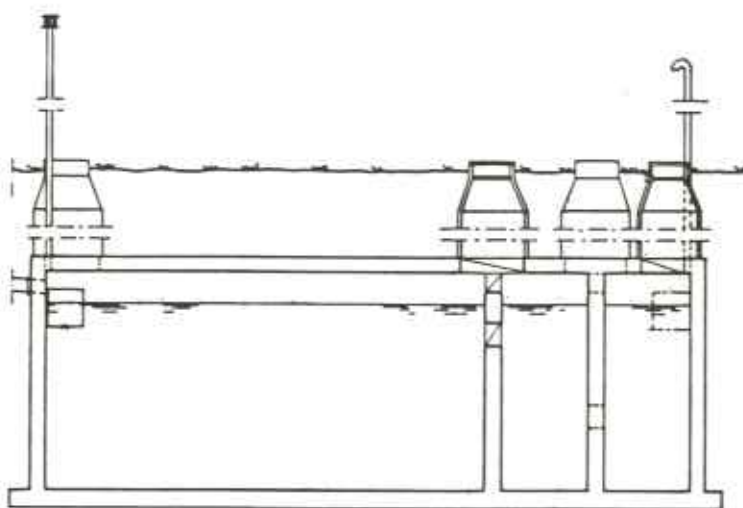


Prosjektrapport

Rapport fra SFT-prosjekt

Evaluering av enkle rensemetoder

Slamavskillere



Norsk VA-verkforening

NORVAR-rapport

Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsv. 143, 2300 Hamar
Besøksadresse: Fredvang, Vangsv. 143, Hamar
Telefon: 62 52 86 50

Rapportnummer:

33 - 1994

Dato:

1.mars 1994

Antall sider (inkl. bilag)

67

Tilgjengelighet:

☒ Åpen

☐ Begrenset

Rapportens tittel:

EVALUERING AV ENKLE RENSEMETODER
SLAMAVSKILLERE
Rapport fra SFT-prosjekt

Forfatter(e):

Yngve Johansen - Grøner Tromsø AS

Ekstrakt:

Denne rapporten gir en evaluering av slamavskilleren som renseanlegg, bygd på driftserfaringer fra 25 avskillere dimensjonert for 500 pe eller mer. Eksisterende retningslinjer fra SFT (TA-515, 1977) har 500 pe som en øvre dimensjoneringsgrense for slamavskillere. Forbedret slam-tømmeutstyr, årskostnader og renseseffekt gjør det interessant å bygge slamavskillere dimensjonert for betydelig mer enn 500 pe. Kommunene som har tatt i bruk store slamavskillere, oppfatter disse som driftssikre og stabile rensennetninger. Driftsproblemer er knyttet til slamtømmingen når perioden mellom hver tømming er lengre enn et år. Forøvrig omtaler rapporten:

- kostnader for bygging og drift av slamavskillere ved forskjellig pe-belastning og tømmefrekvenser
- metoder for oppsamling og behandling av slam
- utforming av store slamavskillere
- problemstillinger som det kan være aktuelt å jobbe videre med i forbindelse med enkle rensemetoder
- gjeldende dimensjoneringsregler for slamavskillere

Emneord, norske:

Avløpsanlegg
Slam
Slamavskilling

Emneord, engelske:

Sewer system
Sludge
Sludge removal

Andre utgaver:

82-414-0046-2

FORORD

Prosjektet "Evaluering av enkle rensemetoder" ble satt igang med formål å danne grunnlaget for en veiledning fra SFT for valg av type renseanlegg ved utslipp til god sjøresipient. Første fase har bestått i innsamling av opplysninger fra eksisterende anlegg. Resultatet presenteres i to rapporter:

Fase 1A: Store slamavskillere	(NORVAR-rapport nr. 33/94)
Fase 1B: Siler/finrister	(NORVAR-rapport nr. 34/94)

SFT har finansiert utarbeidelsen av rapportene. Fylkesmannens miljøvernavdeling i Troms, ved Magne Nesse har vært ansvarlig for gjennomføring av Fase 1A. Prosjektet er utført av Grøner Tromsø AS ved Yngve Johansen.

Mens arbeidet med prosjektet har pågått, har SFT ut fra sin nye strategi på avløpssektoren bestemt seg for å begrense arbeidet med å gi ut detaljerte tekniske veiledninger. NORVAR vil på en del felt overta denne veiledningsfunksjonen i avløpssektoren, og det er undertegnet en egen intensjonsavtale mellom SFT og NORVAR. NORVAR er i denne forbindelse blitt spurt om og utgi de 2 rapportene og føre arbeidet videre i en neste fase med basis i de uløste problemstillingene som tas opp i rapportene.

NORVAR anser utgivelse av denne type rapporter som en naturlig del av sitt virksomhetsområde. NORVAR vil med finansiell støtte fra SFT arbeide for en videreføring av prosjektet i løpet av høsten 1994.

Hamar, 1. mars 1994

Hans Jørgen Haugen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
1.0 SAMMENDRAG	3
2.0 INNLEDNING	5
3.0 RENSEKRAV FOR GODE SJØRESIPTENTER	6
3.1 Historikk - utvikling	6
3.2 Miljøverndepartementets retningslinjer ved utslipp til gode sjøresipienter.	7
3.3 Gode sjøresipienter	7
4.0 SLAMAVSKILLEREN	9
4.1 Hva er en slamavskiller?	9
4.2 Anvendelsesområde	10
4.3 Funksjon	12
4.4 Utforming	13
4.5 Dimensjonering	14
4.6 Renseeffekt	16
4.7 Andre utforminger av slamavskilleren	17
5.0 ERFARINGER FRA KOMMUNALE SLAMAVSKILLER	18
5.1 Spørreundersøkelse	18
5.2 Drift av store slamavskillere	18
5.3 Renseeffekt	20
5.4 Erfaringer fra andre land	21
6.0 SLAMHÅNDTERING - DRIFT	21
6.1 Erfaringer fra tømning av slamavskillere	21
6.2 Slambehandling	23
6.3 Kostnader for slamavvanning - slamtømming	23
7.0 KOSTNADER FOR SLAMAVSKILLERE	24
7.1 Innledning	24
7.2 Kostnader for bygging av slamavskiller.	24
7.3 Kostnader for slamavskillere som er bygget	25
7.4 Kostnader for drift av slamavskillere	27
7.4.1 Tilsyn	27
7.4.2 Slamtømming og slamavvanning	27
7.4.3 Kostnader for drift av slamavskillere	29
7.5 Årskostnader for slamavskillere	30

8.0	VIRKNINGER I RESIPIENTEN	side 32
9.0	OPPSUMMERING OG STATUS	34
9.1	Oppsummering	34
9.2	Utforming av store slamavskillere	35
9.3	Problemstillinger som kan være aktuell å belyse i det videre arbeid.	37
	Referanser	39

OVERSIKT VEDLEGG

VEDLEGG 1 SKJEMA SPØRREUNDERSØKELSE

VEDLEGG 2	DIMENSJONERING AV SLAMAVSKILLER	1
2.1	Dimensjoneringskriterier	2

VEDLEGG 3 SLAMBEHANDLING

3.1	Forurensningsloven	2
3.2	Avvanningsmetoder	3
3.3	Kapital- og driftskostnader for mobilt avvanningsutstyr	5
3.4	Behandling og deponering av avvannet slam	7
3.5	Utviklingstrekk	8

VEDLEGG 4 ERFARINGER FRA DYKKERUNDERSØKELSE

4.1	Dykkerundersøkelsen	2
4.2	Kolbakkbukt - urensset utslipp	2
4.3	Nordkjøshotn silanlegg	3
4.4	Storsteinnes silanlegg	3
4.5	Kanebogen silanlegg	4
4.6	Selnes Silanlegg	4
4.7	Slamavskiller - Tønsvik	5
4.8	Konklusjon fra dykkerundersøkelsen	5

VEDLEGG 5 KOSTNADSBEREGNING AV STORE SLAMAVSKILLERE

VEDLEGG 6 SLAMAVSKILLER MED EGET SLAMLAGER

1.0 SAMMENDRAG

Bruk av slamavskillere større enn 500 pe

Slamavskillere dimensjonert for opptil 3000 pe er i bruk i Norge med gode erfaringer. Det er innhentet opplysninger om 25 slamavskillere fra 500 pe og oppover. Totalt antas det å være 30 til 50 slike slamavskillere i bruk i Norge. Det forholdsvis høye antall store slamavskillere som er bygd indikerer at det er behov for nye retningslinjer for slamavskillere større enn 500 pe.

Driftserfaringer

De kommunene som har tatt i bruk store slamavskillere oppfatter disse som driftsikre og stabile renseinneetninger. De fleste driftsproblemer er knyttet til slamtømmingen. Spesielt slamavskillere som tømmes sjelden - over 1 år mellom hver tømming - er svært problematisk å tømme. Dette skyldes at slammet blir svært hardt når det ligger for lenge.

Hovedproblemene med slamtømmingen kan løses ved å gjennomføre rutinemessig slamtømming med sykluser på helst under et år.

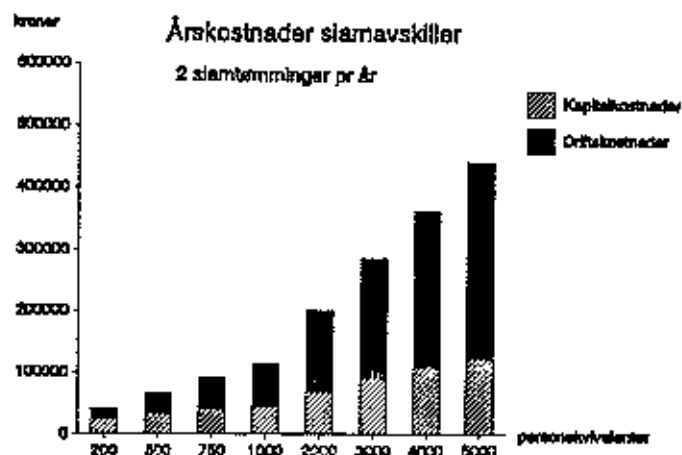
Renseeffekt

Det foreligger ingen målinger av renseeffekt. Dykkerundersøkelser av utslipp med slamavskiller og observasjoner av slammengder i 2. og 3.kammer gir imidlertid grunnlag for å anta at renseeffekten er tilfredsstillende også for store slamavskillere.

Virkning i resipienten

Slamavskilleren avskiller etter vekt og virker prinsipielt forskjellig fra et silanlegg som avskiller etter størrelse. Bruk av slamavskillere ser ut til å være gunstigere enn silanlegg med 1 mm silåpning med hensyn til nedslamming av området ved utløpet av utslippsledningen.

Kostnader for slamavskillere



Følgende problemstillinger kan være aktuell å belyse i det videre arbeid.

- renseeffekt for store slamavskillere
- sammenhengen mellom slamflukt og vannføring
- uttesting av løsninger for nedtapping av vannfasen og løsninger for forenkling av slamtømming.
- bygging av slamavskillere med andre utforminger. Først og fremst tenkes her på slamavskiller med eget slamlager.
- drøfting av minimumskravet til rensing

Minimumskravet til rensing sidestiller 1 mm sil og slamavskilling. Etter vår oppfatning er det overveiende sannsynlig at 1 mm sil ikke vil løse problemet med nedslamming av bunnen i resipienter med svak strøm ved utslippspunktet.

Bruk av slamavskillere og finsil (0.2 mm) vil trolig være et bedre alternativ for denne typen resipienter da forventet renseeffekt for sedimenterbart stoff vurderes å være markert høyere.

Vi foreslår derfor at slamavskillere, 1 mm sil og finsil som rensinnsretninger drøftes i forhold til minimumskravet i det videre prosjektarbeidet med det siktemål at et mer differensiert rensekrav utformes.

2.0 INNLEDNING

Med bakgrunn i rundskriv 91/1 fra SFT: "Minstekrav til rensing av kommunalt avløpsvann ved utslipp til gode sjøresipienter" har miljøvernavdelingene i Hordaland og i Troms igangsatt en undersøkelse for å sammenligne sil/finnister og slamavskillere.

Prosjektet har som formål å danne grunnlag for en veileder fra SFT for valg av type renseanlegg ved utslipp til gode sjøresipienter.

Prosjektet gjennomføres i to faser. Fase 1 omfatter innsamling av opplysninger fra eksisterende anlegg, med hovedvekt på driftsforhold og kostnader.

Opplysningene presenteres i to rapporter, en for slamavskillere og en for siler/finsiler.

Fase 1A i prosjektet, status for store slamavskillere, gjennomføres med Miljøvernavdelingen i Troms som ansvarlig og utføres av Grøner Tromsø AS.

Fase 1B i prosjektet, siler/finnister, gjennomføres med Miljøvernavdelingen i Hordaland som ansvarlig og utføres av AS Garman & Co.

Denne prosjektrapporten omhandler fase 1A, og presenterer status for store slamavskillere.

For store slamavskillere har en gjennom Statens Forurensingstilsyns retningslinjer av 1977 fått regler for dimensjonering, utforming, tilsyn og drift av slike renseanlegg med tilknytning fra 50 til 500 personer(pe). Da retningslinjene er begrenset oppad til 500 personer(pe) har det derfor ikke vært vanlig å bygge slamavskillere for større belastninger.

For å tilfredsstille rensekravene for gode sjøresipienter har derfor rensing i silanlegg være den mest vanlige løsningen ved belastninger utover 500 personer.

Mobil avvanning av slam forventes å ha løst hovedproblemet knyttet til driften av store slamavskillere. I denne rapporten skal det etableres en basis for de videre drøftinger av hvor store slamavskillere det er hensiktsmessig å bygge.

3.0 RENSEKRAV FOR GODE SJØRESIPIENTER

3.1 Historikk - utvikling

Fra myndighetenes side har renskravene for utslipp til gode sjøresipienter variert over tid.

Ved etablering av Miljøverndepartementet i begynnelsen av 70-årene var det en utbredt oppfatning at rensing i mekanisk eller mekanisk/kjemiske renseanlegg ville bli et krav for alle kloakkutslipp.

Hovedmålsettingen for 70-årene var å redusere forurensingen av innlandsresipientene og områdene rundt Oslofjorden. Disse områdene var sterkt påvirket av forurensing og mye av det tankegods som preget holdninger til renskrav - også når det gjaldt gode sjøresipienter, var påvirket av kravene for disse områdene.

For utslipp til gode sjøresipienter var målsettingen å bringe avløpssystemene i funksjonsdyktig stand slik at spillvannet senere kunne knyttes til høygradige renseanlegg. I mellomtiden var det nødvendig med en eller annen form for minimumsrensing. Det vil si en form for fjerning av fekalier, filler, papir, bind og annet sedimenterbart stoff fra avløpssvannet før det slippes ut i resipienten.

Denne avløpsstrategien dannet et mønster for flere hovedavløpsplaner som ble laget på slutten av syttitallet. Et eksempel på dette er hovedavløpsplanen for Tromsø som ble slutført av Grøner i 1979. I planen legges opp til en samling av avløpene til færrest mulig utslipp med sil som eneste rensetrinn. Spørsmålet om eventuelle skjerpede renskrav for utslippene skulle vurderes i løpet av nittiårene.

Kommunene med utslipp til gode sjøresipienter reagerte imidlertid meget tregt på signalene fra myndighetene. Ved inngangen til 80 årene gjorde det seg gjeldende en noe mer avslappet holdning til rensing av avløp til gode sjøresipienter. Dette kom til uttrykk ved at miljøverndepartementet i 1983 gjorde en endring i retningslinjene for behandling av slike saker. Hovedbudskapet i disse endringene var at kravene til utslipp skal skje ut fra en lokal vurdering av mulige skadevirkninger.

