

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer: 0-81104
Undernummer:
Løpenummer: 1399
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: AVVANNING AV SEPTIKSLAM I CONTAINER	Dato: 30. juli 1982
	Prosjektnummer: 0-81104
Forfatter(e): Bjarne Paulsrud	Faggruppe: VA-teknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 28

Oppdragsgiver: Miljøverndepartementet Glomco Tekniske A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Et halvt års erfaringer med avvanningscontaineren fra Glomco Tekniske A/S viser at utstyret gir akseptable resultater for septikslam med tørrstoffinnhold i slamkaka på 14-19 prosent ved et polymerforbruk på ca. 100 g/m³. Slamvannet fra containeren har lavt partikkelinnhold, men er allikevel i gjennomsnitt 5 ganger mer forurenset enn ubehandlet kloakkvann. Kapasiteten for en 30 m³ container er ca. 45 m³/d ved normal drift. Utstyret krever forbehandling av septikslammet, det må være plassert innendørs for å sikre vinterdrift, og det kan ikke avvanne fett- og oljeholdig slam.

4 emneord, norske:
1. Slambehandling
2. Slamavvanning
3. Septikslam
4. Avvanningscontainer

4 emneord, engelske:
1. Sludge handling
2. Sludge dewatering
3. Septage
4. Dewatering equipment

Prosjektleder:
Bjarne Paulsrud
Bjarne Paulsrud.....

For administrasjonen:
Rolf T. Arnesen
Rolf T. Arnesen.....

Divisjons sjef:
Arild Schanke Eikum
Arild Schanke Eikum.....

ISBN 82-577-0517-9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0-81104

AVVANNING AV SEPTIKSLAM I CONTAINER

Oslo, 23. juli 1982

Saksbehandler: Bjarne Paulsrud

For administrasjonen: Rolf T. Arnesen

F O R O R D

Prosjektet er utført i nært samarbeid med Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstadregionen (I.T.A.) og leverandøren av avvanningsutstyret, Glomco Tekniske A/S. Alle analyser er utført ved Aust-Agder fylkeslaboratorium for vannanalyser.

Jeg vil takke alle deltakende parter for godt samarbeid og en spesiell takk til avd.ing. Enok Hansen, I.T.A. for utmerket drift og oppfølging av utstyret i forsøksperiodene.

Undersøkelsen er finansiert av Miljøverndepartementet og Glomco Tekniske A/S med kr 30 000,- fra hver.

Oslo, 23. juli 1982

Bjarne Paulsrud
Bjarne Paulsrud

I N N H O L D

	Side
FORORD	2
SAMMENDRAG	5
REFERANSER	7
VEDLEGG 1. Beskrivelse av avvanningsutstyret	8
VEDLEGG 2. Oversikt over målinger, registreringer og prøvetakinger i oppfølgingsperiodene	13
VEDLEGG 3. Gjennomføring av undersøkelsen med drifts- og analyseresultater	18

- o -

F I G U R E R

	Side
Figur 1. "Gjennomskåret" container viser filterduken som slamvannet må passere gjennom for å komme fram til utløps-stussene i hvert hjørne av containeren. Topphengslet bakluke for tømning av slamkake er ikke vist på tegningen.	9
Figur 2. Slampumpe og utstyr for polymerdosering er montert på en felles ramme som muliggjør transport på en vanlig biltilhenger.	10
Figur 3. En nivåvippe kobler ut slam- og polymerpumpa når containeren er fylt med slam.	11
Figur 4. Tømning av avvannet slam gjøres enkelt ved å løsne bakluken og så tippe containeren. Slamkaka er her tilstrekkelig tørr til at den blir liggende i en avgrenset hang.	12
Figur 5. Slik ser det ut nede i containeren umiddelbart før slamkaka skal tømmes ut. Tilførselsrøret for slam til venstre og filterduken med støttenett øverst i bildet.	12
Figur 6. Flyteskjema for avvanningsutstyret med steder for registreringer, målinger og prøvetakinger.	15
Figur 7. Containeren med tilhørende utstyr står plassert i et oppvarmet telt.	15
Figur 8. Avvanningskurver for tre av prøveseriene i 1. periode.	21

- o -

T A B E L L E R

	Side
Tabell 1. Sammenstilling av driftsdata fra 1. oppfølgingsperiode.	23
Tabell 2. Sammenstilling av driftsdata fra 2. oppfølgingsperiode.	24
Tabell 3. Polymerdosering og analyseresultater av slam og slamvann.	26

Et halvt års erfaringer med avvanningscontaineren fra Glomco Tekniske A/S viser at utstyret gir akseptable resultater for septikslam med tørrstoffinnhold i slamkaka på 14-19 prosent ved et polymerforbruk på ca. 100 g/m³. Slamvannet fra containeren har lavt partikkelinnhold, men er allikevel i gjennomsnitt 5 ganger mer forurensset enn ubehandlet kloakkvann. Kapasiteten for en 30 m³ container er ca. 45 m³/d ved normal drift. Utstyret krever forbehandling av septikslammet, det må være plassert innendørs for å sikre vinterdrift, og det kan ikke avvanne fett- og oljeholdig slam.

Disponering av septikslam har i lang tid forårsaket problemer for mange norske kommuner. For å få til en miljømessig akseptabel løsning, vil det nesten alltid være behov for å avvanne slammet først. Dette vil også redusere transportkostnadene i mange tilfeller.

Det norske firmaet Glomco Tekniske A/S markedsfører nå en enkel avvanningsutrustning som i første omgang er lansert for septikslam. Utstyret produseres i Danmark (Simon Moos A/S) og består av standard containere (autoflaksystemet) hvor det langs sideveggene er festet filterduk, slik at man får en drenering av slamvannet gjennom denne og ut via rør i hvert hjørne av containeren (se vedlegg 1). Slammet tilsettes polymer før innpumping i container, og både slampumpe og polymerdoseringsutstyr er montert på en felles ramme som kan plasseres på en vanlig biltilhenger og om ønskelig transporteres rundt for å betjene flere avvanningscontainere.

Dette avvanningsutstyret er tidligere utprøvd i Danmark, vesentlig med utråtnet slam fra biologiske kloakkrensaneanlegg (Langgaard, 1981). Det var imidlertid behov for å få vurdert systemet under norske klimatiske forhold og ved avvanning av septikslam. Etter initiativ fra fylkesingeniøren i Aust-Agder ble NIVA engasjert for å gjøre en slik vurdering, og de praktiske undersøkelsene er gjennomført med en container som er leid av Interkommunalt selskap for tekniske anlegg i Arendal/Grimstad-regionen (I.T.A.). Utstyret er plassert ved selskapets søppelanlegg utenfor Arendal, hvor det allerede var en stor mottakstank for septikslam. For å unngå frostproblemer, ble det satt opp et oppvarmet "telt" over container og doseringsutstyr.

Oppfølgingen av utstyret har skjedd i to perioder i 1982: 19. januar - 15. februar og 2. juni - 7. juli, men forøvrig har containeren vært i regulær drift hos I.T.A. hele tiden siden nyttår. Personale fra I.T.A. har i denne tiden vært ansvarlig for driften av utstyret, og de har også gjort alle registreringer, målinger og prøvetakinger i oppfølgingsperiodene etter et program utarbeidet av NIVA. Dette er nærmere beskrevet i vedlegg 2.

