

Separat behandling av slamvann

Av Bjarne Paulsrud

Bjarne Paulsrud er daglig leder for Aquateam, Norsk vannteknologisk senter A/S.

Innlegg tidligere presentert på seminar i Nordisk ministerråds regi.

SAMMENDRAG

Program for VAR-teknikk under Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) har i perioden 1983—85 gjennomført et større forskningsprogram vedrørende separat behandling av slamvann fra septikslam.

Forsøk i pilotskala med biorotor og aktivslamprosessen viste at disse metoder var egnet for rensing av septikslamvann. For å redusere forbruket av fellingskjemikalier ved kjemisk rensanlegg som mottar septikslam, er det nødvendig at slamvannsbehandlingen med biorotor eller aktivslammetoden drives med nitrifikasjon slik at alkaliteten i slamvannet senkes.

Fullskala forsøk med rensing av slamvann i en diskontinuerlig (batch) aktivslamprosess viste gode resultater. Dette er en metode som enkelt kan tilpasses i eksisterende rensanlegg med meget små ekstra investeringer dersom det finnes ledige bassengvolumer i anlegget.

Innløpende forsøk i laboratorieskala med lang tids (4—24 timer) tilsetning av ozon og UV-generert ozon til septikslamvann viste at man fikk en høy reduksjon av organisk stoff og alkalitet i slamvannet. Det må gjøres videre undersøkelser i større målestokk for å kunne vurdere metodenes økonomi og praktiske anvendbarhet.

Anaerob rensing av septikslamvann ble vurdert på grunnlag av litteraturredata, og konklusjonen var at dette er en lite aktuell metode i Norge på det nåværende tidspunkt.

1. INNLEDNING

Ved alle former for fortykking og avvanning av slam vil man få en vannfase (slamvann) som normalt føres tilbake til rensesanleggets innløp. Slamvannets innvirkning på renseresultater og driftsøkonomi vil avhenge av en rekke faktorer, hvor slamvannets mengde og sammensetning og type rensanlegg er blant de viktigste.

Slamvannsmengden vil som oftest være liten i forhold til innkommende avløpsmengde dersom man regner på døgnbasis (størrelsesorden 2%). En slik betraktningssmåte vil imidlertid ha liten verdi dersom det ikke er full døgnutjevning av slamvannsmengden, siden «produksjonen» av slamvann vil variere sterkt over døgnet (periodevis innpumping av slam i fortyktere, drift av avvanningsutstyr bare på dagtid, dekantering av slamlagre etc. én gang pr. døgn). Slamvannets hydrauliske belastning på rensesanlegget kan derfor i kortere perioder øke betydelig, og dette vil bli forsterket dersom rensesanlegget tar imot eksternt slam (septikslam, slam fra andre rensanlegg).

Slamvannets sammensetning bestemmes bl.a. av slamtype, forutgående slambehand-

ling (f.eks. stabilisering) og lagring, samt driften av fortykkere og avvanningsutstyr. Spesielt vil tilførsel av septikslam til renseanlegget bidra til at slamvannets innhold av løst organisk stoff blir høyt.

I Norge har mottak av septikslam til slambehandlingsdelen ved *kjemiske* renseanlegg mange steder medført store driftsproblemer. Resirkulering av slamvann med høyt innhold av suspendert stoff, organisk stoff, fosfor og nitrogen samt høy alkalitet gir ofte høye kjemikaliedoseringer (f.eks. 300—500 g/m³ Al-sulfat) for å opprettholde tilfredsstillende fosforfjerning, mens utslippet av organisk stoff allikevel overskrider konsesjonskravene.

Det er mange tiltak som kan iverksettes både på prosjekterings- og driftsstadiet for

å redusere disse problemene. Ett slikt tiltak er separat behandling av slamvannet før det blandes med innkommende avløpsvann. Rensing av slamvann vil imidlertid også være en aktuell løsning ved rene avvanningsstasjoner for septikslam der slamvannet ikke kan ledes til noe renseanlegg.

