- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp B.
- Ulesket kalk benyttes som fellingskjemikalium. Den uleskede kalken doseres til en enkel lesker. Biologisk rensset avløpsvann blir ført tangentielt inn på bunnen av leskeren. Leskeren var lite egnet og skulle byttes ut.
- Kalkslurryen ble ført fra leskeren til et ca. 15 m<sup>3</sup> stort flokkuleringsbasseng. Tre stk. grovdifusorer sørget for omrøring. To stk. mammutpumper pumpet avsatt kalk fra bunnen av flokkuleringsbassenget og opp i en renne som munnet ut ved tilsetningspunktet for kalkslurry. Returføring av avsatt kalk hadde medført ca. 20 % reduksjon av kalkforbruket.
- Det var noe problemer med siloen, var blant annet helningen på silobunnen for liten.
- På årsbasis medførte bruk av ulesket kalk en kostnadsreduksjon på ca. 25 000 kr.
- Doseringen av kalk fra silo til lesker var vannmengdestyrt med pH-overstyrning. pH-elektrode plassert i flokkuleringsbassenget. pH-elektroden ble rengjort hver dag og skiftet ut en gang pr. år.
- Grunnvannsforsyning i området.

#### Oppgitte rensresultater

	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	0,46
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	57

#### Stikkprøver tatt ved befaringen

	Biologisk rensset avløpsvann	Kalkslurry
Alkalitet (mekv/l)	4,5	-
Kalsium (mgCa/l)	64,2	54,25
Magnesium (mgMg/l)	5,1	4,40
Slurrykonsentrasjon (%)	-	0,1



Figur 1.8. Snitt av innblandingsbasseng/flokkuleringsbasseng med mammutpumper for returføring av uopløst kalk (ikke i målestokk).

DRANGESRED, 200 pr, HYLTE KOMMUNE

- Primærfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Lite anlegg, tørrdosering av kalk til blandekammer med omrører (120-130 omdr./min).
- Kalken fylles på siloen, fra 25 kg sekker, 2-3 sekker medgår pr. uke.
- Store støvproblemer ved manuell påfylling. Motor for omrører og doseringsskrue hadde eget ventilasjonssystem.
- Anlegget så ut til å fungere, men en del arbeidsmiljøproblemer.
- Konstant dosering av kalk.
- Grunnvannsforsyning i området.

HYLETBRUK, 5000 pe, HYLTE KOMMUNE

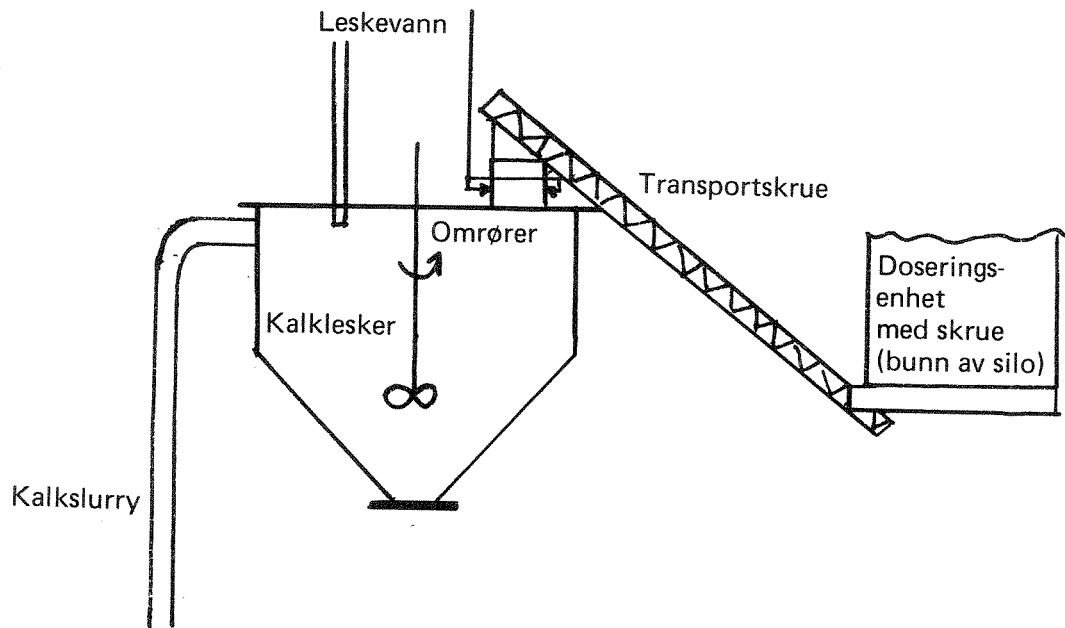
- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp B.
- Ulesket kalk føres med transportskrue til lesker. Leskeren har konisk bunn og volum på ca 500 l. Omrøreren i leskeren roterte med en hastighet på 300 omdr./min.
- Vann for lesking av kalken ble tilsatt direkte i leskeren. Denne vannmengden var stor, slik at temperaturhevingen på grunn av leskeprosessen var ubetydelig.
- Det ble registrert få problemer med doseringsopplegget.
- Overflatevannforsyning i området.