Det er gjennomført ialt 23 avvannings-serier i løpet av de to oppfølgingsperiodene. Driftsdata, analyseresultater og praktiske erfaringer fra disse seriene er gjengitt i vedlegg 3. Sammen med erfaringene fra den

Øvrige driftsperioden, gir dette materialet grunnlag for følgende konklusjoner:

- Septikslam med tørrstoffinnhold i området 2-7 prosent vil etter avvanning i containeren ha et tørrstoffinnhold på 14-19 prosent, dvs. en volumreduksjon på 60-86 prosent. Slamkaka er da så tørr at den etter tømning blir liggende i en haug uten å flyte utover. Disse resultatene er oppnådd ved polymerforbruk på 70-190 g/m³ (1,2-4,4 g/kg tørrstoff), men det er viktig å understreke at et vellykket avvanningsresultat alltid er avhengig av riktig valg av polymertype og doseringsmengde.
- Slamvannet fra containeren har et lavt partikkelinnhold (suspendert stoff: 25-300 mg/l), men pga den høye andelen av løste forurenninger i septikslammet, er slamvannets innhold av organisk stoff, fosfor og nitrogen i gjennomsnitt 5 ganger så høyt som i urensset kommunalt avløpsvann. Dette betyr at avvanningsutstyret bare må plasseres på steder hvor man kan ta hånd om slamvannet på en miljømessig forsvarlig måte.
- Kapasiteten på en 30 m³ container vil under normal drift være ca. 45 m³ septikslam pr. døgn. Det er da forutsatt to innpumperinger av slam pr. dag og tømning av avvannet slam neste morgen. For en kortere periode vil det være mulig å øke kapasiteten til 50-55 m³/d (forutsatt tre slaminnpumperinger pr. dag). I mange tilfeller vil allikevel vektbegrensninger på veiene være avgjørende for kapasitetsutnyttelsen av utstyret.
- Dersom avvanningsutstyret skal brukes om vinteren her i landet, må det i denne perioden stå i et oppvarmet lokale.
- For å beskytte slampumpa (eksenterskruepumpe) er det en stor fordel å ha en forbehandling av septikslammet hvor man fjerner større plast- og tekstilkomponenter samt grus og stein. Erfaringer fra en rekke kloakkrensaneanlegg med septikmottak har vist at maskinrenset rist og sandfang, eventuelt kombinert med en buffertank for slammet, vil være en egnet forbehandling.
- Fett- og oljeholdig slam må ikke blandes inn i "vanlig" septikslam som skal avvannes i containeren. Filterduken vil da gå tett, og 20-30 m³ våtslam må transporteres bort med septikbil. Dette betyr at det må finnes andre muligheter for å ta hånd om slam fra fettavskillere (hoteller, institusjoner og andre steder med storkjøkkendrift), og det samme gjelder oljeholdig slam fra septiktanker og sandfang ved bensinstasjoner og verksteder.
- Slam fra biologiske og kjemiske rensaneanlegg for kommunalt avløpsvann bør ikke tilføres containeren uten at det på forhånd er gjort forsøk som viser at man kan oppnå tilfredsstillende tørrstoffinnhold i slamkaka med disse slamtypene.
- Spyling av filterduken må skje etter hver avvannings-syklus for å kunne opprettholde tilstrekkelig avvanningskapasitet og tørrstoffinnhold i slamkaka. I tillegg bør filterduken avfettes 1-2 ganger pr. måned, spesielt ved avvanning av gammelt slam fra

private septiktanker. Manuell spyling nede i selve containeren er ikke akseptabelt arbeidsmiljømessig, og nye anlegg leveres derfor med automatisk spylesystem.

Ved full utnyttelse av kapasiteten på en 30 m³ container vil nødvendig tid til polymeropløsning, slaminnpumping, slamtømming og rengjøring være 2,5-3 timer pr. arbeidsdag. Eventuell transporttid til tømme plass for slammet kommer i tillegg til dette.

REFERANSER

Langgaard, L. B. (1981): "Optimering av slamafvandingsutstyr, Simon Moos AVC", Vandkvalitetsinstituttet, Danmark.

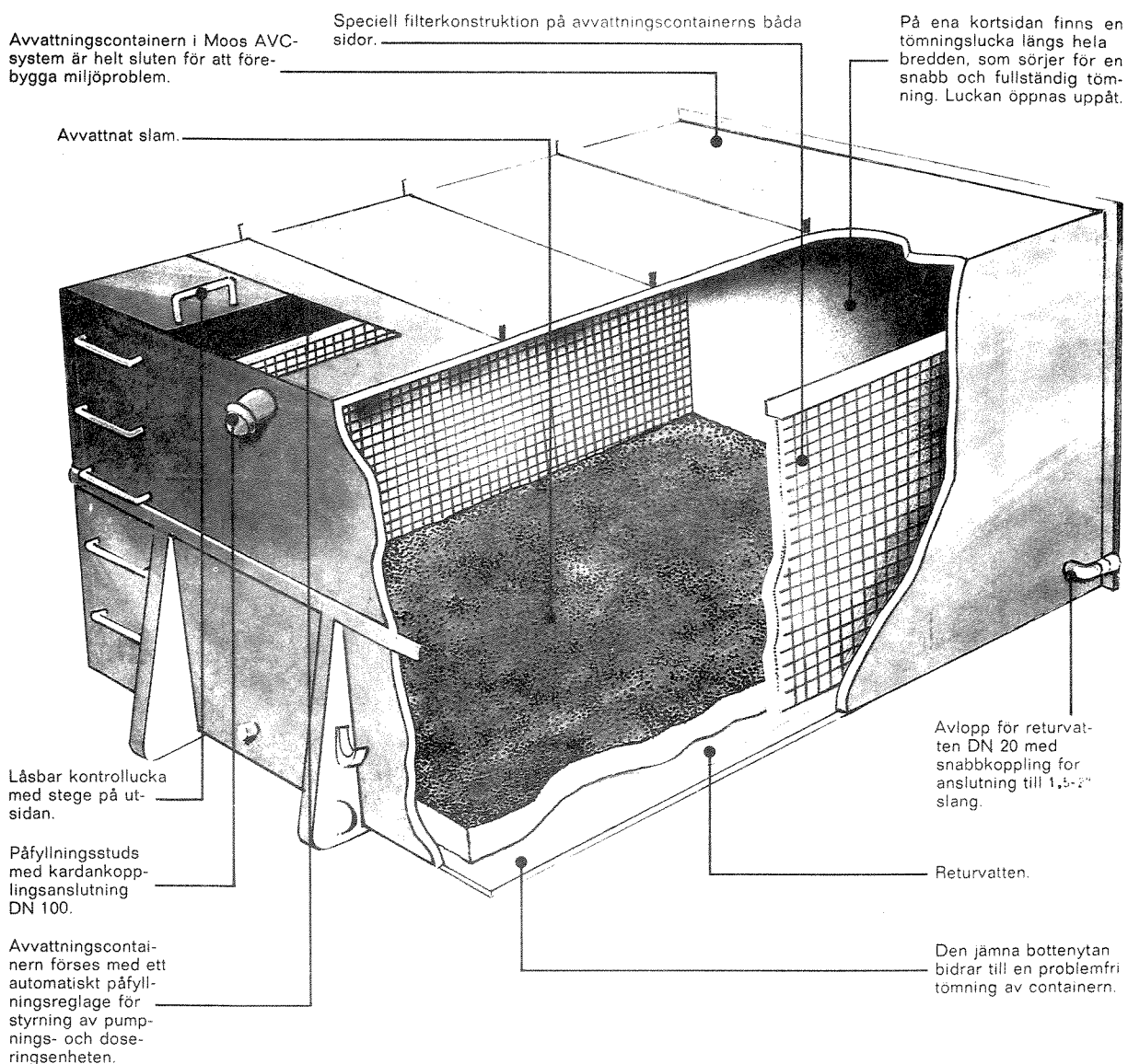
Paulsrud, B. (1977): "Metode for måling av slams kondisjonerbarhet", Prosjektrapport nr. 5, NTNFs Utvalg for drift av renseanlegg, Oslo.