For å skaffe til veie data om hvilke rensemetoder som kunne være egnet til behandling av det sterkt konsentrerte slamvannet fra septikslam, har NTNFs Program for VAR-teknikk gjennomført et stort forskningsprogram i perioden 1983—85. Tabell 1 gir en oversikt over enkeltprosjektene. SFT og NIVA har også vært med på finansieringen av dette programmet.

Tabell 1. *Forskningsprogram for separat behandling av slamvann fra septikslam.*

Prosjekt	Utført av	Omfang	Referanse
Rensing med biorotor	Vannrensegruppa — SINTEF	Pilotskala forsøk	Rusten (1983)
Rensing med aktivslammetoden	NIVA	Pilotskala forsøk	Storhaug (1984)
Behandling med fotooksydasjonsprosesser	NIVA/Aquateam	Litt. studium/ Lab. forsøk	Wedum (1985)
Rensing med anaerobe filtre	NIVA	Litteraturstudium	Storhaug (1985)
Driftserfaringer med aktivslammetoden	Aquateam/ANØ	Fullskala forsøk	Paulsrud & Nedland (1985)

I det etterfølgende er det gitt et kort resymé med hovedkonklusjonene fra de ulike prosjektene. For ytterligere detaljer henvises det til de respektive prosjektrapporter.

2. RENSING MED BIOROTOR

Forsøkene med biorotor (Rusten, 1983) ble utført ved Østangen renseanlegg i Sør-

Trøndelag. Det ble benyttet to biorotorer som ble kjørt i parallell ved to forskjellige temperaturer (5,4°C og 14,5°C). Forsøksperioden var ca. 2 måneder.

Slamvannet kom fra en silbåndpresse som avvannet septikslam. Sammensetningen av slamvannet som ble benyttet i forsøkene, er vist i tabell 2. Denne viser at slamvannet hadde lavere konsentrasjoner

Tabell 2. *Sammensetning av septikslamvann brukt under forsøksperiodene (middelverdier).*

Parameter	Dag	Dag	Dag
	16-20	30	44-58
Suspendert stoff, mg/l	775 (4)	230 (2)	877 (7)
KOF total, mg/l	1941 (4)	729 (2)	2402 (7)
KOF filtrert, mg/l	452 (4)	324 (2)	506 (7)
BOF ₇ , mg/l	—	293 (1)	652 (1)
Total fosfor, mg P/l	22.2 (2)	11.8 (2)	24.7 (2)
Total nitrogen, mg N/l	104 (2)	57 (2)	132 (2)
Ammonium, mg N/l	50 (4)	27 (2)	62 (7)
Alkalitet, mekv/l	—	4.0 (1)	6.2 (4)
pH	7.1 (4)	7.4 (2)	7.2 (7)

Tallene i parentes angir antall analyser. Dag nr. angir dag etter oppstartning av biorotor.

enn det som er vanlig for septikslamvann. Dette skyldtes bl.a. spylevann fra silbåndpressen.

Resultatene fra forsøkene viste at nesten all reduksjon av organisk stoff skjedde i det 1. trinnet i biorotorene (se tabell 3). Nyttien av å dele opp biorotoren i flere trinn var derfor meget liten. Maksimal renseeffekt mhp. KOF_{total} var ca. 85% ved 14,5°C og en organisk belastning på ca. 80 g KOF_T/m² · d, mens ved 5,4°C var maksimal renseeffekt bare ca. 46%. Til tross for bra renseeffekter ved den høyeste temperaturen, var utløpskonsentrasjonene fortsatt så vidt høye at det ikke ville være aktuelt å slippe det rensede vannet direkte til en resipient. Forsøkene ga ikke noe svar på hvor lav belastningen må være for å kunne gjøre dette.