Oppgitte renseresultater (middelverdier)

Tot-P (mgP/l)	0,56
KOF (mgO/l)	46

Stikkprøver tatt ved befaringen

	Biologisk rensed avløpsvann	Kalkslurry
Alkalitet (mekv/l)	2,6	-
Kalsium (mgCa/l)	26	32.000
Magnesium (mgMg/l)	5,06	34,0
Slurrykonsentrasjon (%)	-	8,5



Figur 1.9. Snitt av kalklesker (ikke i målestokk).

SØDRE UNNARYD, 1000 pe, HYLTE KOMMUNE

- Etterfelling.
- Doseringsprinsipp A.
- Gammelt anlegg (bygd i 1968), gått over til kalkfelling fra AVR.
- Flokkuleringsvolumet er betydelig redusert ved hjelp av plankevegger.
- Kalken blir tørrdosert til et blandekammer, et luftspyd sørger for omrøring i blandekammeret.
- Via to små flokkuleringsbasseng blir avløpsvannet ført til sedimenteringsbassenget. I hvert flokkuleringsbasseng er det plassert to luftetrør. Oppholdstiden i flokkuleringsbassengene blir anslått til ca. 10 min.
- Grunnvannforsyning i området.

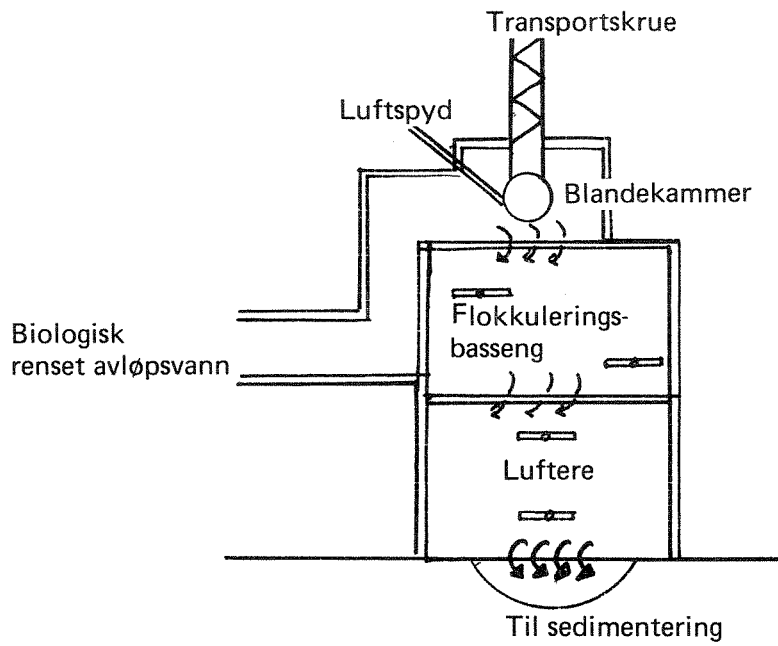
Oppgitte renseresultater (middelverdier)

	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	0,48

Stikkprøver tatt ved befaringen

Alkalitet (mekv/l)	3,9
Kalsium (mgCa/l)	4,6
Magnesium (mgMg/l)	6,8





Figur 1.10. Skisse av innblandingskammer og flokkuleringsbasseng (ikke i målestokk).