Urdahl, T. E. og Paulsrud, B. (1976): "Avvanning av slam med posefilter", 0-145/75 PRA 2.12. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

VEDLEGG 1

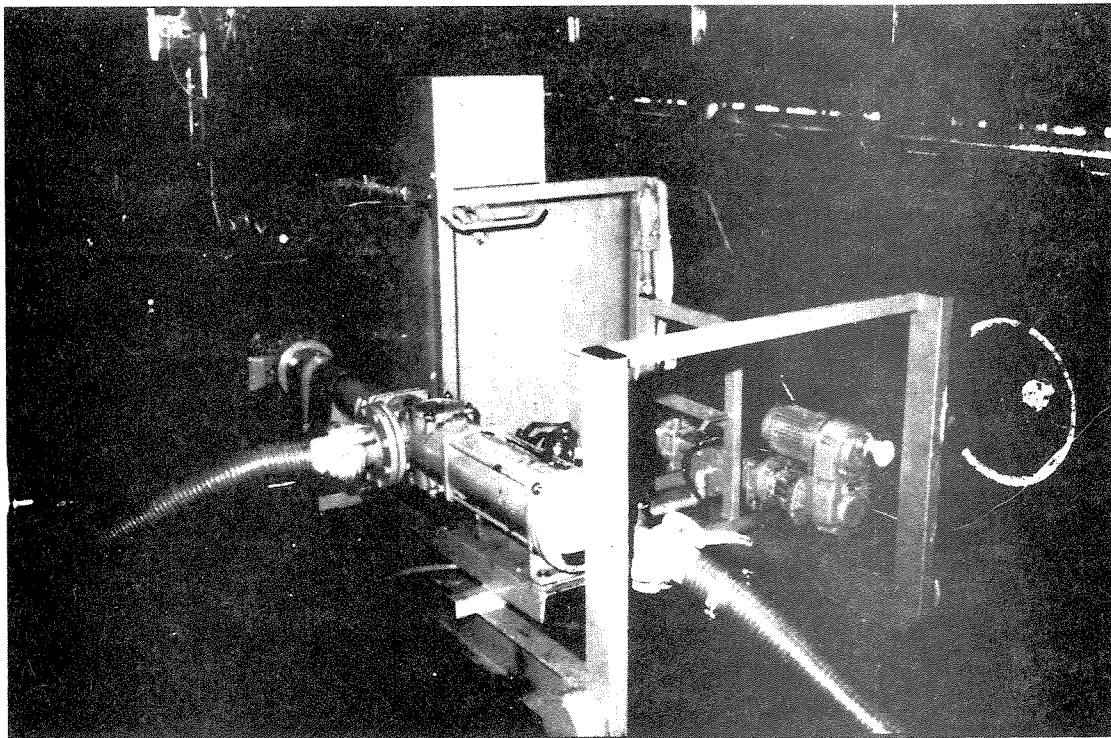
Beskrivelse av avvanningsutstyret

Figur 1 viser hvordan selve containeren er bygget opp i "Moos AVC-system". Containerne tilbys i standard størrelser på 20, 25 og 30 m³, og den undersøkte containeren er av største typen. Leverandøren angir følgende innvendige mål for 30 m³ containeren: L x B x H = 600 x 230 x 215 (cm). Ved kontrollmåling av denne viste det seg at innvendig høyde var 205 cm i stedet for 215 cm, og dette gir da et innvendig volum på 28,3 m³. Tilhengeren som containeren står på, var i første periode plassert slik at containeren hadde en helning på ca. tre prosent i lengderetningen. Dette gjorde at det nyttbare volum bare var ca. 27 m³, men dette ble rettet opp før andre oppfølgingsperiode startet opp.



Figur 1. "Gjennomskåret" container viser filterduken som slamvannet må passere gjennom for å komme fram til utløps-stussene i hvert hjørne av containeren. Topphengslet baklukk for tømning av slamkake er ikke vist på tegningen.

Figur 2 viser slampumpe og utstyr for polymerdosering. Dette er montert på en felles ramme som kan plasseres på f.eks. en biltilhenger ved betjening av flere avvanningscontainere. Det brukes eksenterskruepumper for innpumping av både slam og polymer. Slampumpa har en kapasitet på ca. $40 \text{ m}^3/\text{h}$, og maksimal kapasitet for polymerpumpa er ca. $15 \text{ l}/\text{min}$. (kapasiteten kan endres med variator). For oppløsning av polymer er det en ca. 600 liters tank med omrører samt en ejetor for tilsetning av polymer i pulverform.



Figur 2. Slampumpe og utstyr for polymerdosering er montert på en felles ramme som muliggjør transport på en vanlig biltilhenger.

En normal avvannings-syklus starter med innpumping av slam i containeren samtidig som polymerløsning og fortynningsvann tilsettes på slamledningen foran pumpe. Under innpumpingen er det svært viktig å kontrollere at polymeren har den ønskete virkning på slammet, dvs. at det dannes store slampartikler med fritt vann imellom. Dette skal kunne undersøkes ved å ta ut prøver fra en egen kran på slamledningen, men det fungerte ikke på forsøkscontaineren. Nye containere leveres med større dimensjon på prøveuttaket.

Etterat tanken er fylt med flokkulert slam (en nivåvippe kobler automatisk ut slam- og polymerpumpa, se figur 3), får slammet sedimentere en viss periode (vanligvis ca. 1/2 time) før slamkranene åpnes. Etter 2-3 timer (gjelder septikslam) har mesteparten av det frie vannet drenert ut gjennom filterduken i sideveggene, og det vil være aktuelt å etterfylle med mer slam. Slamvannskranene må da stenges igjen før ny påfylling skjer. Antall etterfyllinger som kan skje før containeren tømmes for avvannet slam (slamkake), bestemmes i første rekke av tillatt vekt på bilen som skal transportere slammet til tømmeplassen.

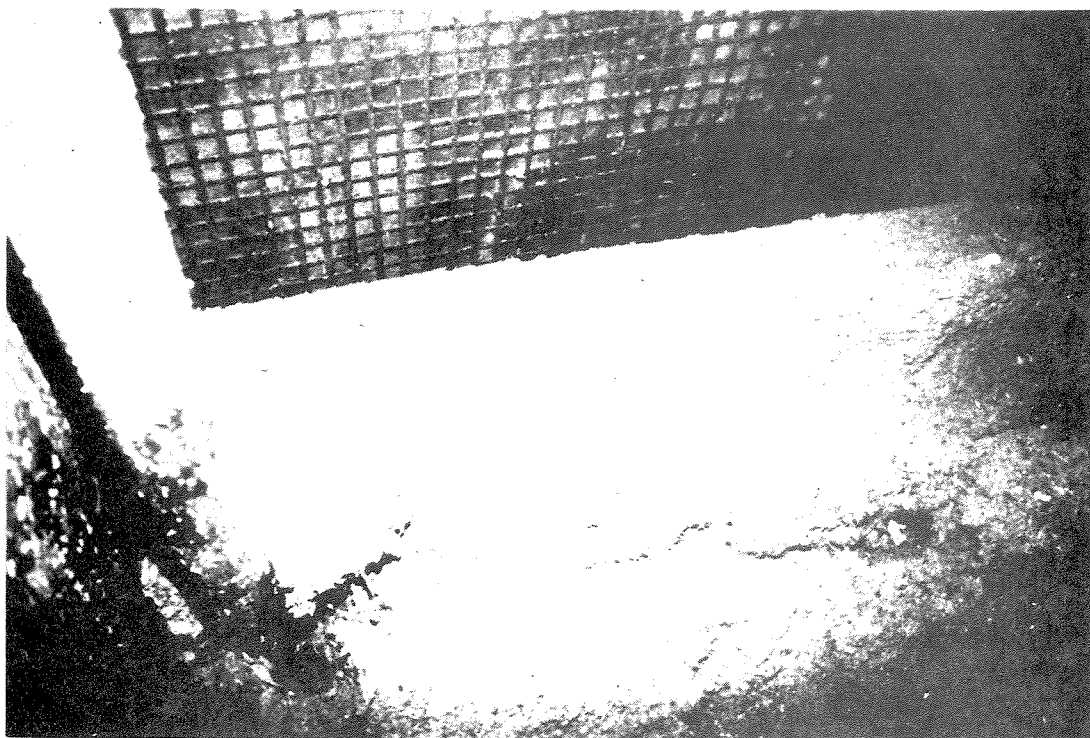
Ved tømming av slamkaka (se figur 4) åpnes bakluken på containeren, og den tippes deretter opp slik at slammet sklir ut av seg selv. Etter tømming må filterduken rengjøres før en ny avvannings-syklus kan starte. Figur 5 viser filterduken etter avsluttet avvanning, men før slamkaka er tømt ut av containeren. Dette har vært en vellykket avvanning og svært lite slam henger igjen på duken.