For å se på innvirkningen av biorotorbehandlingen på kjemisk felling av ulike blandinger av slamvann og kommunalt avløpsvann, ble det utført en del jar-tester med Al-sulfat som fellingsmiddel. Kjemi-

kaliebehovet var sterkt avhengig av alkaliteten, og nitrifisering av slamvannet førte til redusert forbruk av kjemikalier. I biorotoren med høyest temperatur (14,5°C) ble det observert simultan nitrifikasjon/denitrifikasjon (med tilhørende alkalitetsreduksjon) fra dag 30. og ut resten av forsøksperioden.

En grovrensing av slamvannet ved hjelp av biorotor (ca. 30% KOF_T-reduksjon) hadde en meget positiv effekt på restkonsentrasjonen av total og filtrert KOF ved etterfølgende innblanding i kommunalt avløpsvann og felling med Al-sulfat.

3. RENSING MED AKTIVSLAM-METODEN

Storhaug (1984) gjennomførte pilot-skala forsøk med 6 aktivslamanlegg som ble drevet i parallell. Anleggene hadde en luftetank på ca. 18,5 liter, og en sedimenteringskolonne med diameter 8 cm og dybde 60 cm. Forsøkene ble utført i NIVA's forsøksstasjon ved Sentralrensean-

Tabell 3. Konsentrasjoner og renseeffekter med hensyn på organisk stoff.

Biorotor A, lav temperatur $5.4 \pm 0.1^\circ\text{C}$

Dag	Org. bel steg 1 g KOF _T /m ² d	KOF _T (mg/l)			Renseeffekt (%)	
		Inn	steg 1	steg 4	steg 1	steg 4
16	141	2012	1482	1300	26.3	35.4
20	125	1805	1399	1301	22.5	27.9
30	23	698	486	374	30.4	46.4
44	133	2834	1994	1749	29.6	38.3
47	107	2323	1634	1572	29.7	32.3
58	160	2117	1729		18.3	

Biorotor B, høy temperatur $14.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$

Dag	Org. bel steg 1 g KOF _T /m ² d	KOF _T (mg/l)			Renseeffekt (%)	
		Inn	steg 1	steg 4	steg 1	steg 4
16	118	2053	772	685	62.4	66.6
20	107	1893	573	544	69.7	71.3
30	27	760	236	186	68.9	75.5
44	96	2863	695	550	75.7	80.8
47	82	2393	377	340	84.2	85.8
55	150	2103	950	786	54.8	62.6
58	156	2180	961	679	55.9	68.9

legg Vest, og slamvannet kom fra avvanning av septikslam (sentrifuge) ved et nærliggende renseanlegg. Sammensetningen av slamvannet som ble brukt i forsøksperioden, er angitt i tabell 4. Dette slamvannet var langt mer konsentrert enn det som ble brukt til biorotorforsøkene (tabell 2), men er helt typisk for septikslamvann.

Tre av pilotanleggene ble drevet ved 8°C og tre anlegg ved 16°C . Etter først å ha gjennomgått en akklimatiseringsperiode på 4 uker, ble prøvetakingen foretatt over en periode på 2 uker med regelmessige døgnprøver. Tabell 5 viser middelverdier

for de ulike belastninger og renseresultater for de ulike anleggene.

Belastningen på anlegg nr. 1 og 4 varierte mye i løpet av forsøksperioden. Slamvannets høye innhold av suspendert stoff var en viktig årsak til dette. Som tabellen viser ble det oppnådd 72% fjerning mhp. KOF i anlegg nr. 1 (8°C). Anlegget må karakteriseres som overbelastet. I anlegg nr. 4 ble det oppnådd 87% fjerning mhp. KOF. Bortsett fra anlegg nr. 1 var det liten forskjell i utløpskonsentrasjonene mellom de to temperaturnivåene. Det er grunn til å tro at forskjell-

Tabell 4. Sammensetning av slamvann til aktivslam-forsøk.

