

# Noen råd vedrørende planlegging, dimensjonering og drift av anlegg for behandling av sigevann

## Practical experience concerning planning, design and operation of landfill leachate treatment plants.

Av Torbjørn Damhaug og Rolv Kristiansen

Torbjørn Damhaug er siv.ing. fra NTH 1972, og ansatt som forskningsleder ved NIVA.

Rolv Kristiansen er dr.scient fra NLH 1978, og ansatt som forsker ved Styringsutvalget for jordforskning NLVF og Mikrobiologisk institutt ved NLH.

### Bakgrunn

Hensikten med denne artikkelen er å sammenfatte forskningsresultater til praktisk anvendbare konklusjoner med tanke på de som arbeider med sigevannsproblemer. Dette sammendraget bygger i hovedtrekkene på forskning utført ved NIVA i samarbeid med Styringsutvalget for jordforskning, NLVF.

### Sigevannsproblemet må løses i planleggingsfasen

Med få unntak er norske avfallsfyllinger anlagt uten at det er tatt spesielle hensyn til sigevannsfurensning. Denne tendensen er nå i ferd med å snu, og flere konsulentfirmaer har bygget opp en god kompetanse på dette feltet.

Av nye fyllplasser hvor løsning av sigevannsproblemet er integrert i totaløsningen kan nevnes Øvre Romerike Avfallsselskaps (ØRAS) anlegg på Dal Skog (1).

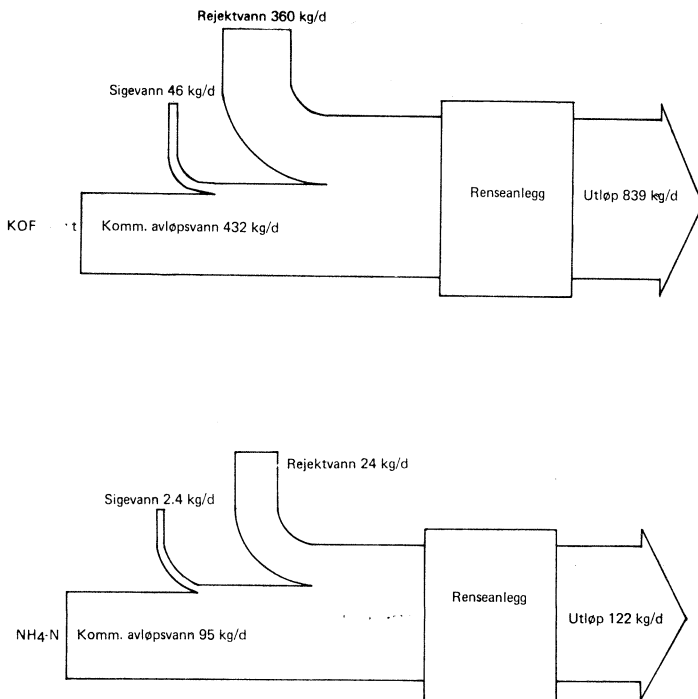
Vedrørende pumping og transport av

sigevann var det ved denne fyllplassen store problemer med de nedsenkbare pumpene. Dette artet seg ved at pumpehjulet korroderte bort etter kort tid. Det ble forsøkt med pumpehjul belagt med rustfriskt stål, men disse hadde bare 3—4 mnd. lenger levetid enn de opprinnelige. Problemene ble løst ved å benytte tørroppstilte pumper med plastbelagte løpehjul og dette har fungert tilfredsstillende. Det har heller ikke vært problemer med selve overføringsledningen.

En viktig forutsetning for tilfredsstillende løsning av sigevannsporene er tetting av bunnen under fyllingen, bygging av avskjærende grøfter og drenering. Det vises i den forbindelse til SFTs retningslinjer for deponering av kommunalt avfall i fylling (2).