Figur 3. En nivåvippe kobler ut slam- og polymerpumpa når containeren er fyllt med slam.



Figur 4. Tømming av avvannet slam gjøres enkelt ved å åpne bakluken og så tippe containeren. Slamkaka er her tilstrekkelig tørr til at den blir liggende i en avgrenset haug.



Figur 5. Slik ser det ut nede i containeren umiddelbart før slamkaka skal tømmes ut. Tilførselsrøret for slam til venstre og filterduken med støttenett øverst i bildet.

VEDLEGG 2

Oversikt over målinger, registreringer
og prøvetakinger i oppfølgingsperiodene

Figur 6 viser en prinsippskisse av avvanningssystemet slik det er etablert ved I.T.A.'s søppelanlegg utenfor Arendal, og figur 7 viser den aktuelle plassering av utstyret inne i et oppvarmet presenningshus. Ved gjennomgåelsen av de ulike målinger, registreringer og prøvetakinger som inngikk i undersøkelsen, er det henvist til nummereringen i figur 6.

1. Slam fra septikbilene

Følgende data ble registrert:

Dato og tidspunkt for hver tømning i slamsiloen.

Antall m³ pr. tømning.

Type slamavskiller (private tanker eller større kommunale slamavskillere).

"Gammelt" eller "nytt" slam som tømmes.

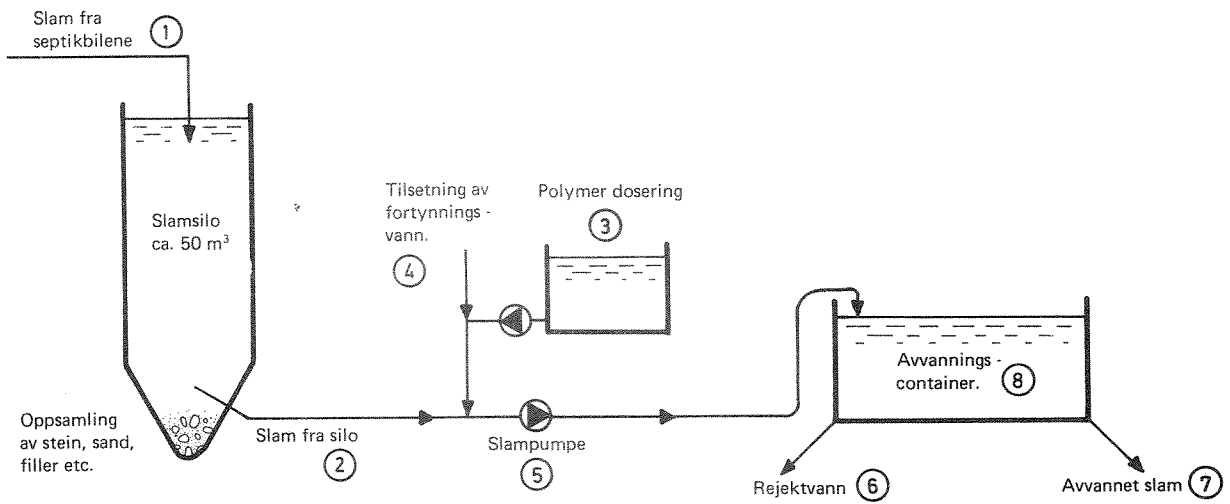
Spesielt fett- eller oljeholdig slam.

2. Slam fra siloen

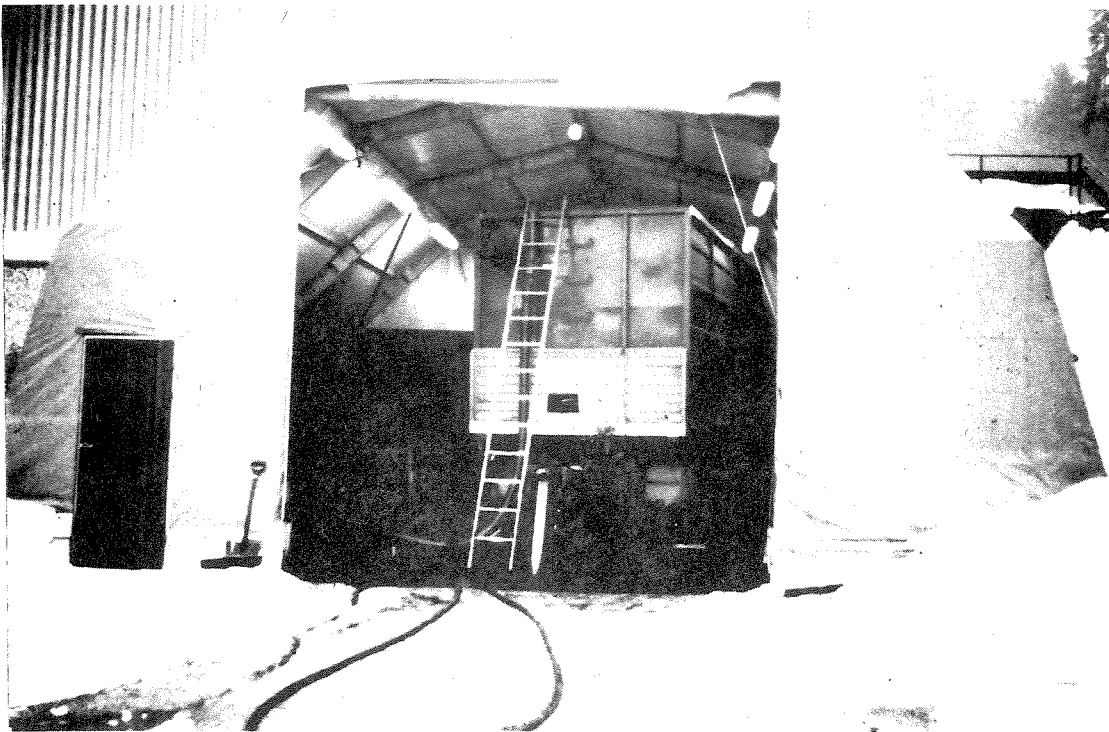
Slammengdene som pumpes ut av siloen og inn i containeren er beregnet ut fra nivåmålinger i containeren (se punkt 8).

På slamledningen er det montert et T-rør (ϕ 150 mm) med ventil for uttak av slamprøver. For å lette prøvetakingen, er det plassert avstengningsventiler på slamledningen foran og etter T-røret.