Parameter	Ant obs	Middel verdier	Stand. avvik
Suspendert stoff (mg/l)	5	2334	547
Kjemisk oksygenforbruk _{uf} (mg/l)	6	5417	928
Kjemisk oksygenforbruk _{fi} (mg/l)	6	1172	485
Total organisk karbon _{uf} (mgC/l)	3	594	129
Total organisk karbon _{fi} (mgC/l)	6	137	42
Biokjemisk oksygenforbruk (mg/l)	6	1875	435
Total fosfor (mgP/l)	6	58,7	8,2
Orto fosfat (mgP/l)	6	39,2	10,9
Alkalitet (mekv/l)	6	17,8	4,8
pH	6	8,09	0,14

uf: Ufiltrert

fi: Filtrert

Tabell 5. Middelveidier for belastninger og renseresultater.

Anlegg nr.	Temp. °C	Slambelastning		Slam- alder (d)	BOF- (mg/l)			Rense- effekt %			KOF (mg/l)		Rense- effekt %		SS (mg/l)	Alkalitet (mekv./l)	
		kg BOF _z / kg FSS · d	kg KOF kg FSS · d		Inn	Ut	—	Inn	Ut	—	Ut	Inn	Ut				
		1	8		0,41	1,19	1,80	1875	421	78	5417	1510	72	483	17,8	14,5	
2	8	0,27	0,77	2,81	1875	101	95	5417	596	89	117	17,8	9,8				
3	8	0,13	0,38	7,21	1875	65	97	5417	475	91	215	17,8	4,7				
4	16	0,47	1,36	1,99	1875	115	94	5417	715	87	131	17,8	21,8				
5	16	0,28	0,81	2,90	1875	142	92	5417	710	87	247	17,8	0,3				
6	16	0,15	0,44	12,32	1875	51	97	5417	476	91	184	17,8	1,3				

FSS = Flyktig suspendert stoff.

len ville ha vært større hvis den laveste temperaturen hadde vært senket til 5°C. Med det forsøksoppsettet som ble benyttet var dette imidlertid vanskelig. Anlegg nr. 6 hadde stabil nitrifikasjon gjennom hele forsøksperioden. Det fremgår også tydelig fra den lave alkaliteten som ble registrert i utløpsvannet fra anlegget. Anlegg nr. 3 hadde nitrifikasjon den første delen av forsøksperioden.

Som en del av prosjektet ble det gjennomført jar-test undersøkelser med innblanding av ulike andeler slamvann i kommunalt avløpsvann.

Slamvannets alkalitet var i stor grad avgjørende for nødvendig kjemikaliedose. For å redusere nødvendig kjemikaliedosering ved resirkulering av biologisk renset slamvann på kjemiske renseanlegg, er det en forutsetning at det biologiske rense-

trinnet drives med nitrifikasjon. Biologisk rensing i høybelastet aktivslamanlegg (ikke nitrifikasjon) medfører imidlertid at innholdet av organisk stoff i utløpet fra et kjemisk renselanlegg blir betydelig redusert.

4. BEHANDLING AV FOTO-OKSYDASJONSPROSESSER

Det er gjennomført et litteraturstudium samt innledende forsøk i laboratoriemålestokk for å undersøke om fotooksydasjon/kjemisk oksydasjon kan være aktuelt som forbehandling av slamvann før det f.eks. resirkuleres i kjemiske renselanlegg (Wedum, 1984).

Litteraturen viser at en rekke fotooksydasjonsprosesser og prosesskombinasjoner er utprøvd på ulike vanntyper, men få forsøk er utført på septikslamvann. Publiserte resultater spriker mye, og litteraturen rommer flere eksempler på motstridende konklusjoner. Det ser ikke ut til at oksydasjonsprosessen er forstått og kartlagt fullt ut, og prosessene er heller ikke optimalisert med tanke på praktisk anvendelse.

På grunnlag av litteraturstudiet syntes prosesskombinasjonen hydrogenperoksyd/UV-bestråling, samt tilførsel av ozon eller UV-generert ozon å være best egnet til behandling av septikslamvann.