I kystområdene fra og med Rogaland og nordover, kunne utslippstillatelse gis uten krav til rensing ved utslipp til sjøresipienter med meget gode utskiftningsforhold og svært liten forurensingsbelastning. For å sikre det nødvendige beslutningsgrunnlaget i slike saker ble det stilt krav til forundersøkelser og overvåking av forurensingssituasjonen etter at utslippet er etablert.

Senere på 80-tallet i kjølvannet av algoppblomstringen på Sørlandet i 1987 og med bakgrunn i kritiske uttalelser fra Sverige og andre europeiske land har myndighetenes holdninger blitt betydelig skjerpet. Et resultat av dette er blant annet at Trondheim kommune har fått krav om mekanisk/kjemisk rensing av kloakkutslippene til fjordbasenget. Da Trondheimsfjorden regnes for å være en god sjøresipient, er vedtaket begrunnet i et ønske om fjerning av sedimenterbart og suspendert stoff dvs målet er å redusere den hygieniske og estetiske effekt av kloakkutslippet.

3.2 Miljøverndepartementets retningslinjer ved utslipp til gode sjøresipienter.

I rundskriv 91/1 fra Miljøverndepartementet er minstekravet til rensing av kommunalt avløpsvann ved utslipp til gode sjøresipienter innskjerpet. Rundskriv 91/1 erstattet rundskriv T-22/83. I T-22/83 sto det blant annet:

"I kystområdene fra og med Rogaland og nordover kan fylkesmannen dessuten gi utslippstillatelser uten krav til rensing."

I rundskriv 91/1 er minstekravet endret som følger:

"Fylkesmannen kan som hovedregel ikke lenger gi kommuner tillatelse til å slippe kommunalt avløpsvann urensert til resipienten. Renskravet skal minimum være slamavskiller eller sil med spalteåpning på 1 mm eller mindre. Andre renseinnretninger kan også godkjennes dersom det kan dokumenteres at renseeffekten er minst like god som ved bruk av sil med 1 mm spalteåpning.

Unntak fra hovedregelen kan kun gjøres i spesielle områder i samråd med Statens forurensingstilsyn."

3.3 Gode sjøresipienter

Generelt

Det finnes ingen entydig definisjon av hva som er en god sjøresipient.

Krav til rensing vil bli vurdert av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i forbindelse med den enkelte utslippssøknad. I områder der det er usikkert hvilke utslipp resipienten tåler vil dette bli undersøkt ved resipientundersøkelser.

Miljøkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann

Statens Forurensingstilsyn er i sluttfasen med utarbeidelse av miljøkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann. Disse miljøkvalitetskriteriene tar utgangspunkt i klassifisering av nåtilstand og av forurensingsgrad. Tabell 1 viser den inndelingen det opereres med.

Tabell 1. Inndeling i tilstandsklasser og forurensingsgrad.

Tilstandsklasser	Forurensingsgrad
I = God	1 = Lite forurenset
II = Mindre god	2 = Moderat forurenset
III = Nokså dårlig	3 = Markert forurenset
IV = Dårlig	4 = Sterkt forurenset
V = Meget dårlig	5 = Meget sterkt forurenset

Definisjon av en god sjøresipient i rundskriv 91/1 fra SFT.

I rundskriv 91/1 fra SFT defineres "gode sjøresipienter" som følger av SFT:

" En resipient i tilstandsklasse 1 eller 2 i henhold til vannkvalitetskriteriene for marine områder. En resipient i klasse 2 regnes som en god sjøresipient der det ikke er andre brukerinteresser tilstede, ellers skal det være klasse 1".

Selv om det i rundskriv 91/1 er angitt en konkret definisjon på en god sjøresipient oppfattes nå SFT slik at tilstandsklasser og forurensingsgrad i hovedsak skal brukes som grunnlag for Fylkesmannens vurdering når krav til rensing skal fastsettes. Miljøkvalitetskriteriene for fjorder og kystfarvann er ikke tenkt brukt til en entydig definisjon av hva en "god sjøresipient" er.

Generelt om områder i Norge med gode sjøresipienter

Begrepet en god sjøresipient brukes om de sjøområder som er lite påvirket av forurensninger og har gode utskiftningsforhold.

Grovt sett kan vi si at gode sjøresipienter omfatter kyststrekningen fra og med Rogaland og nordover. Lokale variasjoner med dårlige resipientforhold vil selvsagt også forekomme på denne strekning, kfr LENKA rapportens inndeling av resipientene i A, B og C områder. På bakgrunn av en grov inndeling kan vi anslå at ca. 25 % av landets avløpsmengde, vil ha utslipp til gode sjøresipienter.

4.0 SLAMAVSKILLEREN

4.1 Hva er en slamavskiller?

En slamavskiller er en noe forenklet sedimenteringsenhet. For små enheter brukes ofte begrepene septiktank og slamavskiller om samme enhet. Det er imidlertid en prinsipiell forskjell mellom disse. Septiktanken er dimensjonert med sikte på å oppnå tilstrekkelig oppholdstid til å oppnå en viss anaerob biologisk rensing av avløpsvannet i tillegg til fjerning av sedimenterbart og flytende stoff.

Når det gjelder slamavskilleren og et konvensjonelt sedimenteringsbasseng er hovedforskjellene vist i tabell 2:

Tabell 2. Hovedforskjellen mellom slamavskiller og konvensjonell sedimentering.

Slamavskiller	Sedimenteringsbasseng
Oppholdstid 9-18 timer	Oppholdstid 1-2 timer
Slam lagres i samme rom som det sedimenteres i.	Kontinuerlig utpumping av slam.
Forenklet utløpsarrangement	Utløpsrenner

Når sedimentering og slamlagring foregår i samme rom medfører dette en rekke problemer som er forsøkt løst ved å øke oppholdstiden samt dele slamavskilleren inn i flere kammer. Dette vil bli nærmere drøftet i avsnitt 4.3.

4.2 Anvendelsesområde

Type bruk

Slamavskilleren brukes i Norge idag til følgende formål:

- eneste rensetrinn ved utslipp til gode sjøresipienter
- forbehandling ved høygradige konvensjonelle renseanlegg
- forbehandling ved bygging av infiltrasjon og sandfilteranlegg.

Størrelse

Retningslinjene til SFT for større slamavskillere angir 500 pe som en dimensjonerende grense for hvor store slamavskillere som bør bygges. Årsaken til denne begrensning på slamavskillere var først og fremst at det tidligere var vanskelig å avvanne og transportere store mengder slam på en gang. Nye mobile slamavvanningsenheter av type Hamstern, MOOS KSA og AVC har forenklet transport og avvanning av slam i betydelig grad. Tidligere problemer med tømning av slam fra store slamavskillere er derfor langt på vei løst.

Selv om de fleste slamavskillere som er bygd er mindre enn 500 pe er det også bygd endel slamavskillere som er større enn 500 pe. Som en del av dette prosjektet er det gjennomført en spørreundersøkelse hvor kommuner med store slamavskillere er tilskrevet. Vedlegg 1 viser utforming av spørreskjemaet som ble sendt ut.

Tabell 3 på neste side gir en oversikt over de store slamavskillerne som er registrert i spørreundersøkelsen.

Tabell 3 omfatter 24 slamavskillere fra 500 pe og større. Spørreundersøkelsen omfattet deler av landet og svarprosenten lå omkring 60 %. Utfra dette er det grunnlag å anta at det er bygd i området 30-50 slamavskillere større enn 500 pe i Norge. Den største slamavskilleren som er bygd er i Straumen i Inderøy kommune. Denne er dimensjonert for 3000 pe.

Spørreundersøkelsen viser at slamavskillere større enn 500 pe er tatt i bruk i størstedelen av landet.

Tabell 3 - store slamavskillere det er innhentet opplysninger om.

Kommune	Navn	Størrelse	Antall pe tilknyttet		År
			Dim.	Idag	
Trondheim	Skistua	200 m3		120	1972
Trondheim	Være	108 m3	500 pe		1982
Hemnes	Bjarka	331 m3	700 pe	665 pe	1987
Bodø	Lopsmarka	140 m3	850 pe	800 pe	1987
Bodø	Ålkjønna	140 m3	850 pe	800 pe	1987
Bodø	Skivika	140 m3	850 pe	1100 pe	1987
Høyanger	Kyrkjebo	139 m3	500 pe	350 pe	1976
Namsos	Svea	386 m3		500 pe	1975
Inderøy	Straumen	432 m3	3000 pe	2700 pe	1986
Inderøy	Rora	(75 m3)	1000 pe	850 pe	
Inderøy	Skjelvågen	99 m3	1150 pe	800 pe	
Radøy	Manger	220 m3	700 pe	700 pe	1980
Hurum	Klokkarstua	360 m3	1000 pe	930 pe	1985
Samnanger	Reistad	214 m3	500 pe	200 pe	1991
Flatanger	Lauvsnes	168 m3	850 pe	250 pe	
Salangen	Elvenes	172 m3	600 pe	500 pe	1986
Lyngen	Lyngseidet	275 m3	860 pe	7700 pe	1990
Tromsø	Fagernes	175 m3	800 pe	350 pe	1992
Hvam	Auganes	210 m3	500 pe	150 pe	1985
Flora	Brandøyåsen Sor	216 m3	1200 pe	200 pe	1988
Flora	Botnaholten	320 m3	500 pe	260 pe	1986
Flora	Havreneset Sor	222 m3	1200 pe	600 pe	1986
Sogndal	Kjernes	133 m3	800 pe	320 pe	1986
Sogndal	Rones	133 m3	500 pe	250 pe	1992

4.3 Funksjon

Generelt

Slamavskillerens funksjon er å avskille flytestoff og sedimenterbart stoff fra avløpsvannet.

Forbehandling

Ved mekanisk rensing i et konvensjonelt sedimenteringsbasseng plasseres normalt rist og sandfang foran bassenget for å unngå problemer med uttak av slam og etterfølgende slambehandling.

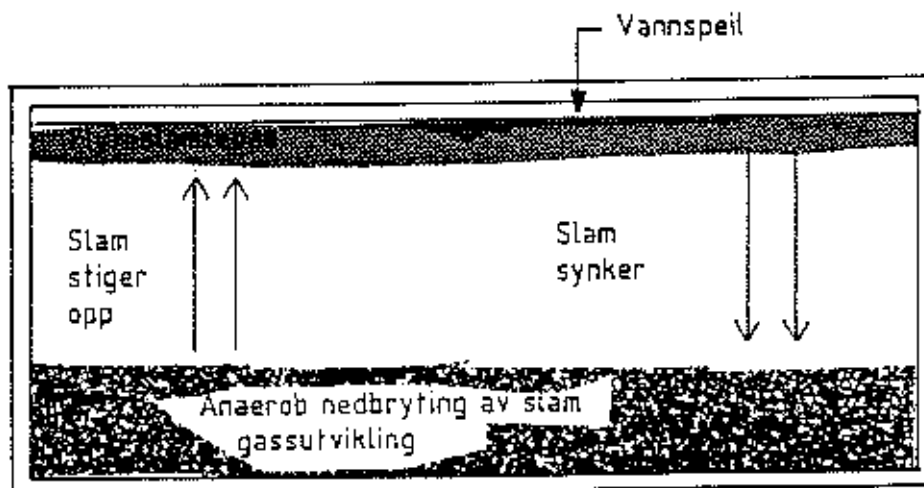
For slamavskiller hvor slammet vil bli fjernet kun noen få ganger i året vil slike forbehandlingsenheter ikke være nødvendig.

Sedimenteringsforhold i slamavskilleren

Sedimenteringsforholdene i slamavskilleren er i utgangspunktet dårlig sammenliknet med et riktig utformet sedimenteringsbasseng. De dårlige sedimenteringsforholdene har flere årsaker.

Hovedårsaken er trolig at sedimentering og slamlagring foregår i samme kammer. I ferskt slam som lagres vil det raskt starte en anaerob nedbryting. Nedbrytingen vil frigjøre gass som trekker med seg bunnslam opp til overflaten, hvoretter slammet synker ned igjen.

Fig 1. Skisse av 1.kammer med slam som flyter opp og synker.



Slamavskilleren har også en noe forenklet hydraulisk utforming med noe forenklet inn og utløpsarrangement som øker risikoen for kortslutningstrømmer.

4.4 Utforming

Hydraulisk utforming

Ved sedimentering av partikulært materiale er det ulike forhold som skal tilfredsstilles best mulig. Disse er blant annet:

- krav til overflate, laminær strømming (Reynolds tall)
- stabile strømningsforhold (Froudes teori)
- plassering av innløps- og utløpsarrangement med henblikk på å få utnyttet bassengene best mulig med minst mulig "døde" soner.

Froudes teori krever lange, smale og grunne bassenger, mens kravet til Reynolds tall gir korte, brede og dype bassenger. Disse kravene lar seg ikke kombinere, men i praksis er en kommet til at forholdet lengde : bredde bør være større enn 5 og forholdet lengde : dybde mindre enn 20.

For slamavskillere og spesielt små slamavskillere er det vanskelig å tilfredsstille dette kravet. Ved bygging av store slamavskillere er det enklere å utforme slamavskilleren mer i tråd med kravene til sedimentering.

Tiltak for å hindre slamflukt og kortslutningstrømmer.

Slamflukt

I en slamavskiller lagres slammet i sedimenteringsbassenget og fjernes en eller flere ganger for året. Dette vil påvirke sedimenteringsforløpet betydelig ved at slam som sedimenteres raskt starter en anaerob nedbryting. Den påfølgende gassproduksjon vil rive med seg bunnslam til overflaten. Denne slamutdrivningen vil skje støtvis, slik at store slamkaker ofte vil flyte til overflaten.

Kortslutningsstrømmer

På grunn av at inn- og utløp er konsentrert i enkelte punkter kan det være fare for at det kan oppstå kortslutningsstrømmer slik at oppholdstiden kan bli for liten. Dette innebærer at bassenget må utformes slik at avløpsvannets veg i slamavskilleren blir lengst mulig. Kravene til enkel og robust konstruksjon gjør at en vesentlig bedring av hydrauliske forhold må bli av begrenset omfang.

Prinsippløsning for slamavskilleren

Slamavskilleren er delt inn i tre kammer for å hindre slamflukt når slam flyter opp på grunn av anacrob nedbryting. Inndelingen i tre kammer og plassering av åpningen mellom de tre kamrene bidrar også til å redusere muligheten for kortslutningstrømmer.

Behovet for inndeling i tre kammer er dokumentert i en svensk undersøkelse (ref 5). Undersøkelsen viser at det er nødvendig med tre kamre for å sikre seg mot at slam som flyter opp følger med i utløpet. To kamre gir ikke samme sikkerhet. Økning til for eksempel 4 kammer har ikke vist seg nødvendig. Bedre renseeffekt ved bruk av 3 kammer er også dokumentert i en amerikansk undersøkelse (ref 6).

I slamavskillerens 1.kammer skal det være plass til lagring av slam. 1. kammer burde derfor være dypere enn 2. og 3. kammer. Av hensyn til byggingen har det vært vanlig å ha samme nivå på bunnsplaten i alle kamre. Retningslinjene fra SFT for større slamavskillere og standardtegnningene basert på disse viser løsninger med samme nivå på bunnsplaten i alle kamrene.

4.5 Dimensjonering

Dimensjoneringsprinsipp

Slamavskilleren dimensjoneres utfra oppholdstid, men det foreligger ingen eksakt teori bak de valgte dimensjoneringskriterier. Disse er valgt dels utfra erfaringer og dels utfra skjønn.

Konvensjonelle sedimenteringsbassenger dimensjoneres etter overflatebelastning. Overflatebelastningen i en slamavskiller er betydelig lavere enn i et konvensjonelt sedimenteringsbasseng. Tilsvarende er oppholdstiden minst 5 ganger lengre i en slamavskiller.