Ved hver innpumping av slam til containeren er det tatt ut en slamprøve ved begynnelsen og slutten av pumpeperioden. Ved flere innpumperinger pr. avvanningssyklus ble like mengder av disse prøvene (ca. fem liter av hver) blandet godt sammen i en større dunk, og det er tatt ut en prøve av denne for analyse av tørrstoffinnhold.



Figur 6. Flyteskjema for avvanningsutstyret med steder for registreringer, målinger og prøvetakinger



Figur 7. Containeren med tilhørende utstyr står plassert i et oppvarmet telt.

3. Polymerdosering

I den 1. oppfølgingsperioden ble polymerpumpa hele tiden kjørt med maksimal kapasitet og dosert mengde polymerløsning ble beregnet ut fra timeteller på pumpa.

I 2. periode ble kapasiteten på polymerpumpa variert, og dosert mengde ble bestemt ut fra nivåmålinger i polymertanken før og etter innpumping.

4. Tilsetting av fortynningsvann

Mengde fortynningsvann som tilsettes polymeren ved hver slaminnpumping, ble registrert med vannmåler som var installert på tilførselsledningen.

5. Slampumpe

Kapasiteten på slampumpa er oppgitt til $40 \text{ m}^3/\text{h}$. Dette ble kontrollmålt ved å registrere nivåøkningen i containeren over et visst tidsrom, og det viste seg som ventet, at kapasiteten varierte en del opp og ned i forhold til angitte verdi. Gangtiden på slampumpa ble registrert ved hjelp av timeteller.

6. Slamvann (rejektvann)

Slamvannsmengdene som fjernes fra containeren, ble bestemt ved nivåmålinger i containeren (se pkt. 8). Ved hver uttapping av slamvann ble det tatt ut en stikkprøve både ved begynnelsen og slutten av tappeperioden. Prøvene ble tatt fra slamvannsledningene der disse munnet ut i en kum på det offentlige kloaknettet. Ved flere slamvann-uttappinger pr. avvannings-syklus, ble like mengder av disse prøvene (ca. en liter av hver) blandet godt sammen i en bøtte, og det ble tatt ut én prøve av denne for analyser.

7. Avvannet slam

Volumet av det avvannede slammet (slamkaken) ble bestemt ved nivåmåling i containeren umiddelbart før den ble tømt (se også punkt 8). For å bestemme tørrstoffinnholdet i slamkaken, ble det tatt ut prøver på 3-4 steder i slammet etter at det var tømt ut av containeren. Enkeltprovne ble blandet sammen i en bøtte, og en passende mengde (ca. 200-500 g) ble fylt i en plastpose med lynlås.

8. Avvanningscontainer

For å få en enkel måling av tilførte slammengder, uttappet slamvannsmengde og volumet av avvannet slam, ble det først installert et ekkolodd for kontinuerlig registrering og utskrift av nivået i containeren. Feil ved utstyret førte imidlertid til at det måtte gjøres manuelle nivåmålinger under begge prøveperiodene. I 1. periode ble det foretatt så hyppige målinger at en kunne tegne opp nøyaktige kurver for avvanningsforløpet, men i 2. periode ble nivåene bare målt før og etter hver slaminnpumping og før tømning av slamkaka.

VEDLEGG 3

Gjennomføring av undersøkelsen med drifts- og analyseresultater

Inndeling i forsøksperioder

I 1. periode (19.1-15.2.1982) ble det gjort en ren driftsoppfølging av avvanningsutstyret uten noen bevisste endringer av prosess- eller maskinvariable. Tilgangen på septikslam var relativt dårlig, og det ble ikke forsøkt å teste kapasiteten på utstyret. Mesteparten av slammet kom fra større kommunale slamavskillere med regelmessig tømming, og det var derfor relativt "ferskt" og "tynt". Polymertyper og -mengder ble valgt ut fra leverandørens erfaringer.

Den 2. oppfølgingsperioden skulle egentlig vært gjennomført i månedsskiftet april/mai da septikslammengdene erfaringsmessig er størst, men lokale personalmessige forhold gjorde at den kontrollerte driftsoppfølgingen først kom i gang igjen 2. juni. I denne perioden skulle man forsøke å optimalisere polymerdoseringen og også undersøke kapasiteten på containeren. Mesteparten av slammet kom nå fra private septiktanker og mye var svært gammelt og "tykt".

Valg av polymer. Polymerdosering.

Etter den første oppfølgingsperioden ble de tre største polymerleverandørene her i landet kontaktet, og de leverte prøver på ialt 15 forskjellige polymertyper som de selv mente skulle være aktuelle for avvanning av septikslam. Prøvene omfattet polymerer både i pulverform og som konsentrerte løsninger; de siste er spesielt aktuelle for dette utstyret dersom polymerberedningen skjer i friluft (sommerdrift av utstyret).

I begynnelsen av april ble det gjort en laboratorieundersøkelse av disse polymerene på en tilfeldig septikslamprøve fra mottakstanken ved søppelanlegget. En slik kondisjonerbarhetstest går ut på å tilsette tre forskjellige polymerdoser til slammet og så utsette blandingene for økende grader av skjærpåkjønning med en standardisert omrører før filtreringshastigheten måles med et CST-apparat (Paulsrud, 1977). Denne metoden gir bare en grovsortering av polymerer, og de mest lovende typene ble derfor prøvd ved fullskala avvanning i containeren. Dette ga som resultat at Zetag 63 (pulver) og Zetag 88 N (flytende) ble valgt for

den 2. undersøkellesperiode. I den 1. perioden hadde man også hatt gode resultater med Praestol 444 K (pulver) i tillegg til Zetag 63, og det ble derfor bestemt å kjøre også et par serier i 2. periode med denne polymeren. I løpet av 2. periode ble det lansert nok en aktuell polymer (Zetag 37) levert som konsentrert løsning, og denne ble testet i de tre siste prøveseriene.

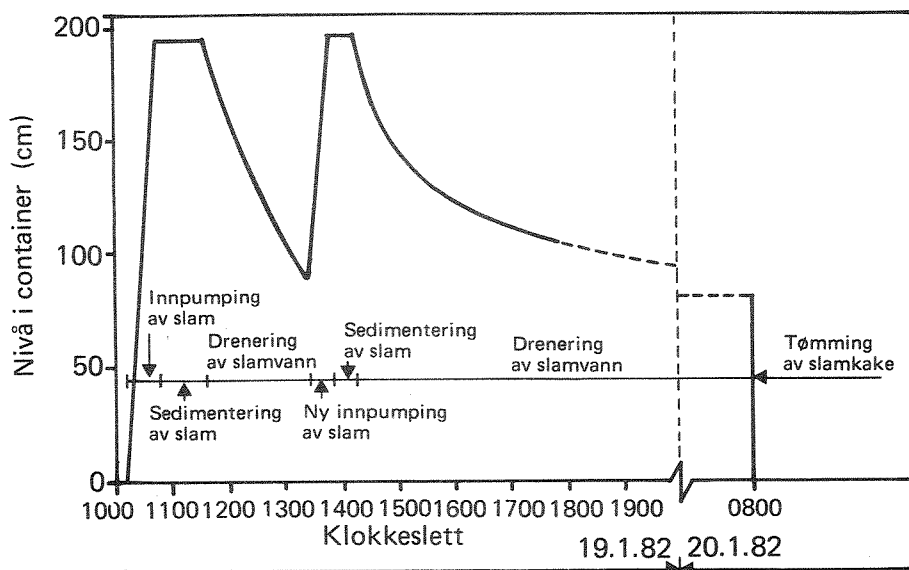
Ved avvanning av slam er polymerbehovet pr. m³ slam bl.a. avhengig av tørrstoffinnholdet i slammet, slik at doseringen må økes ved økende tørrstoffinnhold (TS-innhold). I 2. undersøkellesperiode hadde det vært ønskelig å bestemme TS-innholdet i slammet fra siloen før innpumping i containeren, slik at polymerpumpa kunne innstilles etter den faktiske TS-konsentrasjonen basert på erfaringsverdier for polymerbehovet i g/kg TS. På grunn av den store lagdelingen i slamsiloen (ingen omrøring eller rundpumping) var det imidlertid umulig å få ut en representativ slamprøve fra siloen før innpumping, og polymerdoseringen måtte derfor stilles inn etter flokkuleringsresultatet i containeren, slik det forøvrig blir gjort under normal drift av utstyret.

