

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

Rapportnummer: 0-82083
Undernummer:
Løpenummer: 1558
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer VA-28/83	Dato: 14. november 1983
Forfatter(e):  Bjarne Paulsrud Bjørn-Erik Haugan	Prosjektnummer: 0-82083
	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Oppland
	Antall sider (inkl. bilag): 19

Oppdragsgiver: NORGAS A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:  Fullskala forsøk med tilsetning av rent oksygen til slammet ved renseanlegg R-2 i Lillehammer har vist at dette er en aktuell metode for luktreduksjon. Mekanisk omrøring og rundpumping i slambassengene istedet for luftinnblåsing har også vist seg å gi tilfredstillende luktforhold i og omkring anlegget.
--

4 emneord, norske:
1. Kommunale renseanlegg
2. Luktreduksjon
3. Rent oksygen
4. Lillehammer
VA-28/83

4 emneord, engelske:
1. Municipal wastewater treatment plants
2. Odour reduction
3. Pure oxygen
4. Lillehammer

Prosjektleder:

*Bjarne Paulsrud*  
Bjarne Paulsrud

Divisjonssjef:

*Egil Gjessing*  
Egil Gjessing

ISBN 82-577-0707-4

For administrasjonen:

*J.E. Sandal*  
J.E. Sandal

*Lars N. Overrein*  
Lars N. Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-82083

BRUK AV RENT OKSYGEN FOR LUKTREDUKSJON  
VED RENSEANLEGG R-2, LILLEHAMMER

Oslo, 14. november 1983

Saksbehandlere: Bjarne Paulsrud, NIVA  
Bjørn-Erik Haugan,  
Norgas A/S

F O R O R D

Prosjektet ble startet sommeren 1981 med forundersøkelser og en dokumentasjon av lukttilstanden ved anlegget. Dette arbeidet ble utført av Bjørn-Erik Haugan som på det tidspunktet arbeidet ved NIVA. Etter at han begynte hos Norgas A/S har han vært ansvarlig for gjennomføringen av luktreduksjons tiltakene ved R-2. Sommeren 1982 ble undertegnede koplet inn i prosjektet for å følge opp effekten av tiltakene.

Kapittel 1 og 2 i denne rapporten er skrevet av Bjørn-Erik Haugan, mens resten står for min regning.

Vi vil få takke Lillehammer kommune ved maskinist Seterbakken og avd.ing. - Flatgård for meget god hjelp og hyggelige samarbeid i forbindelse med prosjektet.

Oslo, 14. november 1983

Bjarne Paulsrud

I N N H O L D

	Side
FORORD	2
SAMMENDRAG	4
1. PROBLEMBESKRIVELSE	5
1.1 Beskrivelse av berørte deler av anlegget	5
1.2 Luktilder	8
2. TILTAK FOR Å FJERNE LUKT	10
2.1 Målsetting	10
2.2 Overføring av slam fra sedimenteringsbassengene til blandebasseng	10
2.3 Blandebasseng	11
2.4 Fortykkere	11
2.5 Overpumping av slam til bufferbasseng	11
2.6 Bufferbassenger	11
2.7 Oksygenforsyning	12
3. EFFEKTEN AV DE LUKTREDUSERENDE TILTAK	13
3.1 Vurdering basert på målinger og analyser	13
3.2 Driftspersonalets vurdering	16
4. KOSTNADER	17
4.1 Kapitalkostnader	17
4.2 Driftskostnader	17
5. REFERANSER	19

- 0 -

FIGURER

Fig. 1. Opprinnelig flyteskjema for behandling av mekanisk og kjemisk slam ved R-2.	7
" 2. Andel av ulike sulfider som funksjon av pH.	9

- 0 -

TABELLER

Tabell 1. Resultater fra målinger og analyser før og etter lukt-reducerende tiltak ved renseanlegg R-2.	14
---	----

- 0 -

## SAMMENDRAG

Hensikten med prosjektet har vært å finne ut om tilsetning av rent oksygen til slammet kan være en aktuell metode for luktreduksjon ved renseanlegg R-2 i Lillehammer. I den forbindelse ble det satt igang oksygendosering til pumpeledningene for mekanisk og kjemisk slam, til blandebassenget for disse slamtypene, til pumpeledningen fra fortykkeren og til de 3 bufferbassengene. Samtidig ble lufttilførselen fra fortykkeren og bufferbassengene avstengt og det ble installert mekanisk omrøring/rundpumping for å unngå sedimentering. Den ene fortykkeren ble også kuttet ut for å redusere oppholdstiden for slammet under anaerobe forhold.