Forsøk med tilsetning av hydrogenperoksyd (H_2O_2), ozon og rent oksygen med påfølgende UV-bestråling, viste imidlertid at disse oksydasjonsprosesser hadde liten effekt på slamvannskvaliteten. H_2O_2 /UV-bestråling synes å være den mest effektive prosesskombinasjon. Ved tilsetning av ca. 10 ml 35% H_2O_2 /l og UV-bestråling i ca. 12 min., ble slamvannets alkalitet og innhold av organisk stoff (KOF-filtrert) redusert med henholdsvis ca. 10% og ca. 40%.

Forsøk med lang tids tilsetning (4—24 timer) av ozon og UV-generert ozon har vist at begge oksydasjonsprosesser har en vesentlig innvirkning på septikslamvannskvaliteten. Til forsøkene ble det benyttet septikslamvann fra Løxa renselanlegg (Bærum). Sammensetningen av slamvannet er vist i tabell 6. Konsentrasjonene er relativt typiske for septikslamvann selv om de er noe lavere enn ved forsøkene med aktivslammetoden.

Tabell 6.

Sammensetning av septikslamvann brukt til forsøk med ozon og UV-generert ozon.

<i>Parameter</i>	<i>Middelverdier (2 prøver)</i>
Suspendert stoff, mg/l	2190
KOF ufiltrert, mg/l	3250
KOF filtrert, mg/l	830
BOF ₇ , mg/l	570
Alkalitet, mekv/l	7,0
pH	6,8

Det ble kjørt to forsøksserier, hvor hver serie besto av 6 prøver à 2 liter som ble oppbevart på 5-liters erlenmeyerkolber. Ozon/UZ-generert ozon ble tilført kolbene kontinuerlig via diffusorer. Det ble tatt ut prøver etter ulike tider (opptil 4 døgn), og prøvene ble satt til sedimentering i 30 min. i 2-liters målesylindere før det ble analysert på dekanteringsvannet. Ozonbehandling i f.eks. 1 døgn reduserte alkaliteten med 81% og BOF₇ med 94%, mens de tilsvarende verdier for UV-generert ozon var 32% og 91%.

Disse resultatene kan ikke brukes til en innbyrdes sammenligning av ozon og UV-generert ozon, siden den tilførte ozon-

mengde ikke ble målt, men helt sikkert var forskjellig i de to forsøksseriene. Forsøkene gir derfor ikke grunnlag for å hevde at ozon er mer effektivt enn UV-generert ozon, basert på tilført mengde ozon.

Det vil være nødvendig å gjøre undersøkelser i større målestokk for å klarlegge dose/respons-forløp for de to behandlingsmetodene, samt vurdere tilsetningsmetoder og driftsbetingelser. Dette vil gi grunnlag for å regne på økonomien ved metodene og sammenligne dem med de biologiske rensemetodene (biorotor, aktivslam).

5. RENSING I ANAEROBE FILTRE

Storhaug (1985) har gjennomført et litteraturstudium for å vurdere bruken av anaerobe rensemetoder for separat behandling av slamvann.

Bruk av anaerobt filter er sannsynligvis den mest aktuelle reaktorvarianten. Her oppnås en tilstrekkelig høy slamalder uavhengig av hydraulisk oppholdstid. Det er ikke funnet opplysninger i litteratur om fullskala anlegg for anaerob rensing av slamvann eller kommunalt avløpsvann. Det er imidlertid gjennomført forsøk i pilot-skala med anaerob rensing av slamvann fra avvanning av varmekondisjonert slam.

Anaerobe filtre er imidlertid lite utprøvet, og det kan forventes driftstekniske problemer ved behandling av slamvann pga. det høye innholdet av suspendert stoff. Det vil være svært ressurskrevende å utvikle et anaerobt filter spesielt tilpasset slamvann. Bruk av prosessen på norske renseanlegg synes derfor lite aktuelt. Anaerob rensing av sigevann fra kommunale avfallsfyllinger vil være langt mere aktuelt i og med at innholdet av organisk stoff her er betydelig høyere, samt at innholdet av suspendert stoff er lavt.