I 1. periode ble det dosert 0,5 prosent (5 g/l) polymerløsning, og polymerpumpa var innstilt på omtrent maksimal kapasitet hele tiden (12-15 l/min.). I den 2. perioden viste det seg at polymerpumpa hadde for liten kapasitet for noen av polymertypene og ved slam med høyt tørrstoffinnhold. For å slippe å vente på utskifting av pompa, ble det økte polymerbehovet istedet etterkommet ved å heve konsentrasjonen på polymerløsningen til ca. 1 prosent (10 g/l). Dette er ingen tilfredsstillende permanent ordning da polymerløsninger i så høye konsentrasjoner er vanskelig å blande skikkelig inn i slammet (høy viskositet), og dermed får en dårlig utnyttelse av polymerene. Konklusjonen på dette er at avvanningsutstyret må leveres med en polymerpumpe som har en maksimal kapasitet på ca. 30 l/min.

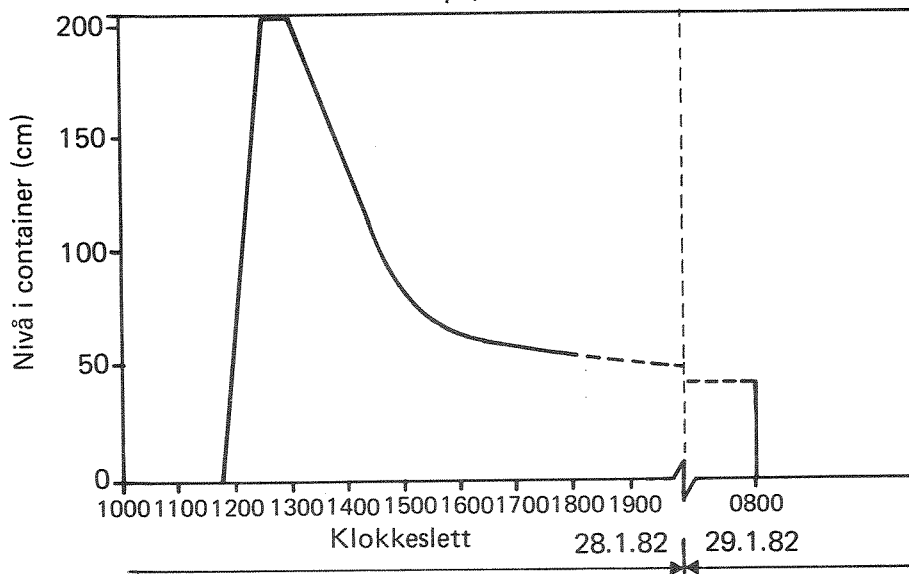
Avvanningskapasitet

I 1. periode ble det gjennomført 9 avvannings-sykluser (prøveserier). Avvanningshastigheten ble målt i alle seriene, og i figur 7 er avvanningskurvene for tre av seriene tegnet opp. Resultatene fra alle seriene viser at etter 2-3 timers drenering, er hoveddelen av slamvannet fjernet og det kan foretas en ny innpumping av slam.

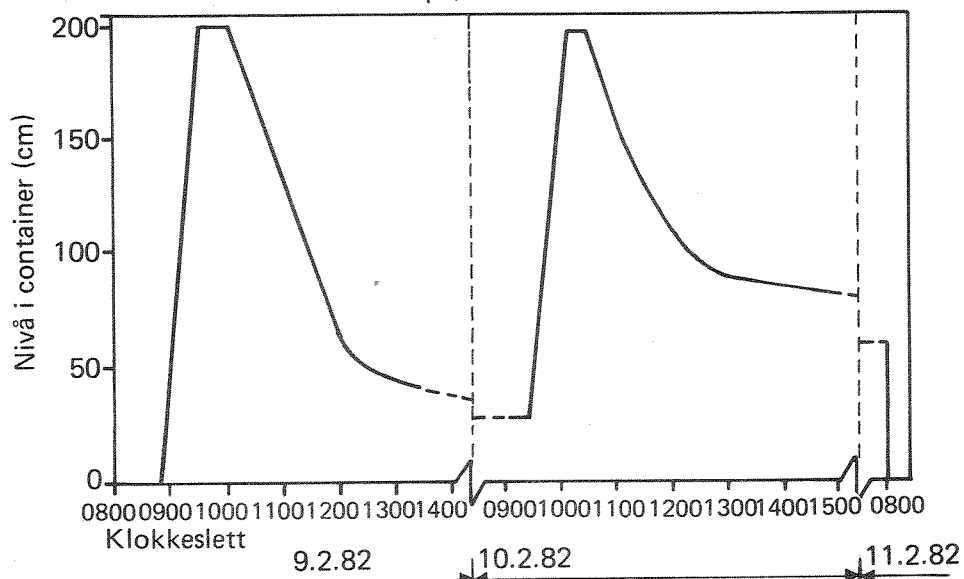
1. prøveserie



6. prøveserie



8. prøveserie



Figur 8. Avvanningskurver for tre av prøveseriene i 1. periode.

De viktigste driftsdataene fra 1. periode er sammenstilt i tabell 1. Her er det bl.a. angitt når slaminnpumpingene og tømning av slamkake har skjedd. Vi ser at det har vært en moderat utnyttelse av utstyret med maksimalt avvannet ca. 37 m³ septikslam på ett døgn (prøveserie 2) og totalt ca. 48 m³ pr. avvannings-syklus (serie 7). Det ble ikke prøvd med mer enn to innpumper pr. dag.

Tabell 2 viser de tilsvarende data for 2. periode. Her er det avvannet maksimalt ca. 45 m³/d (serie 5), mens det meste pr. avvannings-syklus (fordelt på to dagers innpumping) er ca. 62 m³ (serie 3). I de ordinære seriene var det aldri tilstrekkelig slam til å forsøke tre innpumper pr. arbeidsdag, men ut fra tidsforbruket til slaminnpumping (ca. 45 min.), sedimentering (ca. 30 min.) og drenering (ca. 2 timer), skulle det være teoretisk mulig med tre påfyllinger av slam på en 8 timers arbeidsdag. Dette ville sannsynligvis gi en kapasitet på 50-55 m³ slam pr. døgn under forutsetning av tømning neste morgen. Et slikt opplegg ville imidlertid bli veldig stramt og neppe aktuelt for annet enn en kortere periode for å få unna toppbelastninger.

Ved praktisk bruk av dette utstyret, vil det ofte være den tillatte vekt for transport av containeren på vei til tømme plass for avvannet slam som bestemmer hvor mye som kan fylles i containeren for hver avvannings-syklus. For å få en forsvarlig utnyttelse av kapasiteten, vil det i slike tilfeller være aktuelt å bruke mindre containerstørrelser. Dette må vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle, avhengig av de lokale forhold som utstyret skal brukes under.

Avvanningsresultater

Hensikten med avvanningen er jo å redusere volumene av slam så mye som mulig samtidig som det avvannede slammet må bli så tørt at det blir liggende i en haug uten å flyte utover på tømmededet. I kolonnen lengst til høyre i tabellene 1 og 2 er volumreduksjonen beregnet for alle prøveseriene, og det viser seg at en har oppnådd 60-86 prosent reduksjon. De høyeste reduksjonene er oppnådd med slam som før avvanningen har hatt et høyt vanninnhold (lavt tørrstoffinnhold).