TIMMELE, 3000 pe, ULRICEHAMN KOMMUNE

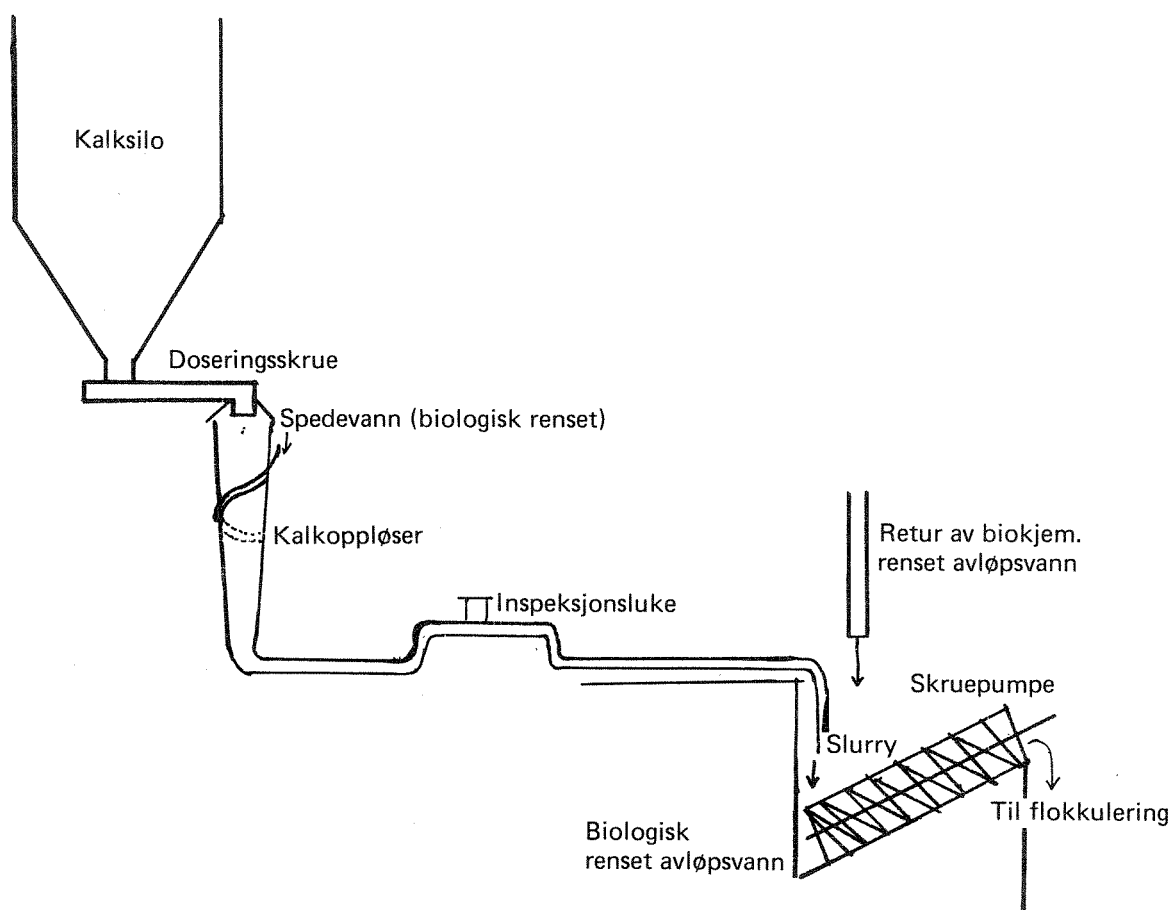
- Etterfelling
- Doseringsprinsipp A.
- Kalken føres direkte opp i en traktformet oppløser. Røret for spede- vann (biologisk rensed avløpsvann) går i spiralform utenpå trakten, med hull innover.
- Fra oppløseren føres kalkslurryen med selvføll en strekning på ca. 5 m fram til en skrupumpe som løfter det biologiske rensede avløpsvannet opp i flokkuleringsbassenget.
- Kalkoppløseren rengjøres hver tredje dag. Røret fra oppløseren ren- gjøres 3-4 ganger pr. år.
- For å hindre gjentetting i silo går en vibrator i 25 sek. hvert tredje minutt.
- Omrøring i flokkuleringsbassengene skjer ved hjelp av luft. Tidligere var gjentetting av luft-e-vne et problem. Etter at tynne gummlanger ble montert over hullene er disse problemene borte. Flokkuleringsbas- sengene må tømmes for uoppløst kalk ca. 1 gang pr. år.
- Ca. 10-15 % av vannmengden ut av anlegget blir pumpet tilbake til tilsetningspunktet for kalkslurry. Dette har medført at kalkforbruket er redusert fra 250-300 g/m<sup>3</sup> til ca. 150 g/m<sup>3</sup>.
- Grunnvannforsyning i området.