Dimensjoneringsreglene for sedimenteringsbassenger fravikes først og fremst på grunn av de problemer som oppstår ved at sedimentering og slamlagring foregår i samme kammer.

Dimensjonering etter retningslinjene til SFT.

Slamavskillerens volum er sammensatt av følgende:

V = volum vanndel

S = volum slamdel

Slamavskillerens totale våtvolum er altså summen av V og S fordelt på de ulike kamrene som følger:

1. kammer = $S + V/3$

2. kammer = $V/3$

3. kammer = $V/3$

Vannvolumet beregnes utfra oppholdstid (9 timer for gode sjøresipienter) og dimensjonere vannmengde (250 l/pd) for vanlig boligbebyggelse.

Slamvolumet beregnet utfra antall årlige slamtømminger og en slamproduksjon på 0.25 m³ slam pr person pr år.

Det vises forøvrig til vedlegg 2 hvor dimensjoneringen av slamavskilleren er nærmere gjennomgått.

Dimensjonerende vannmengde

Retningslinjene angir dimensjonerende vannmengder som spesifikke verdier, men det kan være aktuelt å forandre de dimensjonerende vannmengder dersom det foreligger bedre opplysninger feks vannføringsmålinger.

Det generelle prinsippet for dimensjonering av slamavskilleren bygger på grove tommelfingerregler hvor det lagt inn rom for endel større tilført vannmengde enn det slamavskilleren dimensjoneres for.

Dette forholdet er viktig å merke seg når store slamavskillere skal drøftes. Konkret betyr dette:

- det finnes ingen sikker formening om hvor stor vannmengde en slamavskiller tåler, når dimensjonerende vannmengde overskrides, før dette gir seg utslag i redusert renseeffekt - utvasking av slam.

4.6 Renseeffekt

Det finnes få systematiske målinger som har kartlagt renseeffekten for store slamavskillere over lengre perioder. I tabellen nedenfor er oppgitt tall for renseeffekt for slamavskillere. Renseeffekt for bakterier tar utgangspunkt i rapport: "Vurdering av rensekraft for utslipp av kommunalt avløp til gode sjøresipienter. Hygieniske effekter" utarbeidet av NIVA, mens de øvrige verdier er hentet fra: "Retningslinjer for større slamavskillere" utgitt av SFT. For bakterier er renseeffekten for konvensjonell sedimentering oppgitt til 75 %. En slamavskiller som fungerer tilfredsstillende forventes å ha renseeffekt oppimot et konvensjonelt sedimenteringsbasseng. Renseeffekten for bakterier oppgis derfor som inntil 75 %.

Tabell 3 angir prosentvis reduksjon av avløpsvannets innhold av forskjellige stoffer.

Tabell 3 Renseeffekt for slamavskillere

	Renseeffekt for slamavskiller
Sedimenterbart stoff	95 %
Suspendert stoff	30 - 60 %
BOF7	20 - 30 %
Fosfor	10 - 15 %
Nitrogen	10 - 15 %
Bakterier	inntil 75 %

Av tabellen kan en se at det er en liten reduksjon av næringssalter, fosfor og nitrogen. Det kan imidlertid oppnås en betydelig reduksjon i bakterietallet. For gode sjøresipienter vil mengden av næringssalter, fosfor og nitrogen i avløpsvannet ikke ha noen negativ miljømessig effekt.

Derimot vil den estetiske og den hygieniske virkning fra reduksjon av flytestoffer og sedimenterbart stoff være av stor betydning. I denne sammenheng er slamavskilleren godt egnet som renseanlegg.

4.7 Andre utforminger av slamavskilleren

Slamavskiller med eget slamlager

For Tromsø kommune har Grøner Tromsø AS utarbeidet forprosjekt på bygging av en slamavskiller med eget slamlager dimensjonert for 4000 pe. Vedlegg 6 gir nærmere opplysning om prinsippløsningen.

Fordelen ved en løsning hvor slamlageret trekkes ut av selve sedimenteringsbassenget er:

- slamavskilleren kan i større grad dimensjoneres etter vanlige dimensjoneringsregler for sedimenteringsbassenger.
- risikoen for utvasking av slam fra slamlageret ved tilførsel av store vannmengder elimineres.
- problemene med slamflukt fra slam som flyter opp på grunn av anaerob nedbryting fjernes.
- slamtømming vil ikke påvirke renseprosessen

Ulempene er knyttet til økt behov for ettersyn av:

- slampumper eller motorstyrte ventiler for kontinuerlig uttak av slam fra kamrene i slamavskilleren.

Virvelseparator

Ved SINTEF, NHL er det utviklet en sedimenteringsløsning som bygger på samme prinsippløsning som virveloverløpet/virvelkammeret. Ved å etablere en strømvirvel i et basseng vil en under visse forutsetninger øke avskillingen av partikulært materiale sammenlignet med konvensjonell sedimentering. Prinsippløsningen er søkt patentert og dokumentasjon av løsningen vil ikke foreligge før dette arbeidet er avsluttet.

Løsningen gir areal og kostnadsgevinster og kan være aktuell for utslipp til gode sjøresipienter.

5.0 ERFARINGER FRA KOMMUNALE SLAMAVSKILLERE

5.1 Spørreundersøkelse

Oppsummeringen av driftserfaringer er basert på utdypende telefonsamtaler med de som svarte på spørreskjema. Tabell 3 avsnitt 4.2 viser de kommuner og slamavskillere som deltok i spørreundersøkelsen.

Driftserfaringer knyttet til slambåntering er i det vesentlige tatt med i kapittel 6.

5.2 Drift av store slamavskillere

Generelt

Generelt har det ikke vært registrert driftsproblemer ved store slamavskillere.

Det er registrert noen få tilfeller der innløpsskjermen har knekt og tettet innløpet, samt at noen av omløp-/overløpskummene har gått tett.

Tilsyn

Det er få slamavskillere som har jevnlig tilsyn utenom tømning. De som har tilsyn er bygd i tilknytning til andre anlegg som har tilsyn.

Driftsjournal

Ingen av de kommuner vi har hatt kontakt med fører driftsjournal bare for slamavskilleren. Det føres bare oversikter med tømmedatoer og antall m³ som er tømt, men dette inkluderer også vannfasen som er tømt. De eneste driftsjournaler som føres er for pumpestasjonene som er tilkoblet slamavskillere.

Tilgjengelighet til kamrene under tømning

De fleste som driver slamavskillere opplever tilgjengeligheten ned i selve slamavskillerne som et problem. De fleste slamavskillerne som vi har fått data på er bygd etter SFT's standardtegninger. Problemet er å komme til i hjørner med sugestussen som er både tung og uhåndterlig.

På hoveddelen av slamavskillerne er det brukt kjepler på toppen av slamavskilleren fra overkant betongkonstruksjon til terrengnivå. Disse er forholdsvis trange og bidrar til å redusere tilgjengeligheten. Dette problemet er heller ikke alltid kjent for kommunens oppsynsmenn og ingeniører da de ikke alltid har direkte kontakt med de som tømmer slamavskillerne.

Problemstillingen har vært drøftet med endel slamtømmeoperatører. I slamavskillere som tømmes sjelden - over et år mellom hver tømning - blir slammet hardt og vanskelig å få ut av slamavskilleren. I slike situasjoner kreves god tilgjengeligheten i de ulike kamre for å få tømt slamavskilleren. Slamtømmeoperatørene ønsket minst dobbelt så mange luker/tømmepunkter på store slamavskillere i forhold til retningslinjene fra SFT. Det er imidlertid verdt å merke seg at dette ønsket tar utgangspunkt i de problemer som er knyttet til tømning av slamavskillere med gammelt slam i.

Ved rutinemessig tømning minst engang pr år og helst hyppigere er det lettere å få ut slammet og kravet til tilgjengelighet kan reduseres.

Ledningsnett - type ledningssystem.

Anlegg som har fellessystem tilkoblet har til tider problemer med store vannmengder, som igjen gjør at avløpsvannet ikke får den oppholdstiden i slamavskilleren som det skal ha. Dette er faktisk også et problem i områder med eldre separatsystem (innlekking av overvann). Under samme kategori kommer det også at enkelte slamavskillere ligger lavt og man har ganske stor innlekking av sjøvann eller grunnvann. Dette har enkelte steder skapt problemer ved tømning der man har lagt avløpet i omløp under tømning, men likevel har hatt en god del innsig i slamavskilleren.

Lukt - forhold til omgivelser

Et annet driftsproblem for noen få kommuner er lukt fra slamavskillerne. Dette er noe avhengig av avstand til naboer og type naboer. Likevel er dette et problem i spesielle områder. Ingen av de som ble kontaktet har tatt i bruk tekniske løsninger for å fjerne lukt.

Utforming i forhold til retningslinjer

Nesten samtlige slamavskillere som vi har fått inn data på er bygget etter standardtegnningene til SFT. Hvorvidt dimensjoneringsforutsetningen i retningslinjene er fulgt er mer uklart. Gjennomgang av oppgitte dimensjoneringsforutsetninger for pe, tømmefrekvenser, volum etc indikerer at retningslinjene er fraveket betydelig i en del tilfeller. Det må imidlertid antas at unøyaktighet i angivelser av volum og dimensjoneringsforutsetninger er årsaken til deler av disse avvikene i forhold til retningslinjene.

Ved noen av slamavskillerne som har vært bygd etter retningslinjene er det foretatt utbedringer etter anleggene ble tatt i bruk. Her kan nevnes:

- flere kommuner har laget nye utsparinger mellom kamrene. Det skyldes problemer med igjentetting der det har vært brukt rørgjennomføring med dykkert mellom kamrene.
- noen kommuner har også støpt skrå på bunnen for å lette slamtømmingen.

5.3 Renseeffekt

Målinger av renseeffekt

Ingen av de vi har kontaktet gjennomfører målinger av renseeffekt eller registrerer antall m³ slam som tømmes. Det er en kommune som har opplyst at de er pålagt av fylkesmannen å foreta jevnlig målinger av renseeffekt, men slamavskilleren deres er ikke bygd for prøvetaking, og det blir derfor ikke gjennomført.

Slammengde i 2. og 3.kammer

Slammengder i 2.og 3.kammer vil også være en indikasjon på hvorvidt slamavskilleren fungerer tilfredsstillende med hensyn til fjerning av sedimenterbart stoff. Både eiere av slamavskillere og slamtømmeoperatører har derfor blitt spurt om hvilke observasjoner de har gjort ved tømming av slamavskillere.

Undersøkelsen viser at ingen av de registrerte slamavskillerne har hatt større slamansamling i 2. og 3.kammer når slamtømming foretas med den forutsatte tømmefrekvens.

Før det ble gjennomført årlige og jevnlig tømming av slamavskillerne er slamflukt registrert som et problem. Da hadde man en tendens til å vente for lenge og 1.kammer gikk tett, noe som medførte slamflukt til 2. og 3.kammer.

Dykkerundersøkelser ved utslippet

Flere kommuner har gjennomført dykkerundersøkelser ved utslippsledningene sine. Dette gjelder Bodø, Namsos, Flatanger og Flora kommune som har 8 av slamavskillerne som inngår i spørreundersøkelsen. Det vises her til tabell 3 avsnitt 4.2. Samtlige kommuner som har gjennomført slike undersøkelser oppgir at de ikke har funnet slamansamlinger ved utløpet av utslippsledningene etter slamavskillerne ble tatt i bruk som renseinnretning.

5.4 Erfaringer fra andre land

Fylkesmannen i Troms har som endel av prosjektarbeidet kontaktet Finland, Sverige og Danmark for å få erfaringer med store slamavskillere fra disse landene. Disse landene bruker nesten ikke slamavskillere pga at de stort sett renser sitt avløp høygradig. Det var derfor ikke mulig å finne erfaringsmateriale av interesse.

Det ble foreslått å kontakte England, Portugal og Spania hvor store slamavskillere er mer vanlig. SFT mente imidlertid dette ikke hadde noen hensikt da type avløpsvann, temperatur på avløpsvann etc avviker i så stor grad fra norske forhold at erfaringer fra disse landene ikke ville være av interesse for Norge.

6.0 SLAMHÅNDTERING - DRIFT

6.1 Erfaringer fra tømning av slamavskillere

I tillegg til resultatene i spørreundersøkelsen bygger dette avsnittet på samtaler med endel slamtømmeoperatører.

Slamproduksjon

Det er ingen av de som har svart på spørreundersøkelsen som kan oppgi nøyaktig slamproduksjon pr. tømning.

Dette har sammenheng med den måten tømningen utføres på. Enten tømmes hele slamavskilleren eller så suges det opp fra bunnen, inntil det ikke er mer slam igjen på bunnen. Det er heller ingen som kontrollerer slamdybde systematisk, og de som måler har bare en slang som de kjenner hvor langt ned det er til det faste slamlaget.

Framgangsmåte ved tømning

Måten slamavskillerne tømmes på varierer avhengig om det er tilgang på mobilt avvanningsutstyr eller ikke. Der slamavskillerne blir tømt med tradisjonell slambil blir bare 1. kammer tømt og 2. og 3.kammer tømmes dersom kontroll av slamdybde med en stang påviser slam i kamrene.

De slamavskillerne som blir tømt med mobile avvanningsanlegg, blir tømt helt. Tømming av 2. og 3.kammer varierer noe, enkelte suger disse tomme, mens noen bare suger litt fra bunnen.

Enkelte pumper ut noe av vannfasen for å slippe å kjøre på vannet, men dette er ikke særlig utbredt da mye av vannet trengs for å suge opp slammet. De som har oftere tømning - 1 til 2 ganger pr år - slipper problemet med at slamfasen er så kompakt og hard. Behovet for vann under tømning blir mindre, og vannfasen kan dermed pumpes ut før tømning. Dette gir en betydelig besparelse under slamtømmingen. Gevinsten vil bli størst for de som tømmer med tradisjonell slambil uten mobil avvanningsutstyr.

De fleste (de som har omløp) leder avløpet i omløp under tømning for å slippe å tømme bare vann. Det er her forskjellen mellom mobil avvanning og tradisjonell slambil kommer frem. Tømmetiden for mobil avvanning er mye kortere og dvs. at tiden som avløpet ledes i overløp/omløp blir kortere.

Nesten samtlige som har sendt inn data på slamavskillere har nylig startet opp med systematisk slamtømming. Innhenting av anbud og etablering av faste tømninger gjennom bruk av entreprenør er mye brukt.

Problem med gammelt slam

Problemet med slamavskillerne som ikke blir tømt i tide og hvor slammet får tid til å pakke seg skikkelig er tidligere nevnt. En tømmeentreprenør har oppgitt at de bruker to slambiler ved tømning av slamavskillerne (de store). Den ene bilen, en vanlig slambil, blåser luft ned i slamavskilleren og får løst opp alt bunnslammet mens den andre slambilen, med avvanningsutstyr, suger opp.

Kommuner som har økt tømmefrekvensen for å slippe problemet med hardt slam mener dette totalt gir en besparelse for kommunen da tømmetiden reduseres markert.

De som før har hatt problemer med tømning har som oftest hatt liten belastning i forhold til dimensjonering og har utsatt tømning fordi det har vært lite slam i slamavskillerne. Dette har resultert i at det har vært slamavsetning over en lengere

periode (2-3 år), og når da tømning har startet opp har det nesten ikke vært mulig å få ut slammet. Med jevnlig tømning blir ikke slammet så hardt og jobben blir enklere for de som skal tømme slamavskillerne. Dette gjelder spesielt 2. og 3.kammer, da disse sjelden tømmes samtidig med 1.kammer.