Tabell 1. Sammenstilling av driftsdata fra 1. oppfølgingsperiode.

OPP- FØLGINGS- PERIODE NR.	PROVE- SERIE NR.	DATER OG KLOKESLETT		TILFØRT CONTAINER			UT AV CONTAINER		VOLUMREDUK- SJON AV SLAMMET VED AVVANNINGEN (%)		
		1. innpump- ing av slam til con- tainer	2. innpump- ing av slam- kake	Slam * (m ³)	Polymer- løsning (m ³)	Fortyn- ningsvann (m ³)	Vann for ** spyling av filterduk (m ³)	Slamvann (m ³)		Slamkake (m ³)	
	1	19.1.82 1010-1045	19.1.82 1325-1350 0800	20.1.82 0800	36,3	0,7	2,5	0,3	29,7	9,9	73
	2	20.1.82 1005-1045	20.1.82 1250-1310 0830	21.1.82 0830	36,8	0,7	2,7	0,3	27,2	13,1	64
	3	21.1.82 1015-1055	-	22.1.82 0800	23,7	0,4	1,5	0,3	16,4	9,4	60
	4	26.1.82 1100-1145	-	27.1.82 0800	24,9	0,4	1,2	0,3	20,3	6,5	74
	5	27.1.82 1045-1130	-	28.1.82 0800	24,5	0,4	1,5	0,3	21,6	5,1	79
	6	28.1.82 1145-1230	-	29.1.82 0800	24,4	0,5	1,5	0,3	22,5	4,2	83
	7	29.1.82 0945-1030	1.2.82 0945-1030 0800	2.2.82 0800	47,8	0,9	3,1	0,3	45,7	6,5	86
	8	9.2.82 0845-0930	10.2.82 0930-1010 0800	11.2.82 0800	45,2	0,8	3,0	0,3	42,3	6,9	85
	9	11.2.82 0900-0945	12.2.82 0800-0840 0800	15.2.82 0800	43,2	0,7	3,0	0,1	40,8	6,1	86

* Slammene som ble pumpet inn i containeren, er beregnet ut fra nivåmålingene i containeren med fradrag for volumene av polymerløsning, fortynningsvann og spylevann.

** Vannet som brukes til spyling av filterduken etter tømming av containeren, blir liggende igjen på bunnen og blandes med slammet ved neste innpumping. Spylevannsmengdene er anslått ut fra vannvætt i containeren etter spyling. Ved den siste prøveserien ble det brukt høytrykkspylter i stedet for vanlig spylelange, og dette ga redusert vannforbruk.

Tabell 2. Sammenstilling av driftsdata fra 2. oppfølgingsperiode.

OPP- FØL- INGS- PERIODE NR.	PROVE- SERIE NR.	DATOER OG KLOKESLETT			TILFØRT CONTAINER	UT AV CONTAINER		VOLUMREDUK- SJON AV SLAMMET VED AVVANNINGEN (%)			
		1. innpump- ing av slam til con- tainer	2. innpump- ing av slam	3. innpump- ing av slam		Slamvann (m ³)	Slamkake (m ³)				
2	1	2.6.82 1100-1145	3.6.82 0920-0955	-	43,0	0,6	2,6	0,3	37,6	9,0	79
	2	4.6.82 0945-1030	-	-	25,5	0,6	1,6	0,3	20,2	7,9	69
	3	8.6.82 0755-0835	9.6.82 0810-0845	9.6.82 1125-1150	62,3	0,9	4,0	0,3	-	-	-
	4	10.6.82 0845-0925	10.6.82 1230-1250	-	37,9	0,7	2,3	0,3	28,0	13,1	65
	5	11.6.82 0845-0930	11.6.82 1220-1250	-	44,8	0,8	2,7	0,3	40,0	8,7	81
	6	12.6.82 0935-1010	15.6.82 0805-0835	-	44,3	0,8	2,9	0,3	35,2	13,1	70
	7	16.6.82 0750-0835	16.6.82 1125-1200	-	40,4	0,8	2,5	0,3	34,1	9,5	76
	8	17.6.82 0825-0905	18.6.82 0735-0805	18.6.82 1015-1035	54,3	1,2	2,7	0,3	44,0	14,5	73
	9	21.6.82 0835-0915	21.6.82 1145-1210	-	40,5	0,8	2,4	0,3	34,7	9,7	76
	10	22.6.82 1315-1355	23.6.82 0755-0825	-	42,5	0,9	2,8	0,3	30,9	15,9	63
	11	24.6.82 1235-1315	25.6.82 1415-1440	-	37,8	0,7	2,5	0,3	32,1	9,2	76
	12	30.6.82 0845-0925	30.6.82 1205-1225	-	37,1	0,6	2,3	0,3	29,3	11,0	70
	13	1.7.82 1245-1320	2.7.82 1045-1115	5.7.82 0800	38,9	0,7	2,6	0,3	32,2	10,4	73
	14	5.7.82 1320-1355	6.7.82 0905-0940	6.7.82 1200-1220	53,9	1,2	3,3	0,3	45,7	13,1	76

* Slammengdene som ble pumpet inn i containeren, er beregnet ut fra nivåmålingene i containeren med fradrag for volumene av polymerløsning, fortyrningsvann og spylevann.

** Vannet som brukes til spyling av filterduken etter tomning av containeren, blir liggende igjen på bunnen og blandes med slammet ved neste innpumping. Spylevannsmengdene er anslått ut fra vannivået i containeren etter spyling.

Tørrstoffinnholdet i det avvannede slammet (slamkaka) gir en god indikasjon på hvordan slamkaka vil oppføre seg når den tømmes ut av containeren. For septikslam vil tørrstoffinnhold over 14-15 prosent gi en slamkake som ligger i haug og uten at det siver nevneverdig vann utover fra den. Ved lavere tørrstoffinnhold vil fortsatt slammet kunne ligge noenlunde i en avgrenset haug, men det vil være relativt mye vann som renner utover fra haugen.

I tabell 3 er tørrstoffinnholdet i slammet før og etter avvanning angitt sammen med kvaliteten på slamvannet og polymerdoseringen for samtlige prøveserier. Middelerverdi og standardavvik er også beregnet for de aktuelle parametre. Vi ser her at for alle avvannings-syklusene, unntatt to (serie 4 og 5 i 2. periode), ligger tørrstoffinnholdet i slamkaka i området 14-19 prosent, dvs en har oppnådd et tilfredsstillende avvanningsresultat. I de to dårlige seriene (hhv. 8,3 prosent og 11,5 prosent tørrstoffinnhold i slamkaka) ble det brukt Praestol 444 K. Denne polymeren ga tilfredsstillende resultater i 1. periode (seriene 5-8) med omtrent samme doseringer som 2. periode (ca. 4 g/kg TS), og forklaringen må derfor være at denne polymeren er mindre egnet for "gammelt" septikslam enn for "ferskere" slam fra større slamavskillere. Dette underbygges av at man oppnådde tilfredsstillende avvanning (15,3 prosent TS) også med gammelt slam i en ekstra serie der doseringen ble økt til 5,5g/kg TS. Forøvrig viser resultatene at Zetag 63 har klart seg med de laveste doseringene, men også Zetag 88 N og Zetag 37 har gitt bra resultater med rimelige doseringsmengder.