Oppgitte renseresultater (middelverdier)

	<u>INN</u>	<u>UT</u>
Tot-P (mgp/l)	6,2	0,37
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	279	22

Stikkprøver tatt ved befaringen

	Biologisk rensed avløpsvann	Kalkslurry
Alkalitet (mekv/l)	2,6	-
Kalsium (mgCa/l)	53,3	1.060
Magnesium (mgMg/l)	5,94	19,4
Slurrykonsentrasjon (%)	-	0,8



Figur 1.11. Skisse av doseringsopplegg (ikke i målestokk).

..  
SÄTILA, 2000 pe, MARK KOMMUNE

- Etterfelling
- Doseringsprinsipp A.
- Kalken doseres til blandekammer hvor det biologisk rensede avløpsvannet passerer. En hurtigomrører sørger for omrøring. Har vært en del problemer på grunn av høy hastighet på omrøreren (900 omdr./min). Ny omrører med lavere hastighet satt inn.
- Noe gjentettingsproblemer i nedføringstrakten for kalk. Gjennomsnittlig opptrer igjettetting 3-6 g. pr. år. Blokkering i nedføringstrakten har medført at transportskruen er havareert.
- Anlegget hadde store problemer med å oppnå et tilfredsstillende rensesresultat. Driftsundersøkelser er igangsatt.
- Grunnvannforsyning i området.

#### Oppgitte rensesresultater

	<u>INN</u>	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	6	0,82
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	266	53

#### Stikkprøver tatt ved befaringen

	Biologisk rensed avløpsvann
Alkalitet (mekv/l)	3,3
Kalsium (mgCa/l)	19,4
Magnesium (mgMg/l)	5,2