6.2 Slambehandling

I spørreundersøkelsen ble det også stilt spørsmål om behandling av slammet. Løsningene varierte fra videregående slambehandling med stabilisering til avvanning og deponering og beskriver som forventet situasjonen innen slambehandling i norske kommuner langs kysten.

De nye krav til lagring og disponering av kloakkslam vil påvirke kostnadene til slambehandling for de som har store eller bygger store slamavskillere. Slik vi har oppfattet forurensingsmyndighetene er det et ønske om at kommunene går sammen og bygger felles anlegg for hygenisering og stabilisering av slam. En slik løsning vil gi en markert økning i kostnadene sammenlignet med dagens kostnader til slambehandling. Dersom kommunen velger enklere løsninger i form av mellomlagring og disponering etter mellomlagring vil kostnadene øke forholdsvis lite.

Det er imidlertid uklart hvilke løsninger som vil bli dominerende i kystkommunene hvor minimumskravet til rensing er aktuelt.

6.3 Kostnader for slamavvanning - slamtømming

Kostnadene for slamhåndteringen er i stor grad avhengig av hvilket utstyr som er tilgjengelig. Ny teknologi har gitt alternativer til eldre metoder for avvanning, transport og deponering av slam. Vi forutsetter derfor at mobile avvanningsenheter av type Hamstern, Moos AVS eller KSA er tilgjengelig ved beregning av kostnadene. NTNFs prosjektrapport 45/86 viser også at konvensjonelle behandlingsmetoder for slam, dvs vanlig tankbil og avvanning i slamlaguner, er vesentlig dyrere enn for mobile avvanningsmetoder. Det vises forøvrig til vedlegg 3 hvor slamtømming er nærmere omtalt. Kostnadstall i vedlegg 3 refererer til prisnivå 1991.

Opplysninger som er innhentet fra slamoperatører tyder på at kostnadene for avvanning og deponering av slam fra store slamavskiller varierer fra kr.120,- til kr.180,- pr. m³ slam.

Samtidig påpekes det at kostnadene ved behandling av gammelt slam - dvs 1 år eller mer - er betydelig høyere enn ferskere slam. Behandlingskostnaden for avvanning av gammelt slam bør derfor økes med 10 - 20% pr. m³ for å kompensere for økt tidsforbruk under avvanningen.

7.0 KOSTNADER FOR SLAMAVSKILLERE

7.1 Innledning

Kostnadene for bygging av slamavskiller er beregnet ved en tradisjonell kostnadsberegning. I tillegg er det innhentet kostnadsopplysninger om slamavskillere som er bygd.

7.2 Kostnader for bygging av slamavskiller.

Kostnadene for bygging av slamavskillere med ulike tømmefrekvenser er beregnet med utgangspunkt i enhetspriser innhentet 5 ulike steder i Norge. Vedlegg 5 gir nærmere opplysninger om forutsetninger for kostnadsberegningen. Viktigste forutsetninger er:

- dimensjonert etter retningslinjene til SFT for større slamavskillere. Klasse B dvs oppholdstid minst 9 timer.
- kostnadene omfatter selve slamavskilleren med grave og fundamenteringsarbeider i friksjonsmasser dvs problemfrie grunnforhold.
- atkomstvei og ledningsanlegg utenfor slamavskilleren er ikke med.

Figur 2 viser sammenhengen mellom kostnader og antall pe slamavskilleren er dimensjonert for - kostnadsnivå 1.1.93. Forøvrig vises til resultatene av beregningene i vedlegg 5 - punkt 1.4.



Kostnadene i figuren foran viser "en standard slamavskiller" bygd med enkle grunnforhold. Dersom figuren skal brukes til overslagsberegninger vil følgende kostnader komme i tillegg:

- kostnader til etablering av byggegrop utover graving i friksjonsmasser. Tilleggs-kostnadene kan være sprenging, spunting, masseutskiftning etc.
- kostnader til atkomstvei for tømning av slam
- kostnader til utvendige ledninger og tilknytning av ledninger.

Disse tilleggskostnadene kan være betydelig i forhold til kostnadene slik de er beregnet for "en standard slamavskiller" i figur 2.

Ved bygging av store slamavskillere dvs fra 500 pc og oppover vil det være aktuelt å forenkle slamtømmingen. Dette kan gjøres ved hjelp av rørarrangement for uttapping av vannfasen og opplegg for slamtømming hvor slamsugebilen kobles til rørende med hurtigkobling utenpå slamavskilleren. Ulike løsninger kan være aktuell og kostnadene vil øke i området 50-150.000 kr avhengig av størrelse på slamavskilleren og løsning som velges.

7.3 Kostnader for slamavskillere som er bygget

I forbindelse med spørreundersøkelsen om store slamavskillere ble det også bedt om opplysninger om byggekostnader. Tabell 4 viser byggekostnader og våtvolumer for endel større slamavskillere. Byggekostnadene omfatter selve slamavskilleren med grunnarbeider. Atkomstvei og ledningsanlegg i tilknytning til slamavskilleren er forsøkt holdt utenfor. Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at det er knyttet betydelig usikkerhet til hva som er medtatt i byggekostnadene for mange av de slamavskillerene det er gitt opplysninger om.

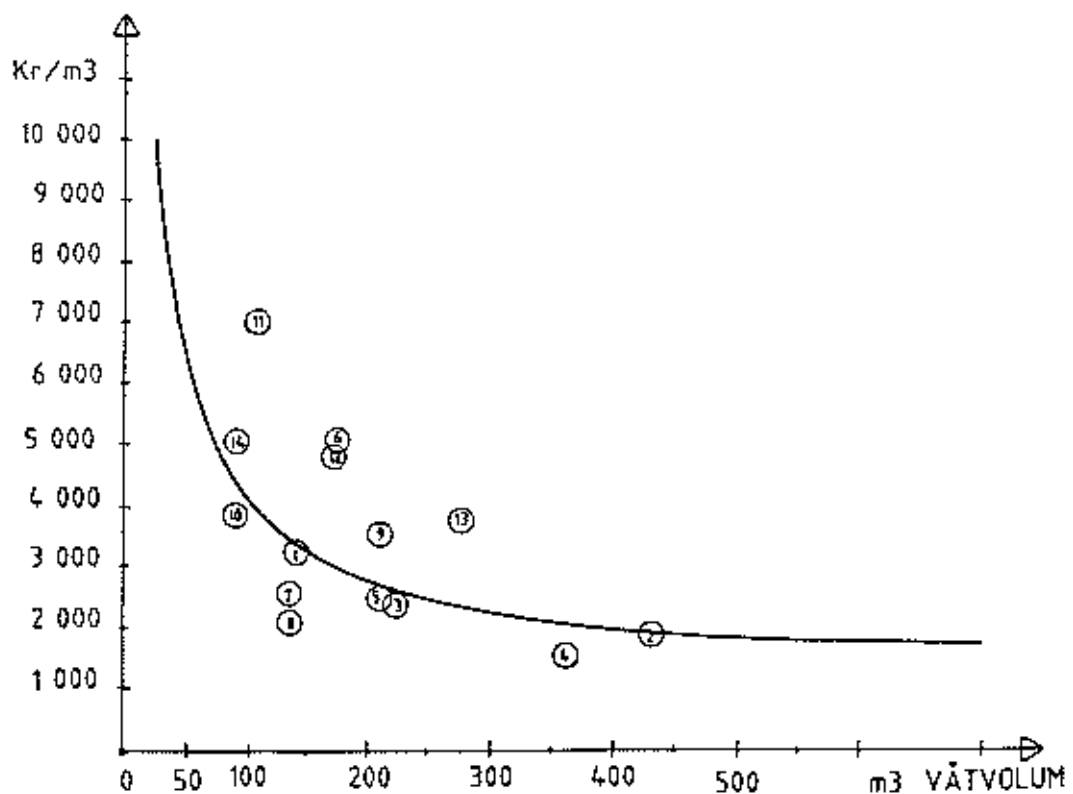
Byggekostnadene er oppgitt med prisnivå primo 1993. Justering for prisstigning fra byggetidspunkt er foretatt ved hjelp av Statistisk Sentralbyrås byggekostnadsindeks for boligblokk.

Tabell 4. Byggekostnader og våtvolum for endel slamavskillere

Nr.	Kommune	Navn	Byggekostnad 1993	Våtvolum m ³
1	Bodo	Løpsmarka	434.000	140 m ³
2	Inderøy	Straumen	805.000	432 m ³
3	Radøy	Manger/Nesvatn	518.000	220 m ³
4	Hurum	Klokkarstua/Verket	536.000	360 m ³
5	Samnanger	Reistad	521.000	214 m ³
6	Tromsø	Fagernes	917.000	175 m ³
7	Sogndal	Kjørnes	333.000	133 m ³
8	Sogndal	Rones	266.000	133 m ³
9	Sogndal	Kaupanger	750.000	210 m ³
10	Tromsø	Olavsvern	340.000	90 m ³
11	Lavangen	Tennevold	840.000	120 m ³
12	Salangen	Elvenes	849.000	172 m ³
13	Lyngseidet	Lyngseidet	980.000	275 m ³
14	Storfjord	Hatteng	450.000	90 m ³

I figur 3 nedenfor har vi lagt inn kostnadene for slamavskillerne i tabell 4 og resultatet fra kostnadsberegningen i avsnitt 7.2. Kostnadsberegningen er lagt inn som en heltrukket linje, mens byggekostnadene fra tabell 4 er lagt inn som punkter med en tallhenvisning fra tabellen.

Figur 3. Byggekostnader pr m³ våtvolum. Kostnadsberegning – heltrukket strek. Punkter viser kostnader fra slamavskillere som er bygd.



Tabell 5. Våtvolum slamavskillere for ulike antall pe og tømmefrekvenser.

Antall tømninger	Antall personekvivalenter						
	200 pe	500 pe	750 pe	1000 pe	2000 pe	3000 pe	5000 pe
1	69 m3	172 m3	258 m3	344 m3	688 m3	1031 m3	1719 m3
2	44 m3	109 m3	164 m3	219 m3	438 m3	656 m3	1094 m3
4	31 m3	78 m3	117 m3	156 m3	313 m3	469 m3	781 m3
6	27 m3	68 m3	102 m3	135 m3	271 m3	406 m3	677 m3

Kostnadsberegningen i avsnitt 7.2 forutsetter enkle grunnforhold, mens grunnforholdene for de fleste anlegg i tabell 4 ikke er kjent. Fagernes(nr.6) og Lyngseidet(nr.13) er utrustet med utstyr for forenklet slamtømming/nedtapping av vannfase. Elvenes (nr.12) er isolert da den ligger delvis over bakken. Disse forholdene er endel av årsaken til at disse tre anleggene har en høyere kostnad enn de øvrige.

Sammenstillingen i fig.3 støtter resultatene av kostnadsberegningen i avsnitt 7.2 og gir grunnlag for å anta at denne er rimelig representativ.

7.4 Kostnader for drift av slamavskillere

7.4.1 Tilsyn

Driftskostnadene for slamavskillere er knyttet til slamhåndteringen samt tilsyn og vedlikehold av anlegget. Etter vår vurdering bør slamavskilleren ha tilsyn minst 1 gang i måneden og for de største og mest belastede minst en gang pr. uke. Ut fra dette har vi antatt en driftskostnad for tilsyn pr.år stigende fra 5.000 kr for de minste til 25.000 kr for de største anleggene.

7.4.2 Slamtømming og slamavvanning

Slamavvanning

Kostnadene for slamhåndteringen er i stor grad avhengig av hvilket utstyr som er tilgjengelig. Ny teknologi har gitt alternativer til eldre metoder for avvanning, transport og deponering av slam. Vi forutsetter derfor at mobile avvanningsenheter av type Hamstern, Moos AVS eller KSA er tilgjengelig ved beregning av kostnadene. NTNFS prosjektrapport 45/86 viser også at konvensjonelle behandlingsmetoder for slam, dvs vanlig tankbil og avvanning i slamlaguner, er vesentlig dyrere enn mobile avvanningsmetoder.

Det vises forøvrig til vedlegg 3 hvor slamtømming er nærmere omtalt. Kostnadstall i vedlegg 3 refererer til prisnivå 1991.

Opplysninger som er innhentet fra slamoperatører tyder på at kostnadene for avvanning og levering av slam til mellomlager fra store slamavskillere varierer fra 140 kr til 180 kr pr. m³ slam. I enkelte områder kan prisnivået ligge i overkant av 200 kr pr. m³ slam. For de som utfører slamtømmingen vil avstand påvirke tidsbruk og kostnader. Imidlertid ser det ut som om de fleste slamtømmeoperatører stort sett bruker faste priser pr m³ i den regionen de utfører tømmeoppdragene i. Prissettingen ser ut til å være mer påvirket av regionale konkurranseforhold enn avstand til mellomlager. Vi har derfor valgt å bruke en fast pris på 180 kr pr. m³ for slamtømming, slamavvanning og levering til mellomlager.

Kostnadene ved tømming av gammelt slam - dvs 1 år eller mer - er betydelig høyere enn for ferskere slam på grunn av merarbeidet med å spyle løst hardpakket slam. Vi forutsetter at tømmerutinene for slamavskillerne legges opp slik at dette problemet unngås.

Slammengde

Ved tømming av slamavskiller vil det utfra praktiske erfaringer være nødvendig å tømme endel av vannfasen sammen med slammet. Vi forutsetter imidlertid at deler av vannfasen enten tappes ned, pumpes ut eller blir igjen i slamavskilleren ved at det suges fra bunnen i 2. og 3. kammer.

Praktisk slammengde som tømmes er utfra dette beregnet utfra teoretisk slammengde på 250 liter pr person og år med et tillegg på 30 % for å få med vannfasen.

Kontroll av innhold i slam

"Tekniske og hygieniske retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam" legger opp til at slammet skal innholdsdeklarerer før disponering. Praktisering av dette regelverket for store slamavskillere er uklart, men vi antar det kan bli aktuelt med en prøvetaking pr tømming. Analysekostnadene ligger i størrelsesorden 2000 kr pr prøvetaking.

Stabilisering og hygenisering av slam

Forurensingsmyndighetene har gjennom de nye retningslinjene for lagring og disponering av kloakkslam signalisert at de ønsker at kloakkslam fortrinnsvis skal inngå i regionale løsninger for stabilisering og hygenisering av slam. Hvilke løsninger

kystkommunen vil velge etterhvert for behandling av kommunalt slam er usikkert. Ved bygging av regionale stabilisering og hygeniseringsanlegg antas det at kostnadene til denne delen av slambehandlingen vil ligge i området 1000-2000 kr pr tonn tørrstoff. Det vises her blant annet til rapport: "Kostnadskurver avløpsanlegg" fra Østlandskonsult.

7.4.3 Kostnader for drift av slamavskillere

I tabell 6 er kostnadene for drift av slamavskillere beregnet. Beregningen omfatter kostnadene til og med mellomlagring. Slammengden i tabellen inkluderer 30 % vann i tillegg til teoretisk slammengde.

Tabell 6. Kostnader for drift av slamavskillere (til og med mellomlagring av slam)

Antall pe	200	500	750	1000	2000	3000	5000
m3 slam pr år	65	163	244	325	650	975	1625
Slamavvanning og mellomlagring	12.000 kr	29.000 kr	44.000 kr	58.000 kr	117.000 kr	175.000 kr	292.000 kr
Ettersyn	5.000 kr	5.000 kr	8.000 kr	10.000 kr	15.000 kr	20.000 kr	25.000 kr
Sum drift	17.000 kr	34.000 kr	52.000 kr	68.000 kr	132.000 kr	195.000 kr	317.000 kr

I tabell 7 er tilleggskostnaden for hygenisering og stabilisering av slammet beregnet samt kostnader for deklarerer av innholdet i slammet. Kostnadene for hygenisering og stabilisering av slammet er utfra skjønn satt til 1500 kr pr tonn tørrstoff(TS).