### Overføring til kommunalt renseanlegg må vurderes.

Valg av tekniske løsninger må alltid være begrunnet i resipientensyn, og



Ammoniumbalanse i kg NH<sub>4</sub>-N/d ved Slemmestad renseanlegg i tiden 30.11 - 2.12 1981

Figur 1. Sigevannets forurensningsbidrag ved et kommunalt renseanlegg.

grenseverdiene for tillatte utslippmengder vil variere med type resipient, størrelse, andre forurensningskilder, etc.

Det kan i den forbindelse være nyttig å sammenligne forurensningsmengder fra sigevann med kommunalt avløpsvann på basis av personekvivalenter (tabell 1). Som eksempel er valgt Yggeseth fyllplass fordi denne representerer en godt planlagt og drevet fyllplass.

Både mengdene av vann og forurensning fra sigevann er gjennomsnittlig lavere enn for kommunalt avløp, men man må huske på at søppelfyllplasser representerer

Tabell 1.1

Eksempler på sigevannets spesifikke forurensningsbidrag i forhold til kommunalt avløpsvann (3).

	Komm. avløp	Yggeseth (1974)
Vannmengde l/p.d.	200	3
BOF g/p.d.	60	14
KOF g/p.d.	120	25
Nitrogen g/p.d.	12	1

store og konsentrerte forurensningskilder, og toppbelastningen kan være vesentlig høyere enn de oppgitte gjennomsnitt.

Overføring av sigevann til et kommunalt rensanlegg betyr en tilleggsbelastning, og det må undersøkes om konsekvensvilkårene fortsatt overholdes.

Ved kjemiske rensanlegg kan en forenkelt regne med at sigevannets bidrag av organisk stoff og nitrogen går upåvirket gjennom anlegget.

Et eksempel fra Slemmestad rensanlegg som mottar avløpsvann fra Yggeseth fyllplass er vist i figur 1 (3). Rensanlegget er «dimensjonert» for 10.000 p.e. og til fyllplassen er knyttet ca. 16.000 p.e. inklusiv industriavfall. Figuren er basert på to-døgnns gjennomsnittsprøver.

Figuren illustrerer at i dette tilfellet representerer rektvannet, vesentlig på grunnav septikmottak, et betraktelig større forurensningsbidrag enn sigevannet.

Erfaringer fra to års forsøksvirksomhet ved NIVA har vist at eksenterskrupumpe også kan anbefales til pumping av sigevann.

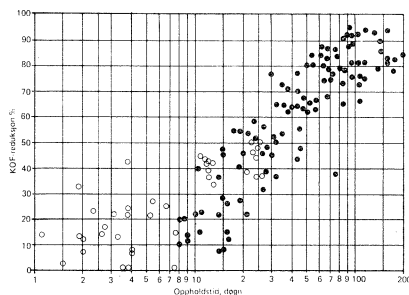
Forholdene ved en annen fyllplass viser at det kan oppstå tilstopping av overføringsledningen på grunn av utfelt jernhydroksyd og kalsiumkarbonat (4). Problemet kan løses ved å hindre lufttilførsel i overløp og vannfall.

### Rensing i luftede laguner i kombinasjon med infiltrasjon er et aktuelt prosessalternativ

Dersom overføring til kommunalt rensanlegg er uøkonomisk eller uakseptabelt på grunn av anleggets størrelse, foreligger det flere metoder for separat rensing. Luftede laguner i kombinasjon med sandfiltergrøfter har vist lovende resultater (5).

Luftede laguner er en aerob biologisk metode der organisk stoff omsettes til nytt cellemateriale og stabile sluttprodukter. I tillegg finner det sted en utfelling

av jern og kalsium forbindelser som lar seg separere i en sedimenteringsenhet. Figur 2 viser resultater fra forsøk i Norge og Vest-Tyskland med to ulike sigevannstyper.



Vanntype	Symbol	KOF/BOF	KOF g/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N g/m <sup>3</sup>
A	●	0.12±0.04	420±130	160±40
B	○	0.5±0.07	9200±2000	390±40

Figur 2.