Effekten av tiltakene er forsøkt vurdert på grunnlag av analyser av både slam og luft på to tidspunkt før og ett tidspunkt etter at forandringene ble gjort. Dessuten har driftspersonalet hver dag i hele prøveperioden (juni-oktober 1982) notert sitt subjektive syn på luktforholdene.

Målinger og analyser viser ingen luktreduksjon ved anlegget, men driftspersonalet selv mener å kunne registrere en betydelig bedring etter at forandringene ble gjort. Årsaken til denne uoverensstemmelsen kan være at luktmålingene bare angir styrken på lukten og ikke type lukt. Dessuten er målingene bare gjort på ett tidspunkt på én dag, mens operatørens registreringer er foretatt over et lengre tidsrom. I dette tilfelle er det klart at personalets syn må telle mest, og kommunen har da også gått inn for å fortsette med denne luktreduksjonsmetoden, basert på drift i sommermånedene når luktulempene er størst. Sommeren 1983 ble anlegget drevet uten oksygendosering, men med mekanisk omrøring og rundpumping i slambassengene. Dette har også gitt tilfredsstillende luktforhold i og omkring anlegget.

Kostnadene for metoden har ved dette renseanlegget vært:

Investeringer	: ca. kr 115.000,-
Arlige oksygenkostnader (basert på 4 mndr. drift pr. år)	: ca. kr 70.000,-
Arlige besparelser i energi	: ca. kr 18.000,-

## 1. PROBLEMBESKRIVELSE

Renseanlegget R-2 på Lillehammer er et mekanisk-kjemisk anlegg dimensjonert for 50 000 pe. Det har siden starten vært luktproblemer i deler av anlegget, og også anleggets naboer har under spesielle værforhold vært plaget av lukt fra renseanleggets ventilasjonsluft. Etter inspeksjon av anlegget 15.6.81 syntes det klart at luktproblemet var spesielt generende i fortykkerhallen, som også inneholder fire luftede slamlagertanker. En beskrivelse av de berørte delene av renseanlegget følger nedenfor.

### 1.1 Beskrivelse av berørte deler av anlegget

#### Ventilasjon

Ventilasjonsanlegget består av et sentralt luftinntak plassert over tak. Inngående luft kan varmeveksles med utgående. Inntakskapasiteten er 25.000 m<sup>3</sup>/time hvorav 5000-6000 m<sup>3</sup>/time føres til administrasjonsdelen og ikke berøres av tekniske rom. Luften føres inn i anlegget til en stor felleshall for for- og ettersedimenteringsbassengene. Gjennom overtrykk her presses luften videre til inntaksrom med rister og sandfang og deretter til innløps-pumpestasjon (åpne snekepumper). Inntaksrommene og bassenghallene er lite luktbelastet. I tillegg til ventilasjonsluften tilføres fortykkerhallen også 12-18 m<sup>3</sup>/min luft gjennom lufting av fire slamlagre. Fra fortykkerhallen presses luften til container-rom for avvannet slam. Derfra suges luften gjennom en varmeveksler til utslipp over tak. Luktproblem som oppstår i fortykkerhallen, berører derfor hovedsakelig den etterfølgende containerhallen, samt omgivelsene rundt renseanlegget.

#### Slamtyper

I alt fire slamtyper finnes i anlegget: septikslam, flyteslam fra sedimenteringsbassengene samt mekanisk og kjemisk slam. Septikslam mottas og forbehandles i et eget bygg før det pumpes over til ett av bufferbassengene i fortykkerhallen. Flyteslam forekommer i ubetydelige kvanta sammenliknet med mekanisk og kjemisk slam.

### Slamstrømmer

Flyteskjema for mekanisk og kjemisk slam finnes i fig. 1. Pumpene merket A, B, C og D er NEMO 100 monopumper med kapasitet  $65 \text{ m}^3/\text{time}$ . Reserve finnes for alle fire. Overpumping fra sedimenteringsbassengene til blandebassenget skjer hver 4. time, styrt av et programverk. Først pumpes  $12 \text{ m}^3$  mekanisk slam fra 8 slamlommer i forsedimenteringen, umiddelbart fulgt av  $30 \text{ m}^3$  kjemisk slam fra 8 slamlommer i ettersedimenteringsbassengene. Overpumpingen tar henholdsvis 12 og 27 min. Pumpeledningene er ca. 40 m lange for mekanisk slam og 70 m for kjemisk slam. I rørene blir det etter pumping stående slamstrenger på henholdsvis ca. 700 l og 1200 l som kan tenkes å bli anaerobe innen neste overpumping.