SALEN, 14.000 pe, BAMBLE KOMMUNE

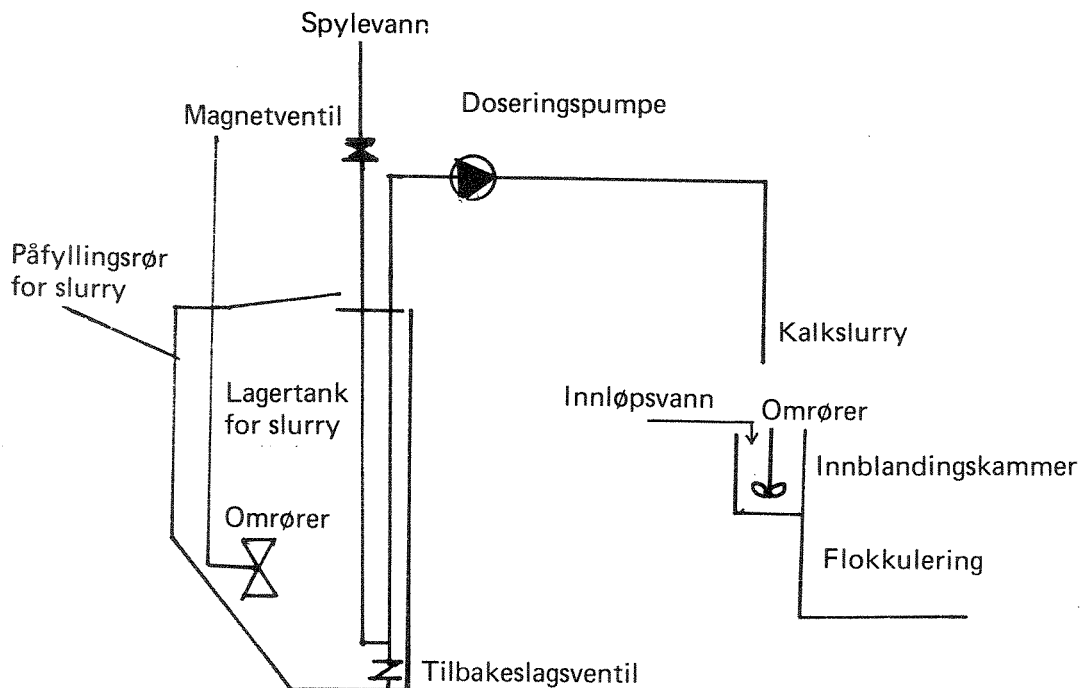
- Primærfelling (kalk + sjøvann).
- Doseringsprinsipp C og D. Har opplegg både for porsjonsvis utblanding av kalkslurry og dosering av ferdig utblandet slurry (Norgas).
- Kalkslurry blir dosert ved hjelp av en ejetorpumpe.
- For høy sjøvannsdosering

Stikkprøver tatt ved befaringen

	Innløpsvann	Kalkslurry
Alkalitet (mekv/l)	3,7	-
Kalsium (mgCa/l)	92	19.625
Magnesium (mgMg/l)	167	37
Slurrykonsentrasjon (%)	-	3,7

HOMBORSUND, 550 pe, GRIMSTAD KOMMUNE

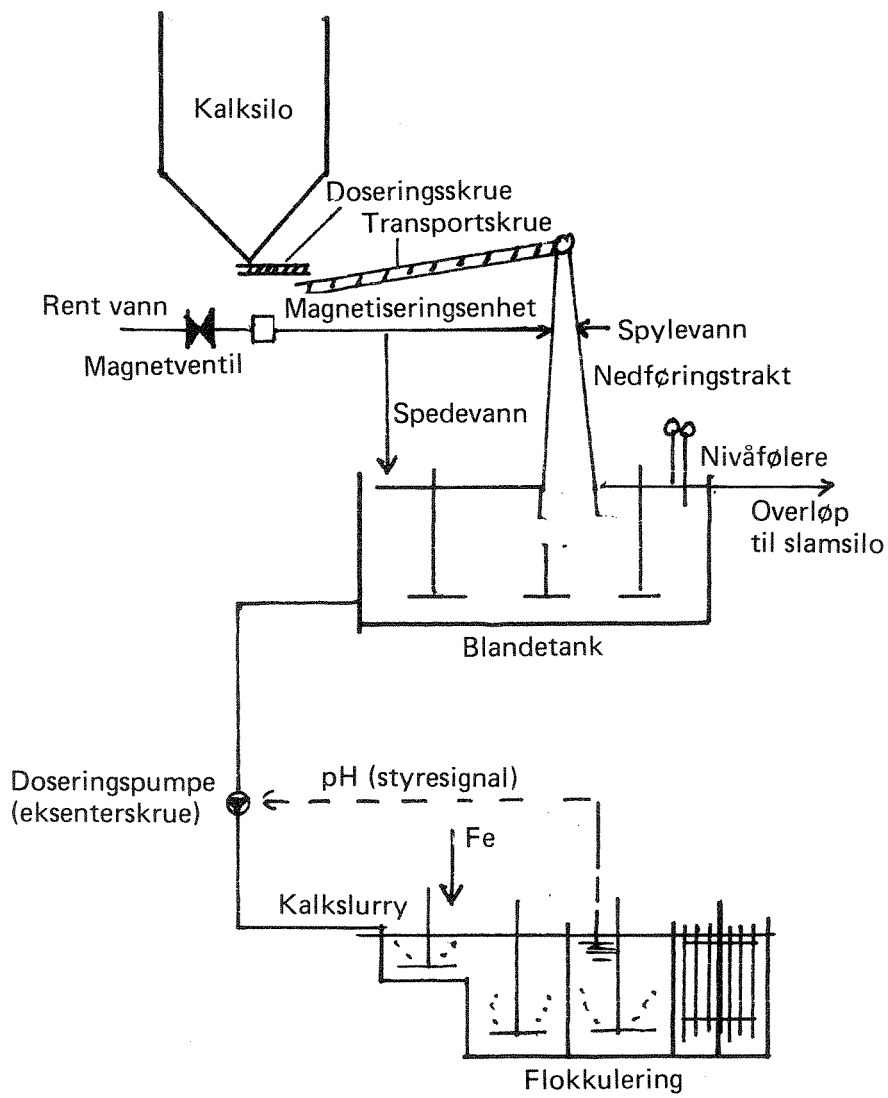
- Primærfelling
- Doseringsprinsipp D.
- Anlegget har meget liten tilknytning.
- Problemer med tilbakeslagsventilen på sugeledningen.
- Ved spyling av doseringslangen og pumpen har det skjedd en uttynning av slurryen i lagertanken.
- Lagertanken er utstyrt med en kraftig propellomrører, type Flygt.
- Det var ingen kalkdosering ved befaringen.