*KOF-reduksjon som funksjon av oppholdstid i luftede laguner.*

Det fremgår at oppholdstiden må være uforholdsmessig lang for å oppnå høye rensgrader. Det kan derfor oppstå frostproblemer vinterstid.

Luftede laguner med oppholdstid 2—5 døgn i kombinasjon med infiltrasjon i naturlige eller kunstig opplagte masser er et aktuelt alternativ. Forsøk har vist at prosesskombinasjonen har følgende fordeler:

- Økt reduksjon av organisk stoff
- Fullstendig nitrifikasjon.

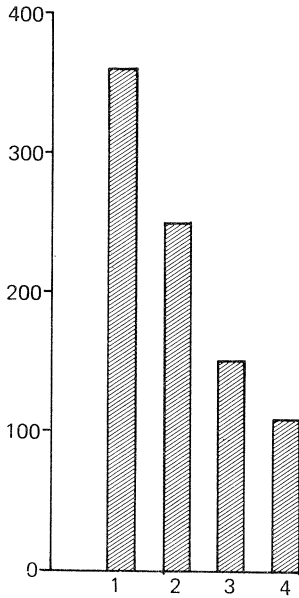
Figur 3 viser gjennomsnittlige resultater fra forsøkene i halvt teknisk skala (3) og (5).

Av driftstekniske erfaringer kan nevnes at det ikke var tegn til permanent opp-

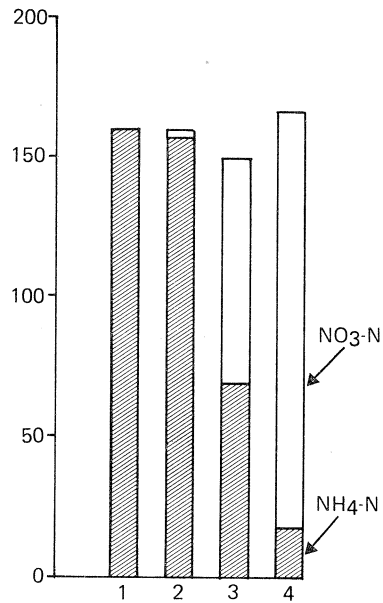
stuvning av vann over sandoverflaten i noen av sandfiltergrøftene etter 3/4 års drift.

Som veiledningsdata for planlegging av den nevnte prosesskombinasjon foreslås følgende:

KOF g/m<sup>3</sup>



N g/m<sup>3</sup>



1 Ubehandlet sigevann  
2 Utløp lagune

3 Utløp sandfilter 1 (300 l/m<sup>2</sup> · d)  
4 Utløp sandfilter 2 (80 l/m<sup>2</sup> · d)

Figur 3. Gjennomsnittresultater for luftede laguner i kombinasjon med sandfiltere.

#### Laguner

Oppholdstid (2—3 i serie)	2—5 døgn
Dybde	2,5—4 m
Spes. luftmengde	0,6 m <sup>3</sup> /h.m <sup>3</sup> basseng
Oksygeneringsmetode:	Grovluft-innblåsing
Sedimenteringsbelastning	0,2 m/h

#### Infiltrasjon (kunstige sandfiltergrøfter)

Flatebelastning (hvis full nitrifikasjon)	80 l/m <sup>2</sup> · d
Flatebelastning (hvis delvis nitrifikasjon)	300 l/m <sup>2</sup> · d
Sand-dybde	1 m

Ved etterbehandling i grunt anlagte sandfiltergrøfter eller infiltrasjonsanlegg bør disse utstyres med varmekabler i beredskap mot frost. For å få best mulig utnyttelse og vannfordeling bør de belastes intermittent ved tidsstyrt pumping. Brukt sand kan skiftes ut ved hjelp av det maskinelle utstyret på fyllplassen og brukes som dekkmasser.

### Fjerning av nitrogen ved ammoniakkavdrivning

Sigevann fra søppelfyllplasser har vanligvis et høyt innhold av nitrogen, og undersøkelser har vist at hoveddelen av total nitrogen foreligger som ammonium.