I blandebassenget finnes en langsomtgående omrører, samt innblåsing av luft. Blandebassenget tappes for de tilførte  $42 \text{ m}^3$  blandslam i løpet av ca. 3 timer, det vil si før det skjer en ny tilførsel fra sedimenteringsbassengene. Overpumpingen fra blandebasseng til fortykkere skjer ved pumpe C. Fra fortykkerne pumpes slam med pumpe D til bufferbassengene. Disse har samme utforming som blandebassenget. Overpumpingen skjer hver 4. time ved at pumpe D går  $3 \times 4.6$  min med ca. 35 min mellomrom. Dermed pumpes ca.  $15 \text{ m}^3$  til bufferbassengene hver 4. time.

### Blåsemaskiner

Luftinnblåsing i blandebassenget og bufferbassengene skjer fra 3 blåsemaskiner. Blandebassenget forsynes med  $3.9 \text{ m}^3$  luft/min fra én maskin. Bufferbassenget betjenes med én blåsemaskin i første basseng og én på deling i de to andre bassengene. Blåsemaskinene gir hver  $3.9 \text{ m}^3/\text{time}$  når bassengene er under halvfulle ( $75 \text{ m}^3$  slam pr. basseng) og  $7.1 \text{ m}^3/\text{time}$  når volumet er større. Bufferbassengene har alle lik vannstand (åpne luker i veggene). Anlegget har én blåsemaskin i reserve.