Figur 1.12. Skisse av doseringsopplegget.

RINDAL, 2700 pe, RINDAL KOMMUNE

- Etterfelling
- Doseringsprinsipp C.
- Inngikk ikke i befaringen, opplysninger innhentet fra konsulent.
- Utblanding av kalkslurry med tilnærmet konstant konsentrasjon skjer prosjonsvis.
- Anlegget benytter jernsulfat og kalk som fellingskjemikalium. en eksenterskruepumpe med sperrevann på akselsen styres av pH-elektrode i flokkuleringsbassenger (start pH=8,5, stopp pH=9,5).
- To nivåfølere registrerer senkningen i utblandingsbassenget. Nivåforskjellen mellom start og stopp for tilsetning av henholdsvis spedevann og kalk er 3 cm. Det er innlagt forsinkelse i nivåregistreringsautomatikken for å hindre start av utblanding som følge av bølgeskvulp på grunn av luftingen.
- Ved enden av transportskruene i nedføringstrakten for kalk er det montert en varmluftvifte for å hindre igjentetting på grunn av fuktighet.
- Utblandingsbassenget for kalkslurry må rengjøres ca. 1 gang pr. kvartal fordi det legger seg ca. 20 cm "sand" på bunnen. Trykkrør på slurrypumper spyles ca. hver 14-dag.



Figur 1.13. Prinsippskisse av doseringsopplegg.



OSTANGEN, 3800 pe, KLÆBU KOMMUNE

- Sekundærfelling.
- Doseringsprinsipp C.
- Inngikk ikke i befaringen, opplysninger innhentet fra konsulent.
- Doseringsopplegget er utformet og fungerer tilsvarende Rindal renseanlegg.
- Manglende tidsforsinkelse i nivåregistreringsenheten forårsaket hyppig oppstartning av utblandingssyklus. Etter at et 100 mm rør ble montert omkring nivåfølerne har problemet forsvunnet.

#### Oppgitte renseresultater

	<u>INN</u>	<u>UT</u>
Tot-P (mgP/l)	3,2	0,13
BOF <sub>7</sub> (mgO/l)	200	57

## BILAG 2

Tekniske spesifikasjoner for utstyret som ble benyttet  
ved de praktiske forsøkene

Doseringpumpe

Fabr. : Liquid Metronic  
Leverandør : Prosesststyring A/S  
Type : D 743/36  
Max. kapasitet : 76 l/h  
Max. trykk : 1,4 bar

Magnetiseringsenhet

Fabr. : Polar Water Conditioner, Olaf Fjelsend A/S  
Type : Compact 1  
Kapasitet : (400-1600) l/h

Prøvetager

Fabr. : Modus  
Leverandør : T. Gregersen A/S

BILAG 3

Nærmere beskrivelse av slambehandlingsdelen på  
de minste renseanleggene.