Forat et slamavvanningsopplegg skal være komplett, må det også være muligheter for å ta hånd om slamvannet (rejektvannet) på en forsvarlig måte. Sammensetningen av dette vannet er derfor av stor interesse. Tabell 3 viser at partikkelinnholdet (suspendert stoff) i slamvannet er svært lavt sammenlignet med f.eks. sentrifuger og silbåndpresser, men fordi septikslam inneholder så store mengder oppløste forurensninger, vil en med dette avvanningsutstyret allikevel få et høyt innhold av organisk stoff (KOF og BOF), fosfor og nitrogen i slamvannet. Resultatene viser f.eks. at innholdet av organisk stoff er 3-7 ganger høyere, fosforinnholdet 4-10 ganger høyere og nitrogeninnholdet 2-5 ganger høyere enn i kommunalt avløpsvann. Dette betyr av containeren må plasseres på steder hvor slamvannet enten kan ledes til gode sjøresipienter eller til renseanlegg av egnet type og størrelse.

Tabell 3. Polymerdosering og analyseresultater av slam og slamvann.

OPP- FØLGINGS- PERIODE NR.	PRØVE- SERIE NR.	TYPE POLYMER	POLYMER- DOSERING		SLAM FRA SILO * Totalt tørstoff (%)	SLAMKAKE Totalt tørstoff (%)	Suspendert stoff (mg/l)	SLAMVANN (REJEKTIVANN)			
			g/m ³	g/kg TS				KOF (mg/l)	BOF ₇ (mg/l)	Total fosfor (mg P/l)	Total nitrogen (mg N/l)
1	1	Zetag 63	100	2,3	4,4	16,2	81	1960	990	62	129
	2	"	97	1,9	5,2	14,7	108	2500	1320	66	208
	3	"	84	1,2	7,0	17,7	304	4350	1170	46	263
	4	"	77	1,7	4,6	17,6	69	2020	1020	58	178
	5	Praestol 444 K	85	2,2	3,8	18,4	35	1430	730	37	89
	6	"	111	3,8	2,9	16,6	36	1150	680	27	116
	7	"	101	4,4	2,3	17,0	25	1100	530	36	162
	8	"	100	4,4	2,3	15,1	102	2950	1100	72	157
	9	Zetag 63	88	3,7	2,4	17,1	138	2100	980	65	119
2	1	Zetag 63	67	2,2	3,0	14,5	110	2220	1230	60	123
	2	"	104	2,2	4,8	15,6	110	2000	-	73	235
	3	"	71	-	-	14,4	50	1580	1040	50	100
	4	Praestol 444 K	109	3,8	2,9	8,3	90	1620	1150	62	102
	5	"	96	4,3	2,2	11,5	53	-	700	32	55
	6	Zetag 63	97	2,1	4,6	15,6	48	1750	1250	54	107
	7	"	105	2,9	3,6	15,4	82	1030	620	34	78
	8	"	117	2,4	4,9	18,5	48	1330	850	54	170
	9	Zetag 88 N	94	2,3	4,0	16,9	31	1430	830	65	150
	10	"	189	2,7	7,0	18,7	61	-	1450	68	130
	11	"	192	4,3	4,4	18,1	26	1030	850	38	96
	12	Zetag 37	120	2,4	5,0	16,9	49	1650	1060	55	122
	13	"	127	2,7	4,8	17,8	61	1670	-	50	123
	14	"	152	3,3	4,7	19,2	65	2740	1890	86	182
MIDDELVERDI			106	2,9	4,1	16,2	78	1890	1020	54	139
STANDARDVARIASJON			32	1,0	1,4	2,5	58	780	314	15	50

*: Tallene i denne kolonnen er beregnet ut fra massebalanse (kg tørstoff inn i container = kg tørstoff ut av container), da disse slamprøvene er blitt feilanalisert ved laboratoriet.

Praktiske driftserfaringer

Avvanningsutstyret med pumper og ventiler etc. kan ikke fungere dersom det er kuldegrader over en viss periode. Det betyr i praksis at dersom det skal brukes i vinterhalvåret her i landet, må det stå i et oppvarmet lokale i den tiden.

Før 1. oppfølgingsperiode hadde avvanningsutstyret vært brukt i ca. et halvt år hos en privat renovatør i Arendal-Grimstadområdet. Slammet ble da pumpet direkte fra septikbilen med eksenterskruepumpa, og i følge leverandøren ble det avvannet ca. 1 500 m³ septikslam på denne måten uten de helt store problemer (bare én demontering av pumpa pga. filler i slammet). Ved denne driftsmåten vil imidlertid mye stein og grus passere pumpa og gi økt slitasje på denne. Etterat I.T.A. tok over driften av utstyret, er det i 1. halvår 1982 avvannet ca. 2 000 m³ septikslam, og det har vært driftsstans én gang pga. gjentetting av slampumpa med filler. Den nederste delen av slamsiloen som fungerer som stein- og sandfang, har vært tømt en gang i perioden.

Ved et par anledninger har man fått inn slam som ikke har latt seg avvanne på ordinær måte i containeren. Det ene tilfellet gjaldt slam fra en fettavskiller som ble tømt i slamsiloen ved anlegget. Dette ga fullstendig gjentetting av filterduken, og hele containeren måtte tømmes med septikbil. I det andre tilfellet var det slam fra et kloakkrensingsanlegg (simultanfelling) som ble tømt i mottakstanken. Dette oppnådde svært dårlig avvanning i containeren med den standard polymeren (Zetag 63) som ble brukt utenom oppfølgingsperiodene. Tidligere forsøk med et posefilter for avvanning av ulike slamtyper (Urdahl, 1976) har også vist at avvanning av biologisk og kjemisk slam ved ren drenering gjennom filterduk gir så lavt tørrstoff-innhold i slamkaka at den flyter utover ved tømming.

Filterduken bør spyles skikkelig etter hver gang slamkaka er tømt ut av containeren. Ved den undersøkte containeren måtte dette gjøres ved at operatøren klatret ned i tanken gjennom luka i taket, for på den måten å komme tilmed spyleslangen over hele filterflaten. Denne arbeidsoperasjonen er helt uakseptabel fra et arbeidsmiljøsynspunkt, idet spylingen skaper aerosoler med høyt innhold av mikroorganismer som i uheldige tilfeller kan forårsake alvorlige sykdommer. Ved I.T.A. vil

man løse dette problemet ved å skjære ut et par luker til i taket på containeren, slik at man ved hjelp av høytrykkspyler kan stå der oppe og allikevel nå hele filterduken. Produsenten av utstyret har imidlertid nå utviklet et automatisk spylesystem som blir levert ved nye anlegg, men foreløpig er det få driftserfaringer med dette.

I tillegg til spyling etter hver tømming, er det nødvendig å foreta avfetting av filterduken med jevne mellomrom. Hyppigheten av en slik avfetting vil selvsagt variere med mengde slam som avvannes og om det er mye gammelt septikslam som ofte er svært fettholdig. Erfaringene til nå tilsier avfetting 1-2 ganger pr. måned ved daglig drift dersom en ønsker å opprettholde maksimal avvanningskapasitet og høyt tørrstoffinnhold i slamkaka. Forøvrig er det viktig å få alt rengjøringsarbeid inn i faste rutiner for driftspersonalet; dette gjelder også rengjøring av oppløsnings- og doseringsutstyret for polymer.

Uten at det er gjort noen nøyaktige tids-studier ved driften av dette avvanningsutstyret, vil vi anslå daglig arbeidsbehov til ca. 2½ time ved to slaminnpumper pr. dag. Det er da forutsatt at operatøren følger med under hele innpumpingsperioden (ca. 45 min.) for å kontrollere at polymerdoseringen er tilfredsstillende og eventuelt justere denne. Dette er helt nødvendig for å sikre en tilfredsstillende avvanning til enhver tid. Eventuell transport av container til tømme plass for avvannet slam er ikke regnet med i denne tiden.