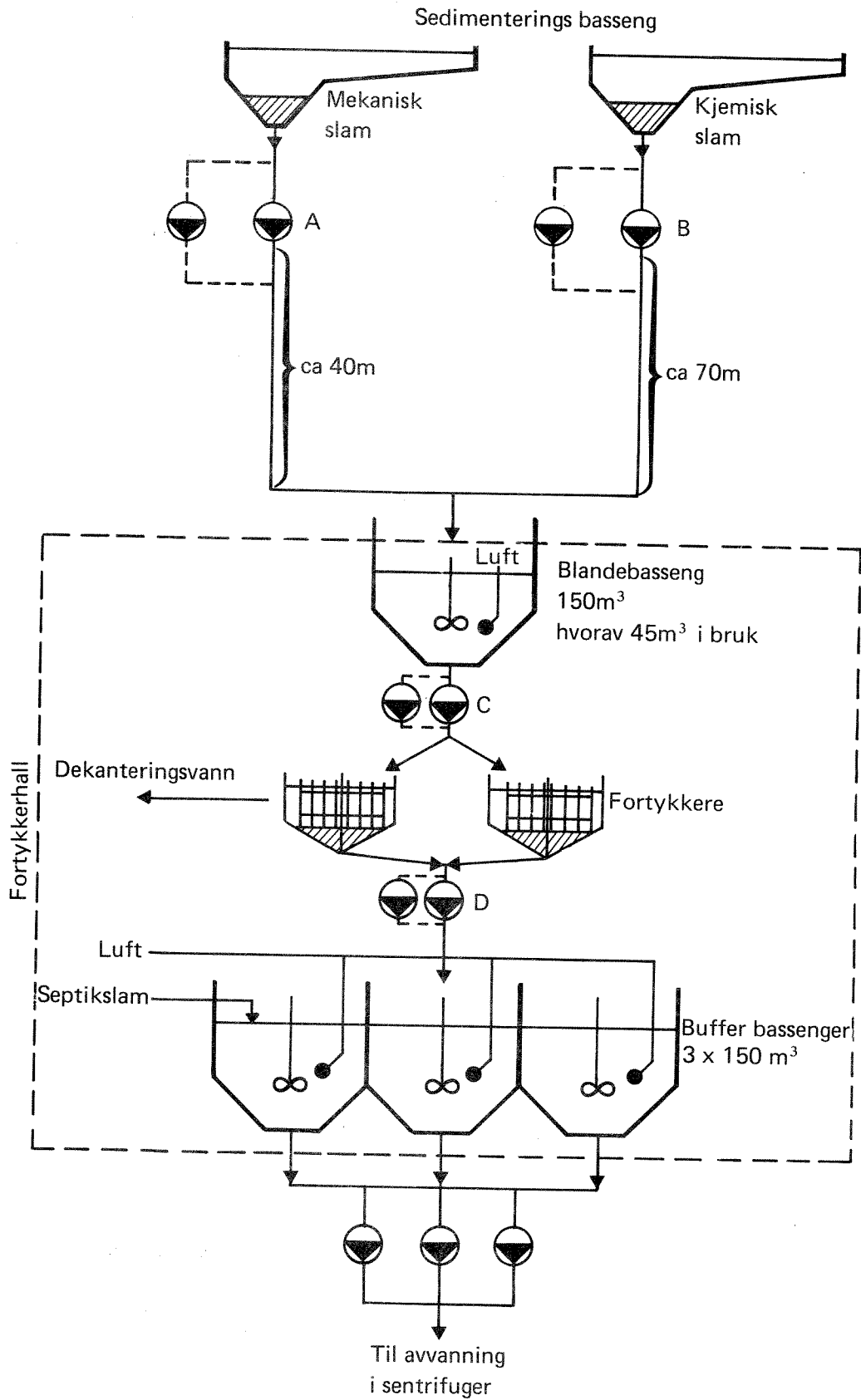


Fig. 1. Opprinnelig flyteskjema for behandling av mekanisk og kjemisk slam ved R-2.



## 1.2 Luktkilder

Luktkildene i fortykkerhallen syntes å være bufferbassengene og/eller blande-bassenget. Gjennomblåsing av luft vil her drive av de oppløste gasser som er i overskudd i slammet. Illeluktende gasser, deriblant  $H_2S$ , dannes ved anaerobe prosesser (råtning) i slammet. Råtning skjer ved henstand uten tilførsel av oksygen (luft). Slammet har slik henstand i slamlommene i sedimenteringsbassengene, i pumpeledninger fram til blande-bassenget og i fortykkerne. Under råtning vil de illeluktende gassene som dannes forekomme oppløst i slammet. Mengden gass som kan løses, er avhengig av slammets temperatur, pH, trykk og mengde av gassene i atmosfæren. Ved innblåsing av ren atmosfæreluft i slammet i blande- og bufferbasseng vil luftboblene i utgangspunktet ikke inneholde disse gassene. Løst gass i slammet vil derfor frigjøres til luftboblene og unnvike til fortykkerhallen ("stripping").

pH og temperatur i slammet vil bestemme hvor mye og hvor fort gassen unnviker.

### Effekten av pH

Mekanisk slam som kommer fra forsedimenteringsbassengene, har normalt pH-verdi høyere enn 7. Ved blanding med kjemisk slam med pH ca. 6.0 (fellings-pH er høyst 6.2 i anlegget) vil slammet i blande-bassenget få en pH på ca. 6.5. Fig. 2. viser et løselighets-diagram for sulfid-forbindelser. Ved pH = 7,0 er ca. 50 prosent av sulfidene til stede som  $H_2S$ -gass, mens ved pH = 6,5 er ca. 95 prosent til stede som  $H_2S$ .  $H_2S$  er meget flyktig og vil drives av ved lufting, mens  $HS^-$  er ioner som ikke drives av.

### Effekten av temperatur

Oppløseligheten av  $H_2S$ -gass i slam er også avhengig av temperaturen. Dersom slammet ved temperatur  $15^{\circ}C$  i likevekt inneholder en viss mengde  $H_2S$ , vil en økning av temperaturen til  $20^{\circ}C$  redusere løseligheten til 88 prosent. Unnvikingen fra slamfasen til luften vil dessuten gå raskere ved høyere temperatur. Luktproblemet vil derfor være følsomt for små variasjoner i luft- og vanntemperatur. På dette renseanlegget suges

luften til blåsemaskinene fra anleggets tak uten varmeveksling. Høye utetemperaturer vil dermed raskt påvirke stripping-hastigheten selv om slamtemperaturen er konstant.

Produksjon av  $H_2S$  skjer ved reduksjon av sulfat. Sulfatreduserende bakterier er mest aktive i temperaturområdet 20-30 °C. Dette temperaturområdet gir dermed både høy produksjon av  $H_2S$  og rask frigjøring til luftrommet over slammet.