Kostnadene for kontroll av innholdet i slammet er beregnet utfra komplett sett av analyseparametre i henhold til retningslinjene. Det er antatt slammet analysere 1 gang pr år for slamavskillere opptil 500 pe og 2 ganger pr år for større slamavskillere.

Tabell 7. Tilleggskostnader kontroll innhold i slam og stabilisering/hygenisering.

Antall pe	200	500	750	1000	2000	3000	5000
TS i tonn	2.5	6.2	9.4	12.5	25	37.5	62.5
Hygenisering og stabilisering	4.000 kr	9.000 kr	14.000 kr	19.000 kr	38.000 kr	56.000 kr	94.000 kr
Kontroll slam	2.000 kr	2.000 kr	4.000 kr	4.000 kr	4.000 kr	4.000 kr	4.000 kr
Sum drift	6.000 kr	11.000 kr	28.000 kr	23.000 kr	42.000 kr	60.000 kr	98.000 kr

7.5 Årskostnader for slamavskillere

Innledning

Årskostnadene er beregnet for en slamavskiller dimensjonert etter retningslinjene fra SFT og med oppholdstid 9 timer. Det vises forøvrig til avsnittene foran.

Rente og avskrivningstid

Ved sammenligning av alternativer er det vanlig å bruke årskostnader. Årskostnadene defineres i denne sammenheng som summen av kapital- og driftskostnadene for det enkelte anlegg. Kapitalkostnadene, som ofte kan være større enn kostnadene ved å drive anlegget, er avhengig av avskrivningstid og kalkulasjonsrente. Fastsettelsen av disse er derfor i stor grad bestemmende for årskostnadene ved det enkelte anlegg.

Ved beregning av avgiftsgrunnlaget for kommunale vann og kloakkavgifter, har det vært vanlig at kommunene bruker statsbankenes utlånsrente med tillegg av 1 % - dvs 11-12 %. Vi har her valgt å bruke finansdepartementet anbefalte størrelse på kalkulasjonsrenten dvs 7 %.

Avskrivningstiden er satt til 30 år.

Årskostnad

Årskostnadene er beregnet i tabell 8,9 og 10 utfra driftskostnader i tabell 6 dvs dagens kostnadsnivå for slamhåndtering de fleste steder. Ved stabilisering/hygenisering av slammet og kontroll av innholdet i slammet må årskostnadene tillegges kostnadene i tabell 7.

Tabell 8. Årskostnader slamavskillere - 2 slamtømminger pr år.

	Antall personekvivalenter						
	200	500	750	1000	2000	3000	5000
Kapitalkostnader	25.000	34.000	40.000	46.000	70.000	91.000	124.000
Driftskostnader	17.000	34.000	52.000	68.000	132.000	195.000	317.000
Årskostnader	42.000	68.000	92.000	114.000	202.000	286.000	441.000
Årskostnad pr pe	210	136	123	114	101	95	88

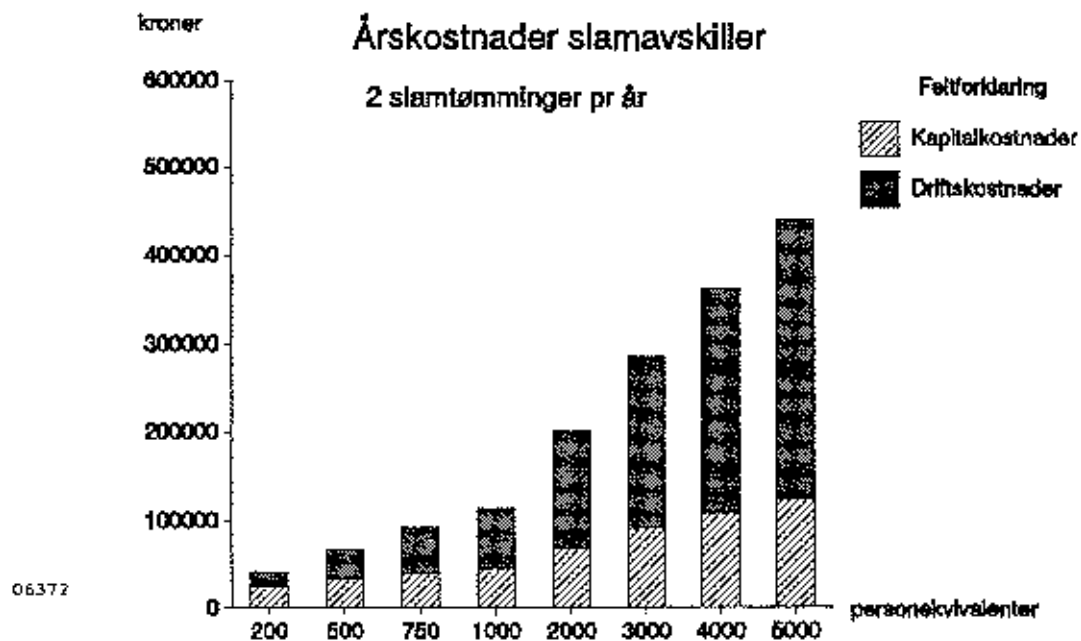
Tabell 9. Årskostnader slamavskillere - 4 slamtømminger pr år.

	Antall personekvivalenter						
	200	500	750	1000	2000	3000	5000
Kapitalkostnader	23.000	30.000	35.000	40.000	59.000	76.000	101.000
Driftskostnader	17.000	34.000	52.000	68.000	132.000	196.000	317.000
Årskostnader	40.000	64.000	87.000	108.000	191.000	271.000	418.000
Årskostnad pr pe	200	128	116	108	96	90	84

Tabell 10. Årskostnader slamavskillere - 6 slamtømminger pr år.

	Antall personekvivalenter						
	200	500	750	1000	2000	3000	5000
Kapitalkostnader	22.000	27.000	31.000	35.000	52.000	67.000	88.000
Driftskostnader	17.000	34.000	52.000	68.000	132.000	196.000	317.000
Årskostnader	39.000	61.000	83.000	103.000	184.000	262.000	405.000
Årskostnad pr pe	195	122	111	103	92	87	81

Figur 3 illustrerer de beregnede årskostnadene.



8.0 VIRKNINGER I RESIPIENTEN

Bakgrunnen for minstekravet til rensing.

I rundskriv 91/1 fra SFT oppgis følgende hovedbegrunnelse for innføring av krav om minimum rensing med sil eller slamavskiller ved utslipp til gode sjøresipienter:

" Det har tidligere vært ansett som forsvarlig å slippe urensset avløpsvann til antatt gode sjøresipienter. Det er imidlertid flere forhold som tilsier at dette ikke bør skje. Generelle ulemper er forsøpling av bunnområder, vannmasser og strandlinjer samt hygienisk forringelse. Forsøplingen har i tillegg til en visuell effekt også den ulempe at plante og dyreliv i området blir påvirket ved bl.a nedslamming og redusert lystilgjengelighet.

I 1983 ga NIVA ut rapporten "Nedslamming og forsøpling av bunnen ved utslipp av kommunalt avløpsvann". Det blir der dokumentert at urensede utslipp opp mot 6-7000 pe i vannmasser med god utskiftning kan medføre nedslamming av områder i størrelsesorden 75-300 m². Visuelt berørte områder oppgis å være i størrelsesorden 4000-6000 m²."

Minstekravet til rensing er begrunnet i:

- ønske om å hindre forsøpling
- ønske om å hindre nedslamming av bunnen

Prinsipiell forskjell mellom sil og slamavskiller

Silen avskiller partikler etter størrelse, mens ved bruk av slamavskilleren avskilles partikler etter vekt. Dette forholdet vil gi noe forskjellig resultat i forhold til hovedbegrunnelsen for minstekravet til rensing.

Med hensyn til ønsket om å hindre forsøpling vil både en 1 mm sil og en slamavskiller gi det ønskede resultatet.

Den prinsipielle virkemåte for sil og slamavskiller må imidlertid forventes å ha betydning for nedslammingen av bunnen ved utslippstedet. En slamavskiller bygd og drevet i henhold til retningslinjene fra SFT vil normalt hindre nedslamming rundt utslippstedet fullstendig. Ved bruk av silanlegg med 1 mm sil vil partikler mindre enn 1 mm sedimentere i området rundt utslippet.

Denne forskjellen mellom sil og slamavskiller vil først og fremst være et viktig moment ved utslipp til områder med forholdsvis lave strømhastigheter.

Ved bruk av finsil f.eks Salsnes Filter hvor 0.2 mm silduk er testet ut med gode resultater kan andelen sedimenterbart stoff som fjernes fra avløpet økes markert slik at problemet med nedslamming av nærområdet rundt utslippet blir redusert.

Dykkerundersøkelse av utslipp

Vedlegg 4 dykkerundersøkelsen 1990/1991 viser at ved bruk av silanlegg gir dette fortsatt endel nedslamming av bunnområdene rundt utslippet. Mange av kommunene som har store slamavskillere gjennomfører jevnlig dykkerundersøkelser av utslippene sine. Samtlige av kommunene som har gjennomført slike undersøkelser opplyser at det ikke er funnet slamansamlinger ved enden av utslippsledningen når slamavskillerne tømmes rutinemessig.

Disse undersøkelsene underbygger den forventede prinsipielle forskjellen mellom sil og slamavskiller.

Reduksjon av bakterier

"Vurdering av rensekraft for utslipp av kommunalt avløp til gode sjøresipienter. Hygieniske effekter" utarbeidet av NIVA oppgir betydelig høyere renseeffekt for bakterier ved bruk av sedimentering istedenfor sil. For termotolerante bakterier og Salmonella oppgis en reduksjon på 75 % for sedimentering, mens 25 % kan oppnås med en finsil. En 1 mm sil må forventes å ligge noe lavere trolig omkring 10 %. Renseeffekt for slamavskilling er ikke oppgitt, men for en slamavskiller som fungerer godt antas den å kunne være oppimot den renseeffekt som oppgis for konvensjonell sedimentering.

Resipientundersøkelsene for blant annet Tromsø og Bodø viser at bakterieinnholdet i sjøvann er betydelig i de nærliggende sjøområder til de større befolkningskonsentrasjonene. Bruk av slamavskiller der det er mulig kan representere et positivt element i forhold til denne problemstillingen.

Spesielt i områder med konkurrerende bruk av sjøområdene f.eks badeplasser og småbåthavner bør disse forholdene trekkes inn i vurderingene av hvilken renseløsning som skal velges.

9.0 OPPSUMMERING OG STATUS

9.1 Oppsummering

Bruk av slamavskillere større enn 500 pe

Slamavskillere dimensjonert for opptil 3000 pe er i bruk i Norge med gode erfaringer. Det er innhentet opplysninger om 25 slamavskillere fra 500 pe og oppover. Totalt antas det å være 30-50 slike slamavskillere i bruk i Norge. Det forholdsvis høye antall store slamavskillere som er bygd indikerer at det er behovet for nye retningslinjer for slamavskillere større enn 500 pe.

Driftserfaringer

De kommunene som har tatt i bruk store slamavskillere oppfatter disse som driftsikre og stabile renseinnretninger. Driftsproblemer er først og fremst knyttet til slamtømmingen. Spesielt slamavskillere som tømmes sjelden - over 1 år mellom hver tømming - er svært problematisk å tømme. Dette skyldes at slammene blir svært hardt når det ligger for lenge.

Hovedproblemene med slamtømmingen kan løses ved å gjennomføre rutinemessig slamtømming med sykluser på helst under et år.

Generelt ønsker slamtømmeoperatørene bedre tilgjengelighet til de ulike kamrene. Dette må vurderes og tas hensyn til ved utforming av nye retningslinjer.

Ettersyn - kontroll

Ingen kommuner fører driftsjournal for slamavskillerne. For få år siden var det også problemer med å få tømt slamavskillerne i tråd med den forutsatte tømmebehov.

Spørreundersøkelsen avdekker behov for etablering av et bedre system for drift og kontroll av slamavskillere.

Renseeffekt

Det foreligger ingen målinger av renseeffekt. Dykkerundersøkelser av utslipp med slamavskillere og observasjoner av slammengder i 2. og 3.kammer gir imidlertid grunnlag for å anta at renseeffekten er tilfredsstillende også for store slamavskillere.

Virkning i resipienten

Slamavskilleren avskiller etter vekt og virker prinsipielt forskjellig fra et silanlegg som avskiller etter størrelse. Dykkerundersøkelser av utslipp fra silanlegg og slamavskillere indikere at denne forventede forskjell også finnes i praksis. Bruk av slamavskillere ser ut til å være betydelig gunstigere enn silanlegg med 1 mm silåpning med hensyn til nedslamming av området ved utløpet av utslippsledningen.

Dimensjonerende vannmengder

Slamavskillere over 500 pe er i det vesentlige dimensjonert med utgangspunkt i retningslinjene fra SFT. Langt de fleste er bygd for ledningsnett av typen separatsystem. Endel har også brukt slamavskiller på fellessystem, men disse har da overløp foran slamavskilleren.

Det finnes ikke erfaringsmateriale om hvilken vannmengde en slamavskiller tåler før slam vaskes gjennom slamavskilleren.

9.2 Utforming av store slamavskillere

Generelt

Med store slamavskillere menes i denne sammenheng anlegg med belastninger omkring 500 pe og større.

Slamtømming

Av praktiske hensyn må det legges mer vekt på utformingen av slamavskillere med hensyn til slamtømming når størrelsen øker. Dette har sammenheng med det betydelige vann og slamvolum som skal håndteres i en stor slamavskiller. Utformingen av store slamavskillere bør etter vår oppfatning ta utgangspunkt i følgende prinsipper:

- avløp ledes i omløp eller til deler av slamavskilleren under tømming
- nedtapping av vannfasen før tømming
- bunnen utformes slik at det blir lettere å sugge opp slammet.
- antall luker i de ulike kammer må være tilpasset størrelsen, slamtømmeutstyr som skal brukes og den utforming som er brukt på bunnen.

På Lyngseidet i Troms er det bygget en slamavskiller med slamlommer med røropplegg for suging av slam fra bakkenivå dvs slamtømmeoperatøren åpner en luke og kobler på slamsugerøret. Slamrørene er utstyrt med spyledyser med høytrykk for å hindre igjentetting. Slamavskilleren er foreløpig tømt med tradisjonelt tømmeutstyr slik at det finnes ingen driftserfaringer. Denne slamavskilleren er også utstyrt med røropplegg for nedtapping av vannfasen og dette har fungert tilfredsstillende.

Drift under tømning

Dersom avløpet skal ledes gjennom slamavskilleren når tømning foregår bør slamavskilleren utformes med definerte slamlommer hvor det kan tømmes mindre slamvolumer forholdsvis mange ganger pr år. Et slikt konsept vil kreve utprøving før det er mulig å vurdere om det vil fungere i praksis.

Den mest brukte løsningen idag er å lede avløpet urenset forbi slamavskilleren under tømning. Dette vil i de fleste tilfeller kunne aksepteres, men ved bruk av begrensede midler vil det være mulig å rense avløpet i deler av slamavskilleren, mens den øvrige delen tømmes.

To løsninger vil være aktuelle:

- 1. kammer kobles ut og tømmes, mens avløpet ledes gjennom 2. og 3. kammer. Deretter kobles 2. og 3. kammer ut og tømmes, mens avløpet ledes gjennom 1. kammer.
- 1. kammer av slamavskilleren deles i to slik at en del tømmes, mens avløpet ledes gjennom andre del. Denne løsningen er tatt i bruk ved hygging av slamavskillere prefabrikkert i GUP og første kammer deles ved bruk av to tanker.