RAS/LIS  
16.10.84

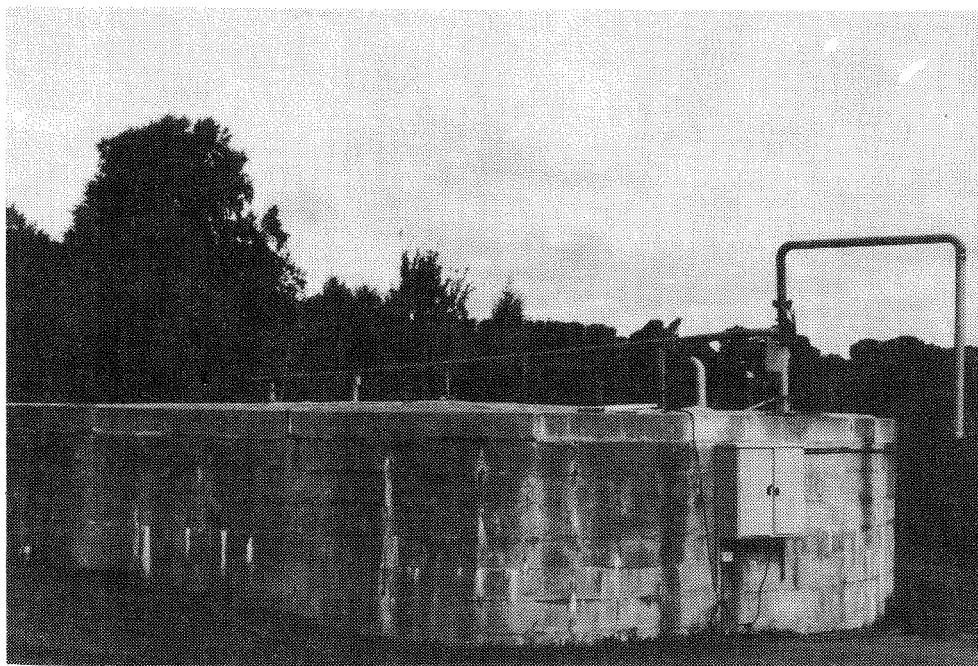
## Generelt

Prosjektet har omfattet dosering av kalk på små renseanlegg. I forbindelse med befaringen ble også slambehandlingsløsningen registrert. På de svenske renseanleggene uten slamavvanning var det valgt løsninger som utnytter kalken positive egenskaper til å redusere luktulemper, samt kalkslammets gode fortykningsegenskaper. Slammet ble etter fortykning i siloer eller lagunen spredt direkte på jordbruksområder. Denne praksisen forutsettes forurensningsmyndighetenes og helsemyndighetenes tillatelse.

## Lagring i slamsilo

På de svenske renseanleggene som inngikk i undersøkelsen var det vanlig å benytte store slamsiloer for lagring av slammet. Lagringskapasiteten i siloen var ca. 6 mnd. Siloene var bygget opp av elementer og de var plassert utenfor selve renseanlegget. På et anlegg med både biologisk og kjemisk slam var det intermittert rundpumping av slammet i siloen for å oppnå god blanding. Forøvrig ble det ikke benyttet omrøring ved normal drift.