6. FULLSKALA ERFARINGER MED AKTIVSLAMPROSESSEN

Høsten 1984 ble det startet fullskala forsøk med rensing av slamvann ved hjelp av aktivslamprosessen (Paulsrud & Nedland, 1985). På grunnlag av resultatene fra pilotskala-forsøkene samt amerikanske og kanadiske erfaringer fra drift av diskontinuerlige (batch) aktivslamanlegg for kommunalt avløpsvann, ble det besluttet å prøve ut fullskala rensing av slamvann i en diskontinuerlig aktivslamprosess med lav organisk belastning.

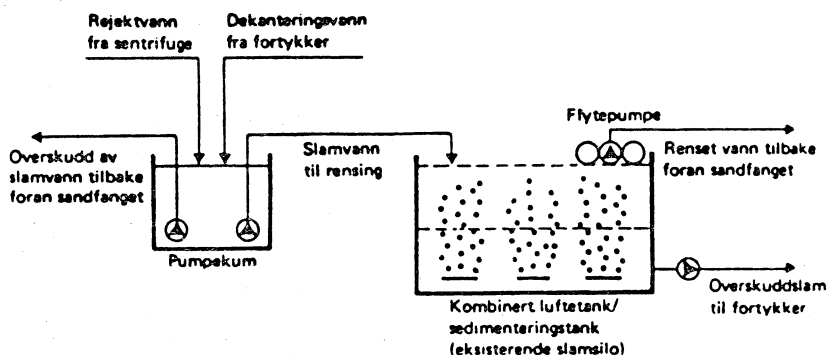
En diskontinuerlig drift av aktivslamprosessen betyr bare at alle delprosesser skjer etter hverandre i én og samme tank i stedet for at det er separate tanker for biologisk omsetning av organisk materiale (lufting) og slamseparasjon (sedimentering). En typisk driftssyklus innebærer først oppfylling av tanken (mens lufting pågår), deretter lufting, sedimentering, utpumping av rensert vann og uttak av overskuddsslam. En slik drift av aktivslamprosessen bør være spesielt velegnet for slamvannrensing fordi:

- Produksjonen av slamvann skjer diskontinuerlig (avvanningsutstyr drives vanligvis innenfor vanlig arbeidstid).
- Mange eksisterende renseanlegg har en utjevningstank for slamvann eller en ledig slamlagertank som enkelt kan bygges om for diskontinuerlig drift av aktivslamprosessen.

Forsøkene er gjort ved Sørumsand renseanlegg (Sørum kommune). Dette er et sekundærfellingsanlegg med aluminiumsulfat som fellingsmiddel, og doseringen styres etter vannmengde og ledningsevne i avløpsvannet. Anlegget er dimensjonert for 6000 pe. (160 m³/h), men det er bare ca. 2900 pe. som er tilknyttet. Anlegget mottar

både septikslam og slam fra andre mindre renseanlegg for avvanning. Septikslammet er de siste årene blitt tømt i en kum på tilførselsledningen noen hundre meter oppstrøms renseanlegget, mens slam fra øvrige renseanlegg tas imot direkte i en av slam-siloene på anlegget. Tilførte mengder septikslam er relativt moderate i forhold til avløpsmengden, slik at denne slamtilførselen ikke har forårsaket spesielle driftspro-

blemer. Forholdene lå imidlertid godt tilrette for å drive forsøk med aktivslamprosessen, siden en av de luftede slam-siloene ved anlegget ikke var i bruk og enkelt kunne gjøres om til en kombinert luftetank/sedimenteringstank (prosesstank). Tanken hadde et effektivt volum på 27,5 m³. Figur 1 viser et flyteskjema av forsøksoppstillingen.



Figur 3. Prinsippskisse av forsøksanlegget.