Kontroll av tilført vannmengde

Ved bygging av slamavskillere på fellessystem eller separatsystem som er i svært dårlig forfatning må vannmengden som tilføres slamavskilleren styres. Dette kan gjøres ved bruk av overløp foran slamavskilleren og montering av hvirvelkammer eller utløpsmunnstykke på utløpet av slamavskilleren som kontrollerer videreført vannmengde. Dersom det må bygges pumpestasjon for å løfte avløpet opp i slamavskilleren bør denne brukes til kontroll av videreført vannmengde.

Dimensjoneringsgrunnlag

Ved bygging av store slamavskillere vil valg av oppholdstid få større betydning for kostnadene. Behovet for et sikrere dimensjoneringsgrunnlag - formening om når slamflukt oppstår er derfor åpenbart. Det synes imidlertid som om slamavskillere dimensjonert for oppholdstid på 9 timer eller mer fungerer tilfredsstillende. Inntil eventuelle forsøk dokumenterer at oppholdstiden kan reduseres/endres bør de eksisterende retningslinjene for store slamavskillere legges til grunn ved bygging av slamavskillere større enn 500 pe. Dette ser ut til å være i tråd med dagens praksis ved bygging av så store slamavskillere.

Andre utforminger av slamavskillere

Mange av de problemene som er knyttet til dimensjonering og bruk av store slamavskillere basert på tradisjonell utforming kan løses ved å utstyre slamavskilleren med eget slamlager. Det vises her til avsnitt 4.7.

Når slamavskilleren har eget slamlager kan:

- vanlig dimensjoneringsteori for sedimentering danne basis for størrelsen på slamavskilleren.
- slamtømming forenkles.
- slamavskilleren vil være i normal drift under tømming.

9.3 Problemstillinger som kan være aktuell å belyse i det videre arbeid.

Renseeffekt for store slamavskillere

Det finnes ikke målinger av renseeffekt for store slamavskillere. Selv om observasjoner i 2. og 3.kammer av slamavskillerne og dykkerundersøkelser av utslipp indikerer at slamavskillerne fungerer tilfredsstillende, bør målinger gjennomføres på et utvalg av slamavskillere for å dokumentere renseeffekt.

Slamflukt - vannføring

For å få en enkel kontroll av dimensjoneringsforutsetningene for slamavskillere vil vi foreslå at det gjennomføres målinger på en slamavskiller utformet etter retningslinjene fra SFT med varierende slammengde og vannmengde. Oppholdstiden kan f.eks. varieres fra 3 til 18 timer, mens slamnivået varieres fra lite til fullt

slamlager. Det tas prøver av sedimenterbart stoff i utløpet og i 2. og 3. kammer for hver situasjon. På denne måten vil det være mulig å si noe mer om når slamflukt oppstår.

Uttesting av løsninger for nedtapping av vannfasen og løsninger for forenkling av slamtømming.

Slamavskilleren på Lyngseidet i Troms er utstyrt med løsninger for forenkling av slamtømming og nedtapping av vannfasen. Oppfølging av hvordan disse løsningene fungerer kan bidra til å gi konkrete anbefalinger av hvordan dette bør løses. Blant annet vil vi foreslå at det måles på utslippet av sedimenterbart stoff under nedtapping av vannfasen for å anslå omfanget av medrivning av slam.

Bygging av slamavskillere med andre utforminger

Det bør vurderes bygging av en slamavskiller med eget slamlager for praktisk utprøving av dimensjonering og løsninger for overføring av slam til slamlageret. Slamavskiller med eget slamlager kan være den riktige løsningen dersom det er aktuelt å bygge slamavskillere for belastninger fra 1000-2000 pe og oppover.

Drøfting av minimumskravet til rensing

Minimumskravet til rensing sidestiller 1 mm sil og slamavskilling. Etter vår oppfatning er det overveiende sannsynlig at 1 mm sil ikke vil løse problemet med nedslamming av bunnen i resipienter med svak strøm ved utslippspunktet.

Bruk av slamavskiller og finsil (0.2 mm) vil trolig være et bedre alternativ for denne typen resipienter da forventet renseeffekt for sedimenterbart stoff vurderes å være markert høyere. I endel resipienter vil også utslippet av organisk stoff og næringssalter være så høyt at det kan bli et spørsmål om minimumskravet er tilstrekkelig utfra resipientkapasitet. Bruk av finsil eller slamavskiller kan i slike situasjoner være et alternativ da de vil gi bedre sikkerhet mot en uønsket utvikling.

Vi foreslår derfor at slamavskiller, 1 mm sil og finsil som renseinnretninger drøffles i forhold til minimumskravet i det videre prosjektarbeidet med det siktemål at et mer differensiert rensekrav utformes.

REFERANSER:

- | | | | |
|----|---|---|---|
| 1 | PRA rapport nr 5 | - | Enkle rensemetoder |
| 2 | Miljøverndep. | - | Myndighetenes policy ved utslipp til gode sjøresipienter |
| 3 | SFT | - | Retningslinjer for større slamavskillere. |
| 4 | Program for VAR-teknikk | - | Mobil avvanning av septikslam |
| 5 | Statens offentliga utredningar
1955:8, Sverige | - | Undersøkelser rörande små
avloppsreningsanleggningar. |
| 6 | Otis,Hutzler,Boyle | - | On-site household wastewater treatment
alternatives: Laboratory and field studies. |
| 7 | NIVA | - | Vurdering av rensekrav for utslipp til gode
sjøresipienter. Hygieniske effekter. |
| 8 | SFT | - | Tekniske og hygieniske retningslinjer for
disponering av kloakkslam |
| 9 | Østlandskonsult | - | Kostnadskurver avløpsanlegg |
| 10 | Grøner Tromsø AS | - | Sammenligning av sil og slamavskiller
med hovedvekt på økonomiske forhold. |

VEDLEGG 1

SKJEMA SPØRREUNDERSØKELSE

SPØRRESKJEMA - STORE SLAMAVSKILLERE

Kommune:	Navn på anlegg:	Byggeår:
Gj.snittsalder på ledningsanlegg:	Separatsystem : Fellessystem :	
Slamavskillerens funksjon	Eneste rensetrinn : Forbehandling for renseanlegg :	
Innløp/forbehandling	Avløpet graviteres inn på slamavskiller : Avløpet pumpes inn på slamavskiller : Overløp foran slamavskilleren :	
Belastning/dimensjonering	Dimensjonert for pe Dagens belastning pe	
Vannvolum	1.kammer m3 2.kammer m3 3.kammer m3 Totalt m3	
Byggekostnad (inkl tilrigging og planlegging, ekskl offentlige avgifter og grunnerverv)	Byggekostnad slamavskiller : Grunnarbeid, fundamentering : Atkomsvel : Utvendige ledningsanlegg : Sum byggekostnad : Prisnivå 19.....	
Driftskostnad	Lønn og sosiale kostnader : Slamtømming/slambehandling : Andre driftskostnader : Sum driftskostnader :	
Slambehandling	Antall årlige tømminger av slamavskiller Angi utstyr for slamtømming(mobil avvanning, slamvogn uten avvanning etc) Angi kort videre slambehandling:	
Merknader/kommentarer:	(oppgi om det foreligger målinger av renseeffekt)	
Utfyllt av:	Telefonnr:	

Utfyllt skjema sendes til: **GRØNER TROMSØ AS, Postboks 931, 9001 TROMSØ**

V e d l e g g 2

DIMENSJONERING AV SLAMAVSKILLERE

2.1 Dimensjoneringskriterier

I følge SFT,s retningslinjer er slamavskillerens totale våtvolum gitt ved vanndelen som bestemmer avløpsvannets oppholdstid i slamavskilleren og slamvolum for lagring av akkumulert slammengde. Det totale våtvolum blir dermed.

Totalt våtvolum $T = V + S$

V = vannvolum

S = slamvolum

Slammet forutsettes å sedimentere i første kammer mens vanndelen fordeles likt i hvert av kamrene. Dette gir følgende sammenheng mellom volumene.

1. kammer volum = $V/3 + S$
2. " " = $V/3$
3. " " = $V/3$

I henhold til retningslinjene skal volumet dimensjoneres ut fra følgende belastning pr. personekvivalent:

Dimensjonerende vannmengde $q = 0,25 \text{ m}^3/\text{p.e. pr d\ddot{o}gn}$
 " slammengde $s = 0,25 \text{ m}^3/\text{p.e. pr \ddot{a}r}$

Både slamvolum og vannmengde vil variere mye fra avløpsanlegg til avløpsanlegg i forhold til dimensjoneringskriteriene. Det er derfor meget viktig at driftsoperat\ddot{o}rene p\ddot{a} avløpsanlegget skaffer seg tilstrekkelig data om vannf\ddot{o}ring og slamakkumulering slik at t\ddot{o}mme-frekvens og eventuelle overl\ddot{o}pssystemer kan tre i funksjon p\ddot{a} riktige tidspunkt. Dette kan bidra til \ddot{a} hindre slamflukt fra renseanlegget og dermed \ddot{o}ke anleggets renseeffekt.

Dimensjoneringskriteriene er basert p\ddot{a} boligbebyggelse med WC. For avløpssystem hvor fellessystemet er i bruk vil overvannsmengden ofte v\ddot{a}re betydelig st\ddot{o}rre enn spillvannsmengden. Dette m\ddot{a} tas hensyn til ved dimensjoneringen av vannmengden.

Det skilles mellom slamavskillere i to klasser:

Klasse A

Permanente slamavskillere, samt slamavskillere foran infiltrasjon-/resorpsjon-/sandfilteranlegg. Det skal for klasse A regnes med 18 timers teoretisk oppholdstid.

Klasse B

Permanente slamavskillere med direkte utslipp til gode sjøresipienter og midlertidige utslipp uten etterfølgende infiltrasjon- resorpsjon- sandfilteranlegg. For klasse B regnes en teoretisk oppholdstid på 9 timer for vannet.

Når klassen er fastsatt vil dimensjoneringen være avhengig av valgt tømmefrekvens. Den vanlige tømmefrekvens har vært en gang for året. Vi vil imidlertid sterkt anbefale at slamavskilleren alltid dimensjoneres for minst to tømminger pr. år og vi har derfor også vurdert resultatet av også 2 og 4 tømminger pr år.

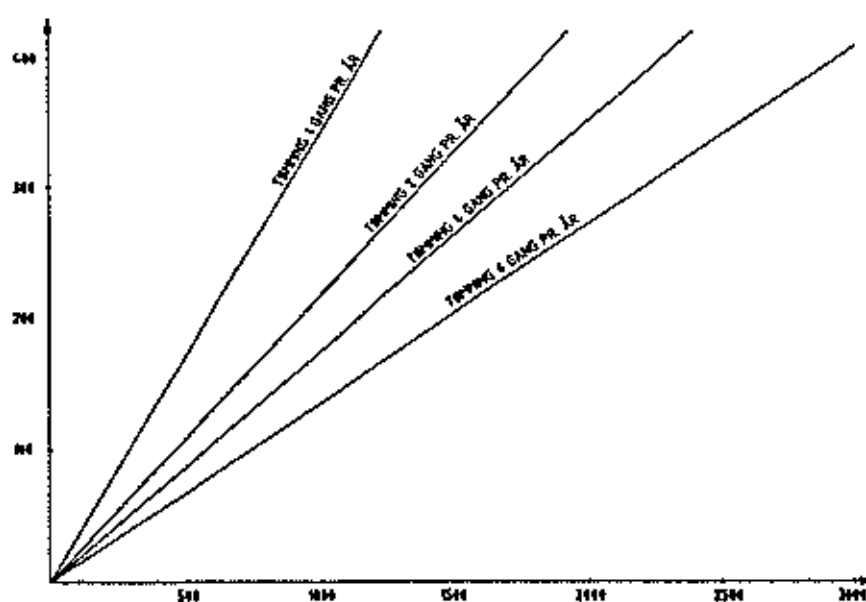
Da kapitalkostnadene for slamavskiller vil utgjøre en betydelig del av kostnadene, vil valg av tømme- frekvens være helt avgjørende for rensekostnadene. I nedenforstående tabell har vi regnet ut belastningen i p.e. for varierende våtvolum, oppholdstid og antall tømminger.

Tabell 2.1 Våtvolum slamavskillere for ulike antall pe og tømmefrekvenser.

Antall tømminger	Antall personekvivalenter						
	200 pe	500 pe	750 pe	1000 pe	2000 pe	3000 pe	5000 pe
1	69 m3	172 m3	258 m3	344 m3	688 m3	1031 m3	1719 m3
2	44 m3	109 m3	164 m3	219 m3	438 m3	656 m3	1094 m3
4	31 m3	78 m3	117 m3	156 m3	313 m3	469 m3	781 m3
6	27 m3	68 m3	102 m3	135 m3	271 m3	406 m3	677 m3

Fig. 2.1 viser hvordan volumet for slamavskilleren varierer i forhold til tømmefrekvenser og belastninger for klasse B - 9 timers oppholdstid.

Totalt
våtvolum m³



Person-
ekvivalenter

V e d l e g g 3

SLAMBEHANDLING

3.1 Forurensingsloven

Vi kan med god grunn si at slamavskilling som rensemetode har kommet i et negativt lys i kommunene på grunn av mangelfull løsninger for avvanning og deponering av slam. For de fleste kommuner langs kysten var avvanning i slamlaguner den eneste metode som tidligere var tilgjengelig. Det var imidlertid store problemer omkring bygging og drift av slike anlegg. I mange tilfelle ga kommunene rett og slett opp og overlot til markedet å løse problemene. Dette medførte at slambehandlingen ble utført av tilfeldige slamoperatører etter eget opplegg og initiativ.

Metodene som ble anvendt for avvanning og deponering av slammet var som regel tilfeldig og tilfredstilte ikke forurensingslovens krav. En vanlig løsning som med kommunal medvirkning ofte ble akseptert, var å pumpe septikkslammet direkte i en avsidesliggende utslippskum eller direkte ut i sjøen.

Forurensingsloven av 13 mars 1981 påla kommunene nye krav idet § 26 i loven fastsetter at det er en kommunal plikt å sørge for tømning av slamavskillere og mindre renseinnretninger. Etter lovens ikrafttreden den 1. oktober 1983 fikk kommunene frist på 18 måneder frist til å etablere et system for oppsamling, avvanning og deponering av slam fra slamavskillere.

På grunn av problemene med å finne et egnet sted for avvanning og deponering av slam, var dette krav et meget tungt løft for de fleste kommuner. Selv i dag 7 år etter forurensingsloven ble iverksatt er det flere kommuner som på dette område ennå ikke tilfredsstiller lovens minstekrav.

3.2 Avvanningsmetoder

Det har i de siste år vært en rivende utvikling av utstyr for avvanning av slam og det er i dag flere metoder som er tilgjengelig for den enkelte kommune. Disse er:

1. Mobil avvanning - Hamstern
2. Mobil avvanning - Moos KSA
3. Stasjonær avvanning - Moos AVC
4. Slamlagune
5. Kommunale renseanlegg

Avvanning i slamlaguner eller i renseanlegg vil ikke bli omtalt her da dette forsåvidt er gamle og velkjente metoder.

Mobil avvanning ble introdusert på markedet i begynnelsen av 80 årene. Teknologien er utviklet i Norden og det er to systemer, henholdsvis det danske, Moos med KSA og AVC og den Svenske Hamstern som er på markedet.