Ammoniakkavdrivning går i hovedtrekk ut på heving av pH til over 10,8. Hovedmengden av ammonium vil da foreligge som ammoniakk-gass,  $\text{NH}_3$  som deretter drives ut ved hjelp av store luftmengder.

Den «riktige» løsningen for avdrivning av ammoniakk er risling gjennom tårn med fyllmateriale og en oppadrettet luftstrøm. Det er imidlertid rapportert om følgende praktiske begrensninger:

- Utfelling av kalsiumkarbonat på fyllmaterialet
- Isdannelse ved lave temperaturer.

Ved rensanlegget i South Tahoe, USA var driftsproblemene så alvorlige at «strippinganlegget» ble nedlagt.

Et alternativ til bruk av tårn er luftinnblåsning i bassenger eller dammer. Det kan benyttes relativt store luftbobler, og fordelene med metoden er at det finnes få flater hvor kalsiumkarbonat kan skape problemer.

Idéen bak reaktorstripping var å kombinere diffusorluftingens driftsmessige for-

delers med avdrivningstårnets gunstige reaktorhydraulikk. Det var rimelig å anta at prosessen kunne optimaliseres ved å kople flere reaktorer sammen i serie og lede luften mot vannstrømmen slik at luften kan brukes om igjen og anrikes med ammoniakk før den forlater systemet.

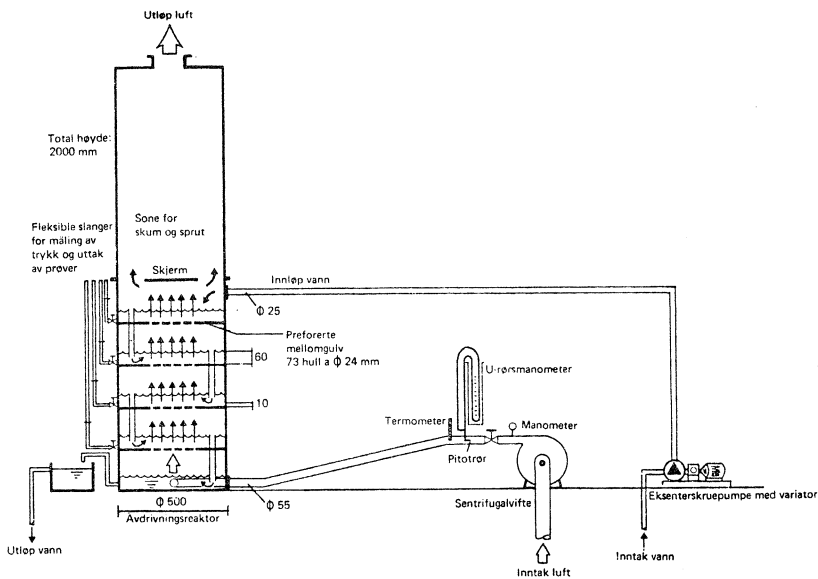
Forsøk med sigevann ga ammoniumreduksjoner rundt 90 prosent, men det ble ikke lagt vekt på å gi pilotanlegget et optimalt design. I forbindelse med oppfølging av denne metoden ble det konstruert et pilotanlegg som vist i figur 4 (6).

Forsøk har vist at den enthalpiøkning i luften som finner sted gjennom viften gir tilstrekkelig oppvarming under mesteparten av året. Tilleggsoppvarming av luften vil være aktuelt i perioder med utetemperatur under  $\div 15^\circ\text{C}$ .

Driftserfaringene viste at det dannet seg et løstsittende belegg på tankvegger etc., men hullene ble holdt åpne på grunn av høye lufthastigheter og stor turbulens. Dette betyr at rengjøringsproblemet er redusert i forhold til et tårn hvor utfellingene foregår på overflaten av fyllmaterialet.

Med utgangspunkt i pilotskala-erfaringene foreslås følgende dimensjoneringskriterier:

Flatebelastning	3 m/h
Relativ luftbehov	3.000 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Hulldiameter	
perforering	25 mm
Relativt hullareal	25% av bunnareal
Lufthastighet gjennom perforering	4 m/s
Vanndybde	60 mm
Antall kammere	1—5



Figur 4. Prinsippskisse av pilotanlegg for ammoniakkavdriving.