For styring av anlegget ble det installert 2 tidur med ukensprogram; ett for start og stopp av luftingen i prosesstanken (ved hjelp av magnetventil) og ett ur for start av dekanteringspumpen. I tillegg til urene ble det brukt 2 nivåvipper i prosesstanken; én for stopp av tilførselpumpen ved maks. nivå i tanken og én for stopp av dekanteringspumpen ved et valgt lavnivå i tanken. Tilførselpumpen for slamvann ble startet manuelt av driftspersonalet om morgenen og pumpet normalt inn 16,5 m³ slamvann i løpet av formiddagen. Luftingen av slamvannet pågikk fram til kl. 0600 neste morgen, og deretter var det 1 times sedimentering før det rensede vannet ble pumpet ut med dekanteringspumpa. Lørdager og

søndager ble det ikke pumpet inn slamvann i prosesstanken (ingen avvanning av slam) og luftingen pågikk hele døgnet. Uttaket av overskuddsslam ble basert på slamvolummålinger.

Forsøkené varte i 6 måneder, og det ble rutinemessig tatt ut blandprøver (automatiske prøvetakere) av alt slamvann inn og ut av prosesstanken. Disse prøvene ble normalt frosset ned til 14 dagers blandprøver før analysering, men i en 3 ukers periode ble det analysert på blandprøven fra hvert døgn. Det ble også gjort daglige målinger av temperatur, pH, oksygeninnhold og slamvolum i prosesstanken, samt av ortofosfat og alkalitet i slamvannet inn og ut av tanken.

Tabell 7. Resultater fra fullskala forsøk med aktivslamprosessen (diskontinuerlig drift) for rensing av slamvann.

Parameter	Ubehandlet slamvann		Renset slamvann		Midlere renseseffekt (%)
	Variasjonsområde	Middelverdi	Variasjonsområde	Middelverdi	
Susp. stoff (mg/l)	280 - 2198	1031	25 - 640	292	72
KOF (mg/l)	830 - 3168	1409	62 - 780	243	83
BOF ₇ (mg/l)	360 - 1220	832	40 - 280	121	86
Tot-P (mgP/l)	6,0 - 32,4	15,4	0,7 - 10,9	3,7	76
Orto-P (mgP/l)	0,7 - 3,0	1,8	0,1 - 1,0	0,4	76
Tot-N (mgN/l)	57 - 237	99	17 - 111	56	43
Alkalitet (mekv/l)	2,0 - 17,2	4,3	0,3 - 8,0	2,1	51

Belastningen på forsøksanlegget varierte en del i forsøksperioden pga. varierende kvalitet på slamvannet, men stort sett lå slambelastningn i området 0,10—0,15 kg BOF₇/kg SS · d. I tabell 7 er renseresultatene for de mest aktuelle parametre sammenstilt.

Tabell 7 viser at det er oppnådd bra renseseffekter med hensyn på organisk stoff, og utløpskonsentrasjonene har i gjennomsnitt tilsvart tynt kommunalt avløpsvann, dvs. at slamvannet ikke vil øke innløpskonsentrasjonene av organisk stoff når det resirkuleres innen rensenanlegget. Prøvene som ble tatt av det rensede slamvannet på mandager viste for øvrig at ved lavere organiske belastninger (ingen slamvannstilførsel lørdag og søndag) var innholdet av organisk stoff såvidt lavt (KOF = 62 — 110 mg/l) at man kunne tenke seg direkte utslipp til en god resipient.

Reduksjonen av suspendert stoff var noe dårligere enn for organisk stoff (72%), men det er mulig at man kunne oppnådd bedre resultater ved å øke sedimenteringsperioden til mer enn 1 time. Flyteslamskjerm rundt dekanteringspumpa ville nok også ha redusert partikkelinnholdet noe.

Fosforreduksjonen var overraskende god (76% både for totalfosfor og ortofosfat).