Fordelene ved mobil avvanning kan oppsummeres slik:

- mindre driftsproblemer på kommunale renseanlegg som tidligere måtte ta imot kloakkslam.
- kapasitet og antall slamavskillere som kan tømmes øker.
- mindre risiko for driftspersonell på grunn av en lukket prosess og mer bruk av automatikkutstyr.
- rimeligere alternativ i forhold til konvensjonelle løsninger.
- redusert lukt og vannforurensing i forhold til slamlaguner

Hamstern består grovt sett av følgende komponenter:

- Bilchassis
- vakumtank for septikslam
- rejektivannstank
- silo for avvannet slam
- kalksilo
- kompressor

Rækkefølgen for innsamling og avvanning med Hamstern er:

Oppsuging av slam fra slamavskiller, samtidig kondisjoneres slammet ved tilsetting av kalk før slammet når lagertanken. Deretter retur av rejektivann fra tidligere tømt slamtank. Dette gjøres ved å sette trykk på rejektivannet og returnere rejektivannet til den tomme septikktanken.

Avvanning av kondisjonert septikkslam fra lagertanken starter mens bilen kjører til neste septikktank.

Rejektivannstanken blir gradvis fylt mens avvanningen pågår, samtidig som lagertanken gradvis tømmes.

Moos KSA består av følgende komponenter:

- bilchassis
- vakumtank
- polymertank
- avvanningstank
- rejektivannstank
- dieselmotor, kompressor, pumper og slanger

Prosedyren for KSA er stort sett den samme som for Hamstern. I første fase suges innholdet i septikktanken opp i slamsugetanken. Deretter fylles septikktanken med rejektivann fra foregående septikktank. Slamsugetankens innhold pumpes deretter opp i avvanningstanken samtidig med at polymer tilsettes. Avvanningen pågår kontinuerlig fra slæmkaken ned i rejektivannstanken.

Moos AVC - avvanningscontainer

Avvanningscontaineren er utformet og funksjoner etter det samme prinsipp som for KSA. Avvanningscontaineren er imidlertid en egen enhet, som kan plasseres som en stasjonær enhet i et eget anlegg, eller den kan brukes som en mobil enhet som blir plassert på et egnet sted med tilgang til en utslippsledning som rejektivannet kan føres til. Slammet må da transporteres inn til anlegget på tankvogn. AVC,s volum er 25 m³, og dagskapasiteten for anlegget er ca 50 m³ - dvs noe større enn for KSA.

3.3 Kapital- og driftskostnader for mobilt avvanningsutstyr

Kostnadene for Hamstern inklusive garasje utgjør i dag ca. 3,0 Mill kr og for Moos KSA ca. kr.2,0 mill. kr. Med en avskrivningstid på 6 år og en rentefot på 12,5% gir dette en annuitetsfaktor på 25% Moos avvanningskontainer koster i dag ca 0,6 mill kr. I tillegg kommer en slamsuger på ca. 1,2 mill. kr. Kapitalkostadene pr. år på avvanningsutstyret blir dermed slik:

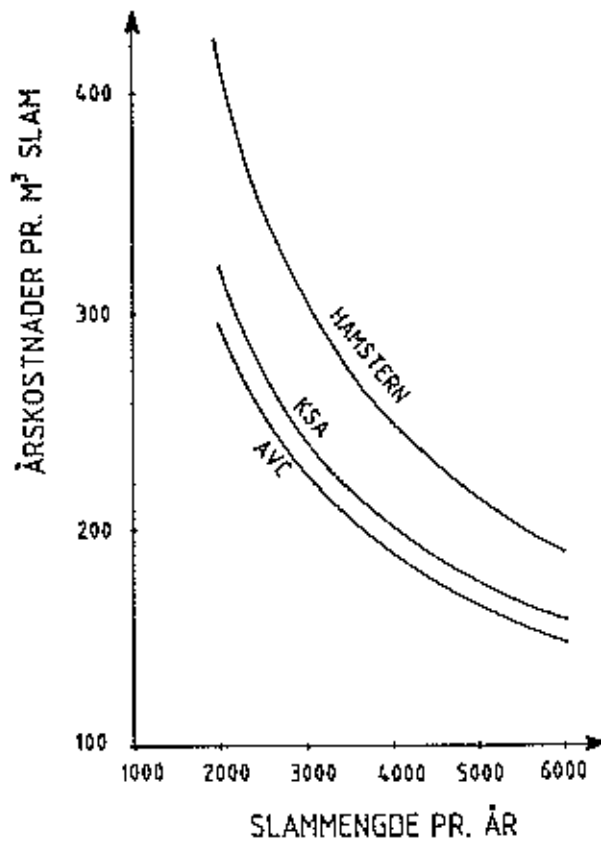
Hamstern	kr. 700.000
Moos KSA	" 500.000
Moos AVC	" 450.000

Driftskostnadene for mobilt avvanningsutstyr er basert på intervju med slamoperatører som har slikt utstyr i drift og prosjektrapport 45/86 fra NTNF - Mobil avvanning av septikslam. Under forutsetning av behandling av 5000 m3 slam kan kostnadene sette opp slik.

Tabell 3.1 - Kostnader for mobilt avvanningsutstyr

	Hamstern	Moos KSA	Moos AVC
Kapitalkostnader	700.000	500.000	450.000
Lønn- 1500 timer	260.000	260.000	260.000
Drift bil	105.000	105.000	105.000
Kjemikalier	20.000	25.000	25.000
Sum	1.085.000	890.000	840.000
pr.m3 slam	217	178	168

Den teoretiske kapasitet for Hamstern og Moos KSA er ca. 40 m³ pr. dag slik at avvanningsenhetens årskapasitet er vesentlig høyere enn 5000 m³. Utstyret kan med en del tilleggsutstyr også brukes vinterstid. I praksis er imidlertid værforholdene såvidt ugunstige i Norge at bare i unntakstilfeller brukes avvanningsutstyret om vinteren. Den praktiske kapasitet på mobilt avvanningsutstyr vil derfor i de fleste tilfeller bli ca 5.000 m³ slam pr. år. Kostnaden for varierende mengde avvannet slam er regnet ut for forskjellige volumer og er vist på fig. 5.3. På grunn av de relativt høye kapitalkostnadene vil kostnadene for avvanningen stige sterkt dersom volumet reduseres. En halvering av volumet fra 5000 m³ til 2500 m³ medfører at prisen pr m³ stiger med ca. 35%, kfr. figur 3.1



Figur 3.1 Kostnader for mobil avvanning av slam

Ved avvanning av slam fra store slamavskillere kan utstyret brukes mer rasjonelt og prisen vil derfor være noe lavere enn for små slamavskillere. Vi har derfor satt enhetsprisen til kr 140,- pr. m³ for avvanning deponering av slam for store slamavskillere som tømmes minst 2 ganger pr. år, og kr 160,- pr m³ for 1 gang pr år eller mindre. I følge slamoperatørene er gammelt slam hardere og det tar vesentlig mer tid for oppsuging og rengjøring av slamavskilleren når slammet er mer en 6 mnd. gammelt. Det samme erfaring gjelder for små slamavskillere. Det er derfor betenkelig at det i mange kommuner har utviklet seg en praksis med tømning av små septiktanker annet hvert år. Resultatet er ofte at en i tillegg til slamflukt fra overfylte slamavskillere, bruker vesentlig mer tid på hvert anlegg. Dette vil etterhvert føre til at prisen pr. m³ avvannet slam øker tilsvarende.

3.4 Behandling og deponering av avvannet slam

Det avvannede slammet har et tørrstoffinnhold fra 15% til 20%. Slammet fra Hamstern har gjennomgående noe høyere tørrstoffinnhold. I tillegg er dette slammet midlertidig kalkstabelisert under avvanningsprosessen. Komposteringsprosessen kommer igang når ph i slammet kommer under 10.

Den vanligste metoden for behandling av avvannet slam er frilandskompostering. Selv om miljøproblemene er meget små ved frilandskompostering har det vært vanskelig for kommunene å finne egnede områder hvor komposteringen kan finne sted. Erfaringene så langt viser at avvannet slam fra det mobile avvanningsutstyret er nærmest luktfritt og at avrenningen fra slammet er ubetydelig. Allerede etter en dag blir det dannet en skorpe rundt slamkaken som reduserer lukten ytterligere og hindre inntrengning av vann under regnvær. Temperaturen stiger etterhvert og komposteringsprosessen kommer raskt igang. Etter en periode på en til to måneder vendes slammet slik at den våte delen i sentrum av haugen kommer i kontakt med luft. Dette vil igjen sette fart i komposteringsprosessen og temperaturen kommer deretter raskt opp i 50 - 60°C. Gjentatte vendinger er nødvendig for at slammet skal bli utsatt for et temperaturforløp som gir tilstrekkelig hygieniseringseffekt. Frilandskompostering er klimaavhengig og i perioder med mye nedbør, vil det være vanskelig å få tørket slammet så mye at komposteringsprosessen kan komme i gang.

Andre metoder som etter hvert vil komme til anvendelse er kompostering på luftet plate med eller under tak. Et slikt anlegg vil imidlertid kreve nokså store volumer for å kunne drive noenlunde rentabelt. Dermed vil transportkostnadene øke, noe som vil begrense bruken av denne metode.

3.5 Utviklingstrekk

I følge opplysninger fra leverandørene er det i drift i Norge, 4 enheter av Hamstern, 14 stk Moos KSA og 32 stk Moos AVC. Metodene er nå gjennomprøvd og barne-sykdommene er i stor grad overvunnet. Vi vil derfor sannsynligvis se at slike mobile enheter vil bli tatt i bruk i flere regioner.

Prosjektrapport 45/86 viser at vanlig innsamling og avvanning i slamlagune er dyrere enn avvanning med mobilt utstyr.

En forutsetning for lønnsomhet er at det blir dannet slamregioner som er tilpasset utstyrets kapasitet. Lønnsomheten kan dermed opprettholdes og behandlings-kostnadene holdes på et rimelig nivå.

V e d l e g g 4

DYKKKERUNDERSØKELSEN

4.1 Dykkerundersøkelsen

Sommeren 1990 gjennomførte miljøvernavdelingen hos fylkesmannen i Troms en dykkerundersøkelse på 6 utslippsledninger. Av disse var en utslippsledning med urenset utslipp, 4 med sil og en ledning med slamavskiller.

Målet med undersøkelsen var å registrere og vurdere hvordan de forskjellige utslippene påvirker miljøet, og å undersøke hvordan de ulike rensetiltakene fungerer. Vurderingen av miljøpåvirkningen rundt utslippene er basert på observasjoner under dykkingen og er dokumentert med fotografier.

Følgende utslipp er undersøkt:

Kolbakkbukta, Tromsø	- urenset	2000 p.e	- 7 m dyp
Nordkjosbotn, Balsfj	- sil	1000 p.e	- 10 " "
Storsteinnes, "	- "	1500 p.e	- 10 " "
Kanebogen, Harstad	- "	1800 p.e	- 16 " "
Selneset, Tromsø	- "	3000 p.e	- 4 " "
Tønsvika, Tromsø	- slamavsk.	250 p.e	- 8 " "

Resultatene fra dykkerundersøkelsen er følgende:

4.2 Kolbakkbukta - urenset utslipp

Det er ca. 2000 p.e tilknyttet avløpsanlegget som er bygget etter fellessystemet i slutten av 60- og begynnelsen av 70- årene. I nedbørsperioder er derfor vannføring meget stor. Utslippsledningen er ikke hevet over bunnen.

Foran utslippet var det en sedimenthaug på ca 16 m² med maks. tykkelse på 1 m. Sedimenthaugen besto av sand, grus, kaffegrut og annet grovt organisk materiale. Avfallet fra utløpet dekket et område på ca 6.000 m² og besto hovedsaklig av papirrester og mindre partikler. Slammet nær utløpet var under mikrobiell nedbryting med et slimet og hvitt belegg av sopp og bakterier. Ved måling av sedimentdybden ble det frigjort gass. Gassen dannes under anaerob nedbryting av det organiske avfallet.

Utenfor sedimenthaugen, 6 - 7 meter unna utløpet, fantes det tang og tare. Det var også sjøstjerner, fjæremakk og fisk. Noe torsk beitet på partikler som kom ut fra rørmunningen. Overgangen til normale

bunnforhold ble regnet der bunnen var dekket med tare og hvor det var lite papirrester å se. Lengst avstand fra rørmunningen til overgangen var ca. 80 m.

4.3 Nordkjosbotn silanlegg

Silanlegget er en Hydrasiv spaltesil med lysåpning 0.75 mm - byggeår 1978. Utslippsledningen ligger på 10 m dyp og rørenden er hevet 1,6 m over bunnen. Ledningsnettets er langstrakt og det er 3 pumpestasjoner i drift hvorav to av disse transporterer vannet fram til silanlegget.

Foran utslippet var det en sedimenthaug på ca. 3 m² med maks. tykkelse på 0,9 m. Avfallet hadde liten utbredelse. Største avstand til upåvirket bunn var 6 m. Innenfor dette område var bunnen delvis dekket av et hvitt belegg. Utenfor dette kunne det ses mindre partikler av papir på bunnen. Sedimentet i ytterkant av påvirket område hadde en tykkelse på 0,4 - 0,5 meter. Dette sedimentet besto av leire, mudder og sand. Det ble observert at partikler som steg opp i vannmassene ble ført videre utover fjorden med elvestrømmen nær overflaten. Dette tyder på god utskifting av vannet i området rundt utslippet.

Noen fisk ble sett i nærheten av utslippet. Fjæremakk og sjøstjerner ble observert helt innpå sedimenthaugen. På rørenden vokste tett med sjønellik.

4.4 Storsteinnes silanlegg

Silanlegget er en rotostrainer med lysåpning 0,75 mm - byggeår 1983. Utslippsledningen ligger på 10 m dyp, rørenden er ikke hevet fra bunnen og er delvis fylt med sand og slam. Avløpsanlegget er delvis bygget etter fellessystemet.

Foran utslippet var det en slamhaug på ca. 1,4 m tykkelse og med en utbredelse på ca 70 m². Slamhaugen besto av grovt partikulært matereriale, sand, grus, kaffe-grut og ekskrementer. Sedimenthaugen var under anaerob nedbryting og frigjorde gass ved berøring. Utbredelsen av det påvirkede område var ca. 400 m². Innenfor dette område var bunnen dekket av papirrester og lignende partikler av organisk materiale. Dette var under mikrobiell nedbryting, karakterisert ved et hvitt slimete belegg av sopp og bakterier. Vannmassene i området inneholdt store mengder suspendert organisk materiale. Utslippet gjennom avløpsledningen kom i

puljer og inneholdt mye papir, ekskrementer og annet grovt materiale. Det er dårlige strømforhold ved utslippet. Dette kunne ses ved at sedimenttykkelsen var stor, og overgangen til normal bunn var markert.

Det ble observert flyndre nær utslippet, og fjæremakk og sandskjell lå like utenfor slamhaugen. Sjøstjerner var også opp på selve slamhaugen.

Silanlegget ser ikke ut til å fungere tilfredsstillende, noe som antas å være en feilkobling. Sannsynligvis er en gren av avløpsledningen tilkoblet utslippsledningen uten å passere silanlegget.

4.5 Kanebogen silanlegg

Silanlegget er en Aqua Guard med spalteåpning 3 mm - byggeår 1985. Belastningen er ca 1800 p.e og utslippsdypet er 16 m. Rørenden er hevet 1 m over bunnen. Ledningsnett er i hovedsak bygget etter separatsystemet.

Sedimenthaugen foran utløpet hadde en utbredelse på ca. 25 m² og en maks. tykkelse på 0,9 m. Avfallet fra utslippet hadde en forholdsvis stor utbredelse på ca 1500 m². Avfallet i dette område besto for det meste av mindre partikler av organisk materiale. Dette var under mikrobiell nedbryting, karakterisert ved et hvitt slimet belegg av sopp og bakterier. Slammet var under anaerobisk nedbryting.

