

# Utforming og drift av avfallsfyllinger — hva er problemene?

Av Aage Heie

Aage Heie er dr.ing. fra NTH og ansatt i A/S Miljøplan.

## 1. INNLEDNING

Deponering har alltid vært den dominerende avfallsdisponeringsmetoden i Norge. Opprinnelig var dette en metode hvor en bare tok etter naturens kretsløp og kastet avfallet fra seg rundt bosetningene. Det organiske avfallet fra naturen blir jo bare liggende, og er etter få år ferdig nedbrutt og tilbakeført i næringskjedene. Dette virket også bra inntil vi begynte å bosette oss i mer konsentrerte bebyggelser, og ettersom industrialiseringen tok til ble det verre og verre. Den organiserte renovasjonsvirksomheten med spesielle steder å deponere avfallet på startet ikke i Norge før for ca. 150 år siden /1/. Deponeringspraksisen var ganske primitiv, og først etter krigen ble den såkalte «Bradford-metoden» innført, med planmessig utlegging i deponiet, overdekking osv. for å redusere miljøulempene.

Idag produserer vi årlig ca. 1,7 mill. tonn kommunalt avfall, hvorav ca. 1,2 mill. tonn legges i vanlige deponier og ca. 0,2 mill. tonn i «rene» deponier. De «rene» deponiene er fyllinger for rene masser som rivningsavfall, gjenstander fra husholdningene og annet grovavfall av overveiende uorganisk karakter. Kommunenes planer innen avfallsbehandling tilsier at vi i år 2000 vil deponere ca. 0,6 mill. tonn i vanlige deponier og ca. 0,6 mill. tonn i «rene» deponier, og at resten på 1,3 mill.

tonn hovedsaklig vil bli forbrent /2/. Antall vanlige deponier vil også bli redusert fra ca. 265 til ca. 170, mens antallet «rene» deponier er antatt å øke fra ca. 50 til ca. 100. Gjengs oppfatning hos myndighetene er at mengdetallene er noenlunde riktige, men av utviklingen vil gå noe senere.

Hjellnes A/S laget i 1986 en utmerket rapport om forhold vedrørende planlegging, praktisk drift, arbeidsmiljø, forurensninger og økonomi etter å ha kartlagt 11 norske avfallsfyllinger /3/. Den er spesielt innrettet mot de nære problemstillinger, som ikke skal tas opp i særlig grad her.

Det grunnleggende problemet ved deponering er etter min mening at en ikke har revurdert og modernisert hele metoden etter de økende avfallsmengdene, bare fortsatt med det samme og gjort de aller mest nødvendige tillempinger ettersom problemene er oppdaget og miljøkravene har økt. Hvis vi idag hadde hatt et avfallsbehandlingssystem som ikke i det hele tatt omfattet deponering, og vi av en eller annen grunn måtte gå bort fra det, ville vel ingen finne på å foreslå deponering i den form den drives idag?

## 2. MILJØULEMPER VED DEPONERING

Den alvorligste ulempen ved deponering anses å være sigevannet, det vannet som tilføres som regn, overflatetilsig og

grunnvannsinntrenging, og som vasker med seg forurensninger når det forlater deponiet. Sigevannet inneholder høye konsentrasjoner av delvis nedbrutt organisk materiale, nitrogen og jern, og inneholder dessuten tungmetaller, illeluktende forbindelser og sykdomsfremkallende mikroorga-

nismer. Mengde sigevann og konsentrasjonen av de forurensende stoffene avhenger av deponiets beliggenhet, utforming, driftsmetode, klima, avfallstyper som deponeres mm. Tabell 1 gir noen veiledende tall for konsentrasjoner sammenlignet med typiske verdier for kommunalt avløpsvann.

Tabell 2. Forurensningskonsentrasjoner i sigevann fra kommunale fyllinger /2/.

	Maksimalverdier		Verdier målt ved norske fyllinger	Gj.snittsverdier kommunalt avløpsvann
	De første år etter utlegging	5-10 år etter utlegging		
KOF, mg O/l	5.000-30.000	2.000-3.000	500-10.000	700
Tot-N, mg N/l	500- 1.000	100- 300	60- 350	60
Tot-P, mg P/l	5- 50	1- 20	0,2- 5	6
Jern, mg Fe/l	150- 1.000	50- 100	30- 300	2

(Maksimalverdiene er hentet fra litteraturen, KOF: Kjemisk oksygenforbruk — gir et mål for organisk stoff, Tot: N: Nitrogen, P: Fosfor).

I gjennomsnitt ligger forurensningsmengden for organisk stoff fra en kontrollert fylling på 1—3% av forurensningen i kommunalt avløp fra en tilsvarende befolkningsmengde. Det er imidlertid resipientforholdene som avgjør hvor problematisk et slikt utslipp fra et deponi er. Utslipp til en stor elv med stor vannføring behøver ikke å bety noe problem, mens utslipp til en liten bekk eller ned-siving til grunnvannet der det utnyttes, kan ha alvorlige konsekvenser. Sigevannsfurensning ble ved en spørreundersøkelse i 1977/79 oppgitt å være et problem ved 64% av deponiene som da var i drift. Bare ved ca. 30 plasser ble det opplyst at det var tilfredsstillende oppsamlings- og avløpsanlegg for sigevannet /2/.