Fjerningen av partikulært fosfor må i vesentlig grad godskrives reduksjonen av suspendert stoff, mens reduksjonen i ortofosfat både kan skyldes utfelling av fosfor (slamvannet stammer fra bl.a. Al-holdig slam) og et biologisk fosforopptak. En vesentlig bedre fosforreduksjon kan for øvrig lett oppnås ved å drive anlegget med simultanfelling dersom dette er ønskelig.

Reduksjonen i total nitrogen på 43% skyldes nitrifikasjon/denitrifikasjon i prosessstanken. Nitrogenfjerningen kunne helt sikkert vært høyere dersom man hadde justert periodene for lufting og sedimentering spesielt med tanke på dette. Det var for øvrig ingen problemer med å opprettholde nitrifikasjon i anlegget ved de aktuelle belastninger og med temperaturer på 10—15°C i prosessstanken.

Alkalitetsreduksjonen (51%) skyldes også nitrifikasjon/denitrifikasjon.

Rent driftsmessig fungerte forsøksanlegget utmerket, og det var bare to driftsstanser i hele forsøksperioden, og begge skyldtes menneskelig svikt. Driftskontrollen av denne type anlegg er svært enkel (hele returslamsystemet mangler), og det er egentlig bare behov for regelmessige slamvolummålinger for å bestemme uttaket av overskuddslam.

Kostnadmessig er dette en svært gunstig løsning for eksisterende anlegg som har ledig bassengkapasitet. I slike tilfeller kan man få en god slamvannsbehandling med helt marginale investeringer til pum-

ping av slamvann til og fra prosesstanken og til automatikk (tidur) for styring av prosessen (installasjonene i forsøksanlegget beløp seg til ca. NOK 15 000).

REFERANSER

- Paulsrud, B. og Nedland, K. T.: «Separat behandling av slamvann fra septikslam. Fullskala erfaringer med aktivslamprosessen». NTNF's Program for VAR-teknikk, Prosjektrapport under trykking.
- Rusten, B.: «Separat behandling av slamvann fra septikslam. Biologisk rensing ved bruk av biorotor», Prosjektrapport 9/84, NTNF's Program for VAR-teknikk, 1983.
- Storhaug, R.: «Separat behandling av slamvann fra septikslam. Biologisk rensing med aktivslam». Prosjektrapport 14/84, NTNF's Program for VAR-teknikk, 1984.
- Storhaug, R.: «Separat behandling av slamvann fra septikslam. Rensing med anaerobe filtre», Prosjektrapport 25/84, NTNF's Program for VAR-teknikk, 1985.
- Wedum, K.: «Separat behandling av slamvann fra septikslam. Forbehandling med foto-oksydasjon», Prosjektrapport 15/84, NTNF's Program for VAR-teknikk, 1984.



Sivilingeniør Elliot Strømme A/S er et av landets største rådgivende ingeniørfirmaer med ca. 220 ansatte. Vårt firma dekker alle felter innen bygningsteknikken. Som partner av Norconsult har vi også oppdrag i utlandet.



SEKSJON FOR MILJØ- OG KOMMUNALTEKNIKK



Prosjekterer:

- Vannverk
- Avløpsanlegg
- Ledningsanlegg
- Renovasjonsanlegg
- Veier
- Fjernvarmeanlegg

Utfører:

- Forprosjektering
- Detaljprosjektering
- Anbudsdokumenter
- Kontroll
- Byggeledelse
- Undervannskontroll
- Saneringsplanlegging
- Lekkasjeundersøkelser

- Konsekvensanalyser
- Vannbruksplanlegging
- Beredskapsplanlegging
- Tilstandsanalyser
- Driftsassistanse
- Vannanalyser
- Forskning
- Utredninger

Strømme

SIVILINGENIØR ELLIOT STRØMME AS

RÅDGIVENDE INGENIØRER MRIF

SANDVIKA

OSLO

HAMAR

STATHELLE

LILLEHAMMER

SORTLAND

STAVANGER

ELVERUM