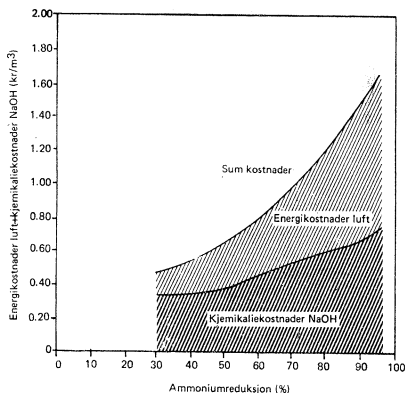
Figur 5 viser beregnede driftskostnader til kjemikalier og energi som funksjon av ammonium-reduksjon.

Totalt sett burde det omtalte prinsippet for utførelse av ammoniakkavdrivningsanlegg være velegnet for sigevann, da dette forekommer i relativt små mengder og med høye ammonium-konsentrasjoner. Det er imidlertid ønskelig med erfaringer fra en fullskala installasjon før prinsippet benyttes i større omfang.

#### Tema-rapport vil bli utarbeidet

Det er behov for en bredere sammenfatning av norske og utenlandske forskningsresultater og praktiske erfaringer. Det vil derfor bli utarbeidet en temarapport i løpet av 1982, og i den forbindelse er man interessert i synspunkter, idéer og

erfaringer fra personer som er engasjert innenfor dette fagfeltet.



Figur 5.

Kjemikalie- og energikostnader som funksjon av rense-effekt.

## Summary

This paper reports some practical aspects from a research program concerning treatment of leachates generated from sanitary landfills. One solution of the leachate problem is joint treatment of municipal wastewater and leachate. At chemical treatment plants dilution of leachate from municipal waste may be considered as the main effect. At one particular Norwegian landfill the specific quantity (person equivalent) of COD generated from leachate was about 20 percent of COD in sewage. Discharge of leachate to municipal sewer systems is limited by the regulations from pollution control authorities.

Aerated lagoons followed by infiltration

in natural soil or artificial infiltration plants showed promising results.

Typical design criteria was 2—5 days detention time in the lagoons and 80 l/m<sup>2</sup> · d sandfilter load in order to achieve full nitrification.

The study also included nitrogen removal by ammonia stripping. Diffused aeration was found to be a reliable alternative to stripping towers. The process was optimized by countercurrent aeration in a serie of shallow tanks.

A surface load of about 3 m/h and 3000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> specific air consumption were proposed as design data. Energy and chemical costs for 90 percent removal of ammonia were estimated to (NOK) 1,50 per m<sup>3</sup> leachate.

## LITTERATUR

1. *Smits, C. m. fl.* (1981): «Dansk tetningsmembran for sikring av grunnvann på Dal. Ingeniørnytt nr. 80A/81.
2. *SFT* (1981): «Veiledende retningslinjer for deponering av kommunalt avfall i fylling». Statens forurensningstilsyn.
3. *Dambaug, T. m. fl.* (1982): «Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser» OF-80606 VA 2/82. NIVA.
4. *Jobansen, O. J.* (1978): «Forslag til tekniske tiltak for å redusere begroingsproblemene i avløpsnettet fra Bakke fyllplass, Drammen kommune». NIVA 0-39/78, 29. desember.
5. *Kristiansen, R.* (1981): «Rensing av sigevann fra søppelfyllplasser ved filtrering i jord». Sluttrapport til UFA, Ås-NLH, November.
6. *Dambaug, T. m. fl.* (1982): «Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann ved ammoniakkavdrivning». F-81427 VA 1/82, NIVA.
7. *Stegmann, R.* (1979): «Reinigung und Verregnen von Müllsickerwasser unter Betriebsbedingungen». Technische Universität Braunschweig, Heft 27, ISSN 0341-5805.