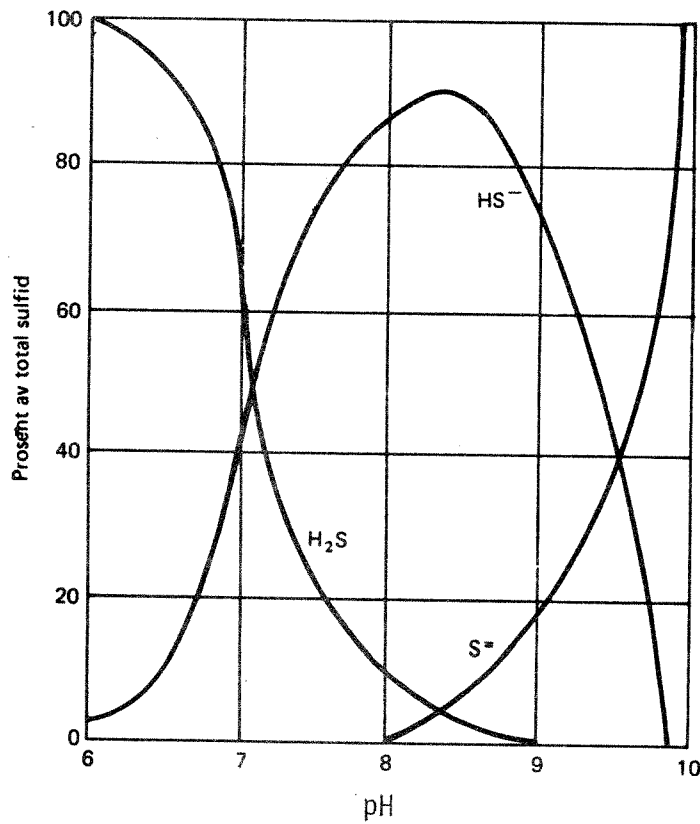


Fig. 2. Andel av ulike sulfider som funksjon av pH.

## 2. TILTAK FOR Å FJERNE LUKT

Luktproblemet i fortykkerhallen kunne prinsipielt sett løses på flere måter:

1. Hindre lukt i å oppstå ved å holde aerobe forhold i slammet.
2. Fjerne luktstoffene i slamfasen ved oksydasjon.
3. Samle og rens avgassene fra de luftede slambassengene.

I dette prosjektet var det av interesse å se hvilken luktreduksjon som kunne oppnås ved å tilsette rent oksygen til slammet. Oksygen vil dels kunne hindre lukt i å oppstå og dels oksydere illeluktende gasser i slammet.

### 2.1 Målsetting

For å hindre luktavdrivning fra blandebassenget og bufferbassengene ble følgende målsettinger formulert:

1. Holde slammet oksygenanriket fra det forlater sedimenteringsbassengene og til det når sentrifugene.
2. Redusere oppisking og gassavdrivning ved å skape rolige overflater i bassengene.
3. Redusere oppholdstiden for slammet i anlegget, og da særlig i fortykkerne.

### 2.2 Overføring av slam fra sedimenteringsbassengene til blandebasseng

For å sikre høyt oksygeninnhold i både mekanisk og kjemisk slam ble det ordnet med oksygendosering ved trykkstussen på pumpene merket A og B i fig. 1. Oksygentilførselen styres av samme programverk som styrer slampumpene slik at oksygen doseres når pumpene går. Oksygendoseringen er knapt  $30 \text{ g O}_2/\text{m}^3$  slam og oksygenet tilsettes ved et ledningstrykk på ca. 10 m VS. Oksygen og slam har en kontakttid i prøvetakingen på ca. 40 s for mekanisk slam og ca. 70 s for kjemisk slam. Ved innløpet til blandebassenget er montert et hvirvelkammer som skaper det ønskete mottrykket i rørsystemet.

### 2.3 Blandebasseng

I blandebassenget ble eksisterende luftere og grindomrører stengt av. For å hindre sedimentering ble det i stedet montert en dykket propellomrører (Flygt 4400). Oksygentilførselen ble ordnet ved hjelp av et rør som munner ut under propellomrøreren. Denne pisker oksygen inn i slammet samtidig som den gir omrøring i bassenget. Oksygentilførselen er ca. 10 g pr. m<sup>3</sup> slam pr. time. Overflaten i blandebassenget får ved disse tiltakene en viss bevegelse, men ikke så kraftig som da lufterne var i drift.