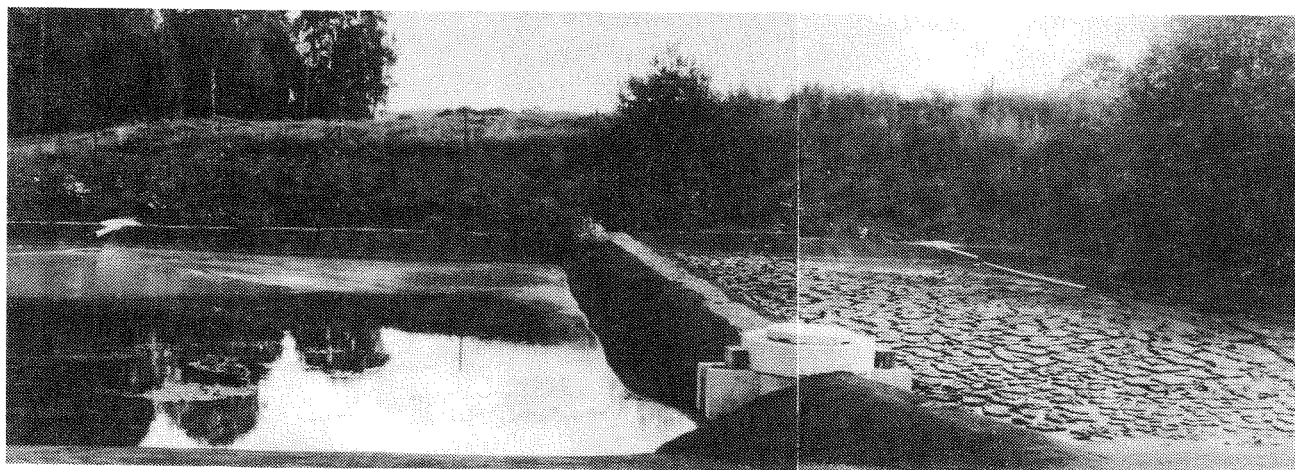
Det var inngått avtaler med lokale gårdbrukere om henting av slammet. På grunn av høyt tørrstoffinnhold var det nødvendig å foreta en kraftig omrøring før borttransport. Alle siloene var derfor utstyrt med en kraftig omrører (type Flygt). Siloene hadde fast overløp og slamvannet ble ført i retur til innløpet av anleggene. Figur 3.1. viser foto av en typisk slamsilo.



3.1. Frittliggende slamsilo.

### Tørkelaguner

I forbindelse med et anlegg var det bygget to nye slamlaguner. Lagunene ble drevet internuitet. Mens en lagune ble tilført slam, foregikk det en opptørking i den andre lagunen. Slamvannet ble ført tilbake til innløpet av anlegget. Lokale gårdbrukere hentet så slammet. Ved befaringen ble det ikke registrert luktproblemer. Figur 3.2. viser laguneanlegget.



Figur 3.2. Slamlaguner.

# **VA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/84 Industriavløp på kommunale renseanlegg  
O-82017 Torbjørn Damhaug, Januar 1984
- 2/84 Luftet lagune for rensing av sivevann  
Delrapport 1: Driftserfaringer  
O-83027 Ragnar Storhaug, Februar 1984
- 3/84 Highway pollution in a Nordic Climate  
O-79024 Eivind Lygren, Mars 1984
- 4/84 An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production  
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Spærret)
- 5/84 Matematisk modell av avløpsrensing  
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm, Februar 1984
- 6/84 Adsorption in Water Treatment  
Fluoride Removal  
FP-83828 Eilen A. Vik, Februar 1984
- 7/84 Analyse av vannføringsdata  
O-81113 Kim Wedum, Januar 1984
- 8/84 Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann  
O-83098 Øivind Tryland, April 1984
- 9/84 Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen  
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland, Juli 1984
- 10/84 Slamavvanning med filterpresser ved SRV  
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud, Mai 1984 (Spærret)
- 11/84 Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam  
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam  
O-83021 Ragnar Storhaug, Juni 1984
- 12/84 Industriutslipp til vassdrag  
Anveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift  
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum, April 1984 (Spærret)
- 13/84 Treforedlingsindustriens avløpsvann  
Virking av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Mai 1984
- 14/84 Driftsassistanse  
Vannrensing, ÅSV A/S Fundo Aluminium  
O-83141 Eigil Iversen, Torbjørn Damhaug, Juni 1984
- 15/84 Ammonium som forurensningsparameter  
O-83035 Kim Wedum, August 1984

ISBN 82-577-0856-9