Ellers er det endel ulemper ved deponier som er mindre kvantifiserbare:

- \* Fugler, dyr og insekter som lever eller beiter på fyllingen og representerer fare for smittespredning og forskyvning av naturlig fauna.
- \* Flygeavfall fra utildekket avfall som blåser bort og forsøpler omgivelsene.
- \* Branner som gir illeluktende røyk i nærområdene og representerer brannfare.
- \* Lukt som kan sjenere naboer i vid omkrets.
- \* Brennbare gasser utvikles, og kan spre seg til nærliggende bebyggelse, kummer m.m.

En annen ulempe ved dagens fyllinger er at de nedbrytes svært sent. Deponiarealet blir liggende uegnet for annet bruk i flere ti-år etter avslutning, og sigevann-

produksjonen kan fortsette i 50—100 år. Gassproduksjonen fortsetter også, og det er flere eksempler på gassulykker lenge etter at arealet er tatt i bruk som byggegrunn. Et stort problem er således lokalisering av deponier, både pga. de ulempene de medfører under drift, men også pga. at arealet bindes opp over lang tid.

Alle disse ulempene gjør sitt til at ingen ønsker å ha et deponi i sin nærhet. Aksjoner, langvarige utredninger og forhandlinger, avisoppslag med de groveste beskyldninger, ekspropriasjoner og annen ulykke hører med til dagens orden i de fleste planleggingssaker hvor deponier er involvert. Mens kringelen pågår får gjerne den gamle fyllingen bare skure.

Myndighetene v/SFT har utarbeidet forskrifter som skal medføre at disse miljøulempene blir så små som mulig /4/. Retningslinjene bygger på erfaringer og etablert god praksis, og inneholder detaljerte anvisninger for lokalisering, klargjøring, drift og avslutning av avfallsdeponier, men angriper egentlig ikke problemene ved roten.

### 3. HVA SKAL VI GJØRE MED DEPONIENE?

Det er vel helt klart at vi ikke kan greie oss uten deponier. De andre alternativene,

gjenvinning, kompostering og forbrenning, har alle sine begrensninger, og nye teknikker ser ikke ut til å være på trappene.

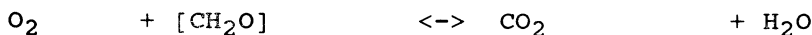
For å kunne ha noen formening om hva vi kan gjøre, må en ikke bare angripe de synlige ulempene med dagens fyllinger, men se nærmere på hva som skjer i et deponi.

Når vi bruker ordet «deponere», mener vi vanligvis å anbringe noe trygt til oppbevaring for senere å ta det fram for utnyttelse. Det som skjer ved avfallsdeponering er tildels dette, bortsett fra at vi hittil ikke har tatt noe ut, det er blitt evighets- eller i alle fall langtidsdeponering.

Mesteparten av avfallet, alt det organiske, tåler ikke deponeringen. Det finnes mikroorganismer som får de rette betingelsene, og de nedbryter avfallet. Slik nedbrytning kan skje aerobt, dvs. i nærvær av oksygen, det er det vi forsøker å få til ved kompostering. I et deponi følger det med litt luft med avfallet, slik at i det nyeste avfallet er det aerobe forhold, men så snart oksygenet er brukt opp blir det anaerobe forhold.

Aerob nedbrytning er i prinsippet det motsatte av biosyntesen, vist ved bruttoligningen:

<- Biosyntese/Aerob nedbrytning ->



Energi

Oksygen + organisk stoff <-> karbondioksid + vann

En stor del av energien som opptas fra sollyset ved biosyntesen frigjøres ved nedbrytningen. Aerob nedbrytning kan derfor avgi store energimengder. Ligningen over er den samme som bruttoligningen for

forbrenning. Dvs. at en ved kompostering taper denne energien.

Ved anaerob nedbrytning, som altså er den overveiende mekanismen i et deponi, går ikke reaksjonene så langt. Hovedpro-

duktene er karbondioksid og metan, og metan er brennbar, og inneholder altså en del av energien fra biosyntesen. Derfor blir heller ikke temperaturen i et deponi særlig høy.

Som eksempel har jeg regnet på glukose, som kjemisk tilsvarende sammensetningen av karbohydrater, som er hovedkomponenten i organisk avfall. Hvis dette brennes eller nedbrytes aerobt, får en frigjort 3.740 kcal/kg. Hvis 1 kg glukose nedbrytes fullstendig anaerobt, får en 0,27 kg metan, og burning av denne frigis 3.520 kcal, altså ca. 94% av energien ved direkte forbrenning. Tilsvarende har en for de andre organiske komponentene.