### 2.4 Fortykkere

For å redusere oppholdstiden og dermed faren for råtning i fortykkerne ble den ene fortykkeren tatt ut av drift. Alt slam blir nå ført til en fortykker og belastningen på denne er fortsatt godt innenfor anbefalte verdier (SFT,1981). For å hindre sterk omrøring i fortykkeren under inn- og utpumping ble pumpe C og D i fig. 1 stilt ned fra 65 m<sup>3</sup>/time til ca. 20 m<sup>3</sup>/time.

### 2.5 Overpumping av slam til bufferbasseng

Selv den halverte oppholdstiden slammet nå får i fortykkeren er lang nok til at oksygenet som tidligere er tilført, vil bli oppbrukt. Ved overpumping av slam fra fortykkeren til bufferbassengene tilføres derfor slammet på nytt oksygen etter samme metode som ved pumping av slam fra sedimenteringsbassengene (pkt. 2.2). Tilførselen er ca. 50 g oksygen pr. m<sup>3</sup> slam ved ledningstrykk 10 m VS.

### 2.6 Bufferbassenger

I bufferbassengene har slammet inntil én uke oppholdstid. Fortykket slam (ca. 2.5 prosent tørrstoffinnhold) har høyere oksygenforbruk enn slammet i blandebassenget (ca. 0,7 prosent tørrstoffinnhold). Større mengder oksygen må derfor tilsettes. I bufferbassengene doseres derfor oksygen til slammet i et rundpumpesystem. En senkepumpe er montert i det midterste bufferbassenget. Pumpen sender slam ut i et rørsystem

som deles i 3 tilbakeføringer, det vil si en til hvert bufferbasseng. I rørkretsen doseres oksygen. Rundpumpingen tjener til å transportere oksygen ut i bassengene, og i tillegg gir de kraftige strømmingene ved tilbakeføringspunktene omrøring i bufferbassengene.

I bassengene er de opprinnelige lufterne avstengt, men langsomtgående (0,5 omdr. pr. min) grindomrørere sammen med rundpumpingen av slam sikrer nødvendig omrøring. Slammet tilføres inntil 50 g oksygen pr. m<sup>3</sup> pr. time.

## 2.7 Oksygenforsyning

Oksygen tilføres pumpeledninger, blandebasseng og bufferbasseng fra et sentralanlegg som består av:

- Tank med flytende oksygen
- Fordamper for fremstilling av gassformig oksygen
- Rørapplegg for transport av gass frem til de fem doseringsenhetene.
- Fem doseringsskap med reguleringsmuligheter for tilsatt mengde oksygen.

### 3. EFFEKTEN AV DE LUKTREDUSERENDE TILTAK

#### 3.1 Vurdering basert på målinger og analyser

For å karakterisere forholdene i fortykkerhallen før tiltakene ble satt inn, ble det ved besøk på renseanlegget 15. juni og 5. august 1981 gjort målinger av temperatur, pH og oksygeninnhold i blande bassenget og i de 3 bufferbassengene. Samtidig ble det tatt prøver av mekanisk slam og kjemisk slam ved innpumping til blande bassenget og fra selve blande bassenget etter en tids omrøring, samt fra hver av de tre bufferbassengene. Det ble også tatt prøver av luften over blande bassenget og bufferbassengene. Slamprøvene ble analysert ved Norsk institutt for vannforskning, mens Sentralinstitutt for industriell forskning analyserte luftprøvene.

Etter at opplegget med oksygendosering ble satt i drift i begynnelsen av juni 1982 ble det etter en innkjøringsperiode tatt ut nye prøver den 31. august 1982. Målingene og analysene var noen lunde de samme som året før, men noen parametre var kuttet ut da de ikke ville gi nyttige opplysninger (alkalitet og ammonium i slam, hydrogensulfid og ammoniakk i luft).

Resultatene fra alle målinger og analyser, før og etter at luktreduksjonstiltakene ble iverksatt, er sammenstilt i tabell 1. Ved sammenligning av tall fra de ulike prøvedagene er det svært viktig å være klar over at en rekke forhold som kan virke inn på resultatene, kan ha vært forskjellige på disse dagene uten at det er registrert (slamkvalitet, septikslammengde osv.) De viktigste parametre er i det etterfølgende kommentert hver for seg.

#### Luktstyrke

En luftprøves totale luktstyrke bestemmes ved at man undersøker hvor mange ganger prøven må fortynnes med friskluft for at den skal bli luktfri. Det benyttes et luktpanel på 6-8 personer, og ED<sub>50</sub> er den fortykning hvor halvparten av paneldeltakerne begynner å merke lukta (Berg, 1979). Et høyt ED<sub>50</sub>-tall betyr derfor høy luktstyrke idet det trengs stor fortykning for å gjøre prøven luktfri.