Like ved utslippet i kanten av av sedimenthaugen lå en død torsk. Denne hadde sannsynligvis vært i kontakt med sedimentet og dermed utløst hydrogensulfid som dermed drepte fisken.

Vannmassene i området rundt utslippet inneholdt mye suspendert organisk materiale.

4.6 Selnes silanlegg

Silanlegget er en rotostrainer med lysåpning 0,75 mm - byggeår 1981. Belastningen er ca. 3000 p.e. Avløpet er et separatsystem. Likevel er det under nedbørsperioder meget store vannføringer - noe som tyder på innlekking av overvann i ledningssystemet.

Området rundt utslippet var helt upåvirket. I vannmassene var det endel suspendert organisk materiale. Det ble observert noe kaffegrut på bunnen ved utløpet, ellers var det ikke noe avsatt sedimentert fra kloakken i dette området. Utslippene kom støtvis avhengig om pumpa var av eller på. Utslipppet ligger meget grunt og det er en sterk tidevannsstrøm og meget god utskifting av vannmassene rundt utløpet. Da store og tunge partikler blir fanget opp av silen og de lette partiklene ført bort med tidevannstrømmen er det rimelig at det er liten sedimentavsetning rundt utløpet.

4.7 Tønsvika slamavskiller

Slamavskilleren er bygget i 1981 og dimensjonert for 300 p.e - klasse B med to slamtømminger pr. år. Hydrauliske belastning i dag er ca 200 p.e.

Det var kun en liten sedimenthaug foran utslippet. Slamdybden var ca 0,3 m og en utstrekning på ca. 3 m². Avfallet hadde et lite utbredelsesområde ca 9 m². I dette område lå endel papirrester i tillegg til det naturlige sediment. Sedimentet besto av fin sand og finpartikulært organisk materiale. Området var delvis dekket med hvitt beleg.

I følge opplysninger har slamavskilleren ikke regelmessig tømt. Dette innebærer at den slammengden som ble observert foran utløpsledningen egentlig er større enn det normalt sett burde være. Rester av papir og andre organiske rester tyder også på at det har vært slamflukt fra slamavskilleren.

4.8 Konklusjon

Ut fra opplysninger om mengder silgods som kjøres bort sammenlignet med belastningen, kan tyde på at renseeffekten på sedimenterbart stoff i silanleggene er i størrelse - ca. 20 - 40%. Observasjonene i dykkerundersøkelsen viser at silanleggene bidrar til en noe bedre spredning av partiklene i utslippet fordi partikkelstørrelsen i avløpsvannet blir mindre. Dermed minsker den lokale påvirkning rundt utslippet. Strømforholdene er også en svært viktig faktor for utslippslokalitetens påvirkningsgrad. Dette illustreres best ved utslippet på Selnes. Dette utslippet ligger

meget grunt og med en tidevannsstrøm som river med seg de relativt lette partiklene som kommer ut fra utslippsledningen.

I områder med dårlige strømforhold vil det lette slammet sedimenteres. I slike tilfelle er forskjellen i slammengde mellom sil og urensset utslipp liten.

Effekten av en slamavskiller er vanskelig å bedømme fordi anlegget i Tønsvika har såvidt få personer tilkoblet og at slamavskilleren ikke har vært regelmessig tømt.

Generelt må resultatet for silanleggenes vedkommende karakteriseres som skuffende spesielt med tanke på bunnforholdene ved utslippet. Selv om det urensede utslippet ved Kolbakkbukta hadde det klart største påvirkede område, ble utslippet på Storsteinnes gradert som dårligst fordi området rundt utslippet var i større grad anoksisk påvirket.

På grunn av begrensede midler måtte omfanget av undersøkelsen begrenses og konklusjonene må derfor bli noe mangelfulle. Spesielt ville det være ønskelig at flere avløpsanlegg med urensset utslipp og ledninger med slamavskiller som renseinnretning, var med i undersøkelsen. Slike undersøkelser gir et verdifullt bidrag til å klargjøre hvordan forholdene er på sjøbunnen rundt kloakkutslipp. Ved å gjenta slike undersøkelser, kan en bedre klargjøre endringer i forurensingssituasjonen og eventuelt pålegge tiltak for å bedre forholdene rundt utslippstedet.

•

VEDLEGG 5 side 1

VEDLEGG 5

KOSTNADSBEREGNING AV STORE SLAMAVSKILLERE

VEDLEGG 5 - KOSTNADSHREGNING AV STORE SLAMAVSKILLERE

1.0 Forutsetninger for kostnadsberegning av store slamavskillere

1.1 Innledning

Grunnlaget for kostnadsberegningen og resultatene av denne er nærmere presentert i dette vedlegget.

1.2 Dimensjonering

Slamavskillerne som kostnadsberegnes er dimensjonert etter "Retningslinjer for større slamavskillere" utarbeidet av SFT.

Viktigste inngangsdata er:

Slamproduksjon 0.25 m³ pr person pr år
 Spesifikk tilrenning 250 l/pd
 Oppholdstid 9 timer

1.3 Kostnadsgrunnlag

De viktigste enhetspriser for bygging av slamavskiller er innhentet fra:

- Andresen & Grøner AS, Kristiansand
- Grøner Bergen AS
- Indre Sogn Interkommunal Servicekontor
- Ødegård & Grøner AS, Trondheim
- Grøner Tromsø AS

Tabellen nedenfor gir eksempler på enhetspriser fra de ulike steder og hvordan disse er vurdert ved utvelgelse av prisgrunnlag for kostnadsberegningen.

Post	Enhet	Grøner Tromsø	Grøner Bergen	Andresen & Grøner	Ødegård & Grøner	ISIS Sogn- dal	Snitt	Brukt i beregning
Plan veggforskalling, Gjølt	m ²	140	150	200	210	200	180	180
Vegg av betong, Vannrett C45	m ³	1100	1100	900	1200	975	1055	1100
Dekkeforakalling, Gjølt	m ²	150	200	200	260	220	206	210
Avtrekking og stålgjutting	m ²	35	30	40	60	20	37	40
Armering med kamstål	kg	8.50	6.50	7.50	9.00	7.50	7.80	8.00
Betong under fundament C15	m ³	900	600	700	800	900	780	800
Graving, Tillatt avvik 200 mm	m ³	13	42	30	25	15	27	30

Enhetsprisene som er brukt i denne rapporten baseres på gjennomsnittet av disse prisene med tillegg på 0-20 % knyttet til avrundning oppover. Gjennomsnittlig tillegg til beregnet gjennomsnitt er omkring 3-5 %.

Andre forutsetninger

Tilrigging er beregnet å utgjøre 7 % av entreprenørkostnadene. Uforutsett er tilsvarende beregnet å utgjøre 10 %.

Prosjektkostnadene er beregnet ved å legge 7 % i planlegging og administrasjon til entreprenørkostnadene.

Overdekning over slamavskilleren	- 1.5 meter
Tykkelse dekke	- 0.3 meter
Tykkelse bunnplate	- 0.25 meter
Tykkelse vegger	- 0.25 meter
Tykkelse innervegger	- 0.20 meter

Antall inspeksjons- og atkomstkummer:

- 500 pe	4 stk
500 - 1000 pe	4 stk
1000 - 2000 pe	6 stk
2500 - 5000 pe	8 stk

1.4 Resultat av kostnadsberegningen

I tabell nedenfor er prosjektkostnaden for bygging av slamavskillere vist. Beregningen bygger på forutsetningene i punkt 1.2 og 1.3.

Antall temning- ger pr år	Antall personekvivalenter							
	200	500	750	1000	2000	3000	4000	5000
2	315.000	425.000	502.000	572.000	864.000	1.130.000	1.340.000	1.540.000
4	287.000	377.000	437.000	491.000	727.000	941.000	1.100.000	1.251.000
6	267.000	340.000	390.000	435.000	640.000	827.000	961.000	1.089.000

Tilsvarende er kostnader pr personekvivalent for bygging av slamavskiller beregnet.

Antall tømming- er pr år	Antall personekvivalenter							
	200	500	750	1000	2000	3000	4000	5000
2	1575	651	689	572	432	377	335	308
4	1443	753	582	492	384	314	275	250
6	1336	680	520	435	320	276	240	218

Kostnader pr m³ våtvolum for bygging av slamavskiller

Antall tømming- er pr år	Antall personekvivalenter							
	200	500	750	1000	2000	3000	4000	5000
2	7200	3890	3060	2615	1975	1723	1531	1408
4	9238	4820	3728	3146	2328	2010	1760	1602
6	9867	5020	3840	3215	2363	2036	1774	1608

VEDLEGG 6

SLAMAVSKILLER MED EGET SLAMLAGER

Slamavskiller med eget slamlager

For Tromsø kommune har Grøner Tromsø AS utarbeidet forprosjekt på bygging av en slamavskiller med eget slamlager dimensjonert for 4000 pe.

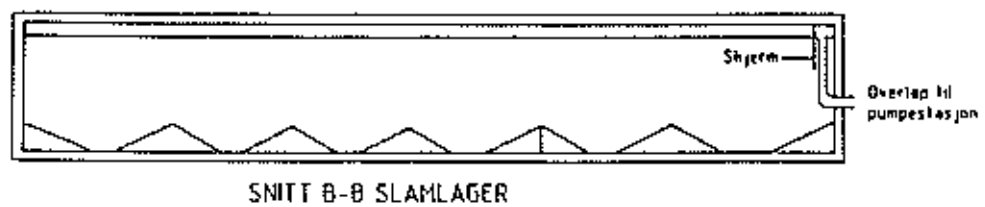
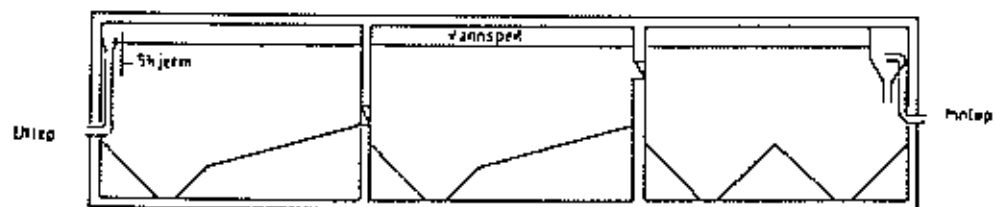
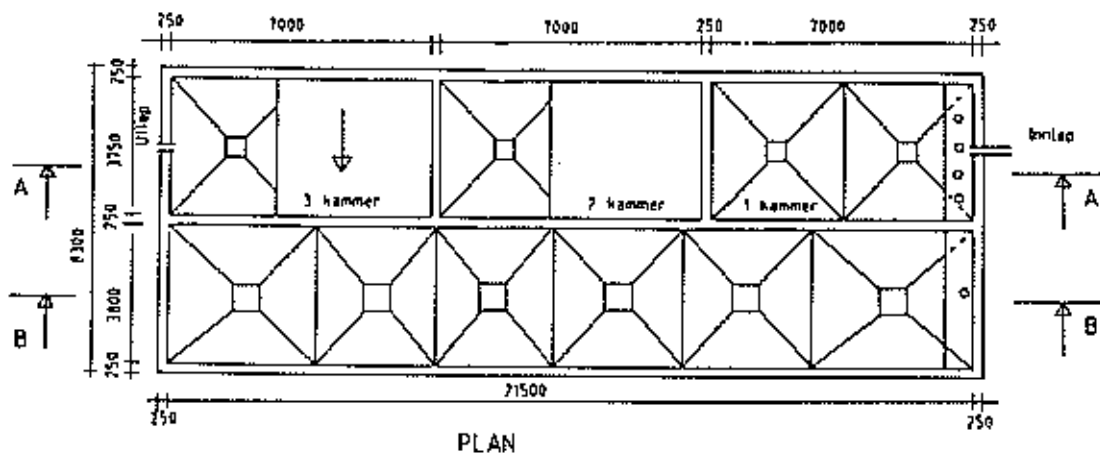
Fordelen ved en løsning hvor slamlageret trekkes ut av selve sedimenteringsbassenget er :

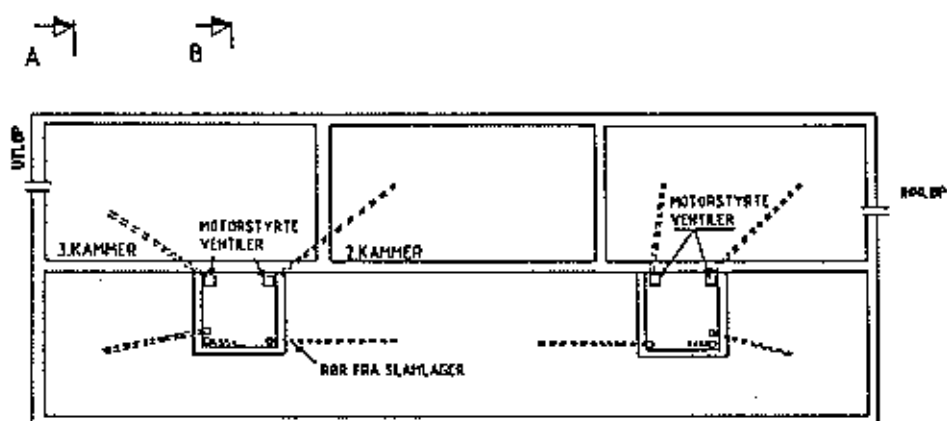
- slamavskilleren kan i større grad dimensjoneres etter vanlige dimensjoneringsregeler for sedimenteringsbassenger. I forprosjektet for Tromsø kommune er det tatt utgangspunkt i "Retningslinjer for dimensjonering av avløpsrenseanlegg" fra SFT. Overflatearealet er øket med 30 % for skjønnsmessig å ta hensyn til noe forenklet utløpsarrangement.
- risikoen for utvasking av slam fra slamlageret ved tilførsel av store vannmengder elimineres.
- problemene med slamflukt fra slam som flyter opp på grunn av anaerob nedbryting fjernes.
- slamtømming vil ikke påvirke renseprosessen

Ulempene er knyttet til økt behov for ettersyn av:

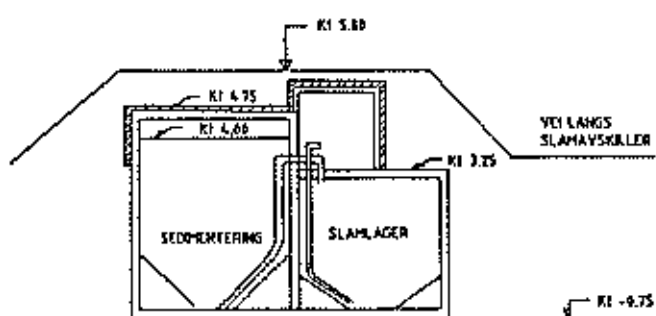
- slampumper eller motorstyrte ventiler for kontinuerlig uttak av slam fra kamrene i slamavskilleren.

Skissen på de neste sidene viser prinsipløsningen. På denne slamavskilleren skulle avløpet løftes inn i slamavskilleren. Ved overføring av slam fra sedimenteringsdelen ledes overskuddsvannet fra overløpet til slamlageret til pumpestasjonen. Slammet graviteres fra sedimenteringsenheten til slamlageret. Mengden som overføres forutsettes regulert med tids- og motorstyrte ventiler.

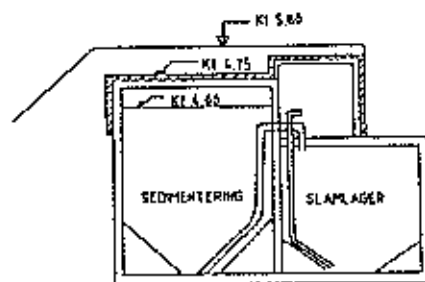




PLAN



SNITT A-A



SNITT B-B