Ved forbrenning av avfall skal en fordampe det vannet som finnes i avfallet, dvs. rundt 40% av totalvekten. Rundt 8—10% av den frigjorte energien går med til det. Ved anaerob nedbrytning skal ikke dette vannet fordampes. Totalt sett er altså energiutbyttet ved fullstendig anaerob nedbrytning og utnyttelse av metanen større enn ved forbrenning med varmeutnyttelse!

I tillegg bør vi se på materialbalansen for karbon, som altså er energibæreren, over et deponi. Tallene under er hentet fra laboratorieforsøk i Tyskland /5/:

Nedgang i avfallet under forsøkene	<u>138,0 kg C/tonn</u>
TOC (totalt organisk C) i sigevann	15,7 kg C/tonn
Alkalitet i sigevann (karbonat)	6,0 "
Løst CO <sub>2</sub> i sigevann	<u>1,1 "</u>
Sum i sigevann	<u>22,8 kg C/tonn</u>
Diff: 138,0 - 22,8: bør komme som gass	<u>115,2 kg C/tonn</u>
Utviklet CH <sub>4</sub> (102 Nm <sup>3</sup> /t)	54,7 kg C/tonn
Utviklet CO <sub>2</sub> (84 " )	<u>45,3 "</u>
Sum i gass	<u>100,0 kg C/tonn</u>

Uoverensstemmelsen i balansen på 15,2 kg C/tonn tilskrives usikkerheter pga. varierende avfallssammensetning. Mengden C i sigevann hevdes å være mye lavere i faktiske deponier, sannsynligvis under 10% av verdiene målt her (dvs. under 2,3 kg C/tonn). Dette vil si at hoveddelen av karbonet ender opp i gassfase. Det som vaskes ut med sigevannet er hovedsaklig mellomprodukter fra nedbrytningen, som ville gitt karbondioksyd og metan hvis de ikke ble vasket ut.

Alt dette leder fram til en konklusjon: Vi må hindre utvasking av verdifullt kar-

bon i sigevannet, og få det over i gassfase, og utnytte gassen som produseres. Siden anaerob nedbrytning går svært sent må vi i tillegg på skynde nedbrytningen for å få økonomisk utnyttelse.

Hvis vi går inn for en slik filosofi, blir ikke lenger problemet å ta seg av miljøproblemer, men å lage deponiet slik at det nedbrytes fort uten oksygentilgang, at det er tett slik at vi effektivt får ut gassen, og at sigevannsproduksjonen elimineres eller minimaliseres med resirkulering for ny nedbrytning i deponiet. Hvis vi får til slike hurtige tette «reaktorde-

ponier» vil miljøproblemene bli vesentlig redusert, arealet kan tilbakeføres til fornuftig bruk etter kort tid, og lokaliseringen vil bety et mye mindre problem enn idag.

Det er selvfølgelig en rekke vanskeligheter som må overvinnes før en kommer så langt. NTNf har gjennom Miljøplan såvidt gått igang, i første omgang med målinger ved gassutvinningsanlegget på deponiet på Grinda, som T. Lunde tar opp i et annet innlegg i dette seminaret. Hensikten med forsøkene er å klarlegge mekanismer og komme fram til optimal

utpumping av den gassen som produseres idag. Første måleserie er over, og vi har vist at det trekkes inn luft ved for sterk pumping, og at oksygenet nesten kvantitativt reagerer med karbonforbindelser, og gir karbondioksid isteden for metan. Dette innvirker selvfølgelig på energiutbyttet, karbondioksid gir ingen energi ved forbrenningen av gassen. Neste trinn blir å utprøve forskjellige tiltak for å påskynde gassutviklingen, dvs. nedbrytningen, ved å optimalisere betingelsene for mikroorganismene.

#### LITTERATUR

- /1/ Segadal, O.: 100 år for en ren by. Renovasjonsvirksomheten i Bergen fra 1881 til 1981. Bergen kommune, Informasjonskontoret, 1981.
- /2/ Gundersen, T., Solnørdal, K., Thorsen, Th. H., Kronen, T. & Stueland, J. G.: Kommunal avfallshandtering — i dag — og fram mot år 2000. Miljøverndepartementet rapport T-580, Oslo, juni 1984.
- /3/ Gundersen, T.: Erfaringer fra kommunale avfallsfyllinger — en undersøkelse av 11 avfallsfyllinger i Norge. Hjeltnes A/S. SFT rapport nr. 74. Oslo, juni 1986.
- /4/ Statens forurensningstilsyn: Veiledende retningslinjer for deponering av kommunalt avfall i fylling. Revidert utgave. TA-533. Oslo, 1986.
- /5/ Ehrig, H. J.: Untersuchungen zur Gasproduktion aus Hausmüll. Müll und Abfall 18 (5), 173—183 (1986).