Tabell 1. Resultater fra målinger og analyser før og etter luktreducerende tiltak ved renseanlegg R-2.

		PRØVETAKINGSSTEDER OG -TIDSPUNKTER																				
		Mekanisk slam			Kjemisk slam			Blandebasseng			Bufferbasseng 1			Bufferbasseng 2			Bufferbasseng 3					
		15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.8.82	15.6.81	5.8.81	31.3.92
Temperatur, °C		13,5	-	-	12,5	-	-	13,5	-	16,0	17,5	-	18,5	16,0	-	18,5	16,0	-	18,5	16,5	-	13,5
pH		7,2	-	6,9	6,1	-	6,2	6,5	-	-	6,8	-	6,2	6,7	-	6,2	6,7	-	6,2	6,8	-	6,2
Oksygeninnhold, mg O <sub>2</sub> /l		-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5-4	-	0,5	0,5-4	-	0,5	0,5-4	-	0,5	0,5-4	-	0,5
Tørrestoff (TS), %		1,3	0,44	0,98	0,64	0,42	0,73	0,76	0,46	0,88	2,4	1,8	1,5	2,1	1,8	1,3	2,4	1,8	1,3	2,4	1,8	1,2
Organisk stoff, % av TS		69,0	64,4	71,3	59,4	55,3	65,8	64,5	59,2	72,4	51,7	50,5	62,6	52,4	57,5	63,6	52,4	57,5	63,6	52,8	55,0	63,2
Alkalitet, mekv/l		10,4	4,9	-	3,6	2,4	-	4,0	3,7	-	10,3	10,1	-	10,0	9,3	-	10,0	9,3	-	11,2	8,3	-
Hydrogensulfid, mg S/l		2,5	1,4	6,5	3,3	7,4	2,2	1,7	10,6	4,9	13,7	12,2	23,3	13,8	26,2	16,0	13,8	26,2	16,0	9,6	17,8	8,4
Ammonium, mg N/l		30	-	-	10	-	-	11	-	-	19	-	-	17	-	-	17	-	-	28	-	-
Luktstyrke, ED <sub>50</sub>		-	-	-	-	-	-	1000	300	1400	850	700	1100	-	1350	-	-	-	-	-	-	-

Målingene ved R-2 viser at den totale luktstyrken i luften over blandedbasseng og bufferbasseng 1 var høyere etter oksygendosering (31.8.82) enn før (15.6. og 5.8.81). Det kunne derfor være fristende å konkludere med at de luktreduserende tiltak var uvirksomme, men det er litt for enkelt. Saken er at ED<sub>50</sub>-verdier bare angir styrken eller intensiteten på lukta, men de sier ingenting om det lukter vondt eller godt, og det er til syvende og sist et personavhengig spørsmål.

### Hydrogensulfid H<sub>2</sub>S

Måling av sulfidinnholdet i slam er en usikker analyse, og det er også store usikkerheter ved selve prøvetakingen, da H<sub>2</sub>S lett frigis som gass ved denne operasjonen. Disse forhold kan være noe av forklaringen på at sulfidresultatene i tabell 1 er svært vanskelig å tolke. Det er f.eks. merkelig at sulfidinnholdet i mekanisk slam har øket etter at oksygen ble tilsatt på pumpeledningen. Ellers viser disse målingene et vesentlig høyere sulfidinnhold i bufferbassengene enn i det opprinnelige slammet og i blandedbassenget. Dette er en god indikasjon på at det skjer en anaerob nedbrytning (råtning) av slammet i fortykkeren og det er sannsynlig at dette er en av de vesentligste luktkildene. Målingene viser for øvrig ingen entydig reduksjon av sulfidinnholdet i bufferbassengene etter at den ene fortykkeren ble kuttet ut og oksygendoseringen ble etablert. Dette kan muligens skyldes mindre "stripping" av H<sub>2</sub>S etter at luftinnblåsing i bassengene ble stoppet.

H<sub>2</sub>S-innholdet i luften over blandedbasseng og bufferbasseng lå under deteksjonsgrensen (ca. 10 ppm) i prøvene tatt 15.6.81. Lukt-terskelen (0,001 ppm) ligger imidlertid langt under kjemisk deteksjonsgrense. Lukt kan derfor forekomme selv om forbindelsen ikke kan påvises kjemisk.



### Temperatur, pH og oksygeninnhold

Temperaturen i slammet var noe høyere (1-3,5 °C) og pH-verdiene lavere ved målingene i augsut 1982 sammenlignet med året før. Begge disse forholdene vil bidra til å øke avdrivingen av H<sub>2</sub>S fra slammet og dermed skape et høyere luktnivå i luften omkring (se pkt. 1.2). Oksygeninnholdet var som ventet noe lavere i bufferbassengene etter at luftingen ble slått av, men det var fortsatt tilstrekkelig (0,4-0,8 mg O<sub>2</sub>/l) til å holde aerobe forhold der.

### Ammonium

Ammoniuminnholdet var omtrent det samme i alle bassengene og vil ved pH < 7,0 finnes nesten utelukkende som ioner (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Avdrivning av ammoniakk-gass gir derfor neppe noe vesentlig bidrag til luktproblemene i fortykkerhallen. Ammoniakk ble ikke påvist ved kjemisk analyse av luften over bassengene den 15.6.81.

### 3.2 Driftspersonalets vurdering

Siden lukt og luktulemper er en høyst subjektiv sak, var det viktig i dette prosjektet å få fram driftspersonalets synspunkter. Dette ble gjort på den måten at driftsoperatørene hver morgen gjorde en vurdering av luktforholdene mens de ennå hadde "frisk luft i nesa" og så noterte ned dette inntrykket. En slik daglig vurdering ble gjort fra oksygendoseringen startet i begynnelsen av juni og til den ble stoppet i midten av oktober. For kortere tidsrom i denne perioden ble all oksygenering stoppet, mens omrøring og rundpumping i slambassengene ble opprettholdt for å unngå sedimentering av slam.

Driftspersonalets hovedinntrykk er at luktforholdene i anlegget er blitt mye bedre etter at tiltakene ble iverksatt, og de mener også at plager som slapphet, hodepine osv. er blitt redusert. Det hersker imidlertid noe tvil om hvor mye selve oksygendoseringen betyr for luktreduksjonen og hvor mye som skyldes overgang fra lufting til mekanisk omrøring/rundpumping i blandebasseng og bufferbassenger. Sommeren 1983 ble det ikke dosert oksygen til bassengen i det hele tatt, men allikevel har det vært tilfredsstillende luktforhold i og omkring anlegget.

#### 4. KOSTNADER

Alle kostnadsdata er basert på opplysninger fra kommunen og fra Norgas A/S og refererer seg til 1982 prisnivå.

##### 4.1 Kapitalkostnader

Alt utstyr som er installert i forbindelse med luktreduksjonstiltakene (rør, ventiler, doseringsskap for O<sub>2</sub>, slampumpe, hvirvelkamre, propell-omrører) har tilsammen kostet

ca. kr 115.000,-.

##### 4.2 Driftskostnader

###### Oksygen

I prøveperioden ble oksygendoseringen variert ganske mye for å finne optimalt driftspunkt. Dette synes å tilsvare et totalt oksygenforbruk på 75-100 nm<sup>3</sup> oksygen pr. døgn. Kommunen mener at det bare er behov for å benytte luktreduksjonstiltakene i sommerperioden (ca. 4 måneder). Dette vil gi en årlig oksygenkostnad på:

ca. kr 75.000,-

## Energi

I forbindelse med luktreduksjonstiltakene har en også oppnådd en viss reduksjon i energiforbruket. Dette fremkommer som følger:

### Blandebasseng:

Stoppet grindomrører	:	-	4000 kWh/år
Stoppet lufting	:	-	36000 "
Ny propellomrører	:	+	12000 "

### Bufferbassengene:

Stoppet lufting	:	-	110000 "
Ny rundpumping	:	+	40000 "

### Fortykker:

Bare én fortykker i drift (stoppet grindomrører)	:	-	12000 "
---	---	---	---------

---

Netto innspart : - 110000 kWh/år

Dette tilsvarer en besparelse i energikutgifter på ca. kr 18.000,-

5. REFERANSER

- Berg, N. (1979) Reduksjon av lukt ved kloakkrenseanlegg.  
Prosjektrapport nr. 19, NTNFs Utvalg for drift av rensesanlegg,  
Oslo.
- SFT (1983) Retningslinjer for dimensjonering av avløpsrenseanlegg,  
Revidert utgave. Statens forurensningstilsyn, Oslo.