

Avfallsmengder — ulike forurensningsproblemer

Av Øyvind Nybakken og Olav Solbjør.

Øyvind Nybakken er sivilingeniør i Hjellnes COWI AS, med kontor i Levanger. Fram til sosmmeren -93 har han vært leder for seksjon VAR/Miljø, Hjellnes COWI, Oslo. Tidligere 6 år i Miljøverndepartementet. Rådg.ing. Olav Solbjør har i 25 år vært ansatt i Hjellnes COWI AS.

*Innlegg på møte i Norsk Vannforening
31. august 1993.*

0.0 SAMMENDRAG

0.1 Avfallsmengder

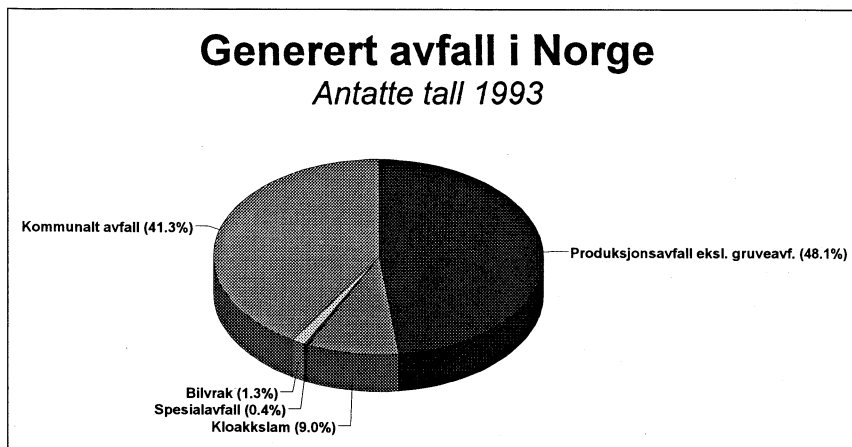
Følgende avfallsmengder genereres årlig:

Kloakkslam	500.000 t/pr. år
Spesialavfall	200.000 t/pr. år
Bilvrak (<3.500kg)	70.000 t/pr. år
Kommunalt avfall	2.300.000 t/pr. år
Produksjonsavfall + Gruveavfall	3.000.000 t/pr. år 9.000.000 t/pr. år

0.2 Forurensningsproblemer

Årlig produseres det mer enn 2 millioner tonn husholdnings- og produksjonsavfall (inkluderer andel av produksjonsavfall som er med i den kommunale avfallsordningen). Av den norske befolkningen er ca 80% tilsluttet offentlig renovasjon, slik at bare ca 1.800.000 tonn av totalmengden leveres til de kommunale fyllinger hvert år.

Den totale avfallsmengden for 40 årsperioden 1950—90 er estimert til 67 mill tonn, hvorav ca 52 mill tonn er lagt i kommunale fyllinger.



Figur 01. *Generert avfallsmengde ekskl. gruveavfall.*

Total forurensning med hensyn på *kjemisk oksygenforbruk (KOF)*, og *nitrogen (Tot N)*, er beregnet til: **800.000 personekvivalenter (pe)**. For *fosfor* utgjør forurensningen bare ca 40.000 person-ekvivalenter.

Forurensningskonsentrasjonen i sigevann kan periodevis være vesentlig større enn middelverdiene. For *kjemisk oksygenforbruk* er konsentrasjoner opp til 174 ganger «vanlig» spillvann målt.

Det er først i den senere tid at man er blitt oppmerksom på de *organiske miljøgiftene*s alvorlige virkninger på miljøet. Undersøkelser i Norge viser at det er stor konsentrasjonsforskjell mellom de forskjellige fyllplasser. Det er også forskjell mellom prøvetakingsperiodene for en og samme fyllplass. Konsentrasjonen er om lag den samme som i sigevannet fra utenlandske fyllplasser.

For AOX (organiske forbindelser som inneholder fluor, klor eller brom) er konsentrasjonen opp til 75 — 100 ganger det naturlige bakgrunnsnivået i vann fra elver og innsjøer.

Beregningene viser at sigevannet fra kommunale fyllinger inneholder store mengder *jern og tungmetaller*, spesielt kadmium. For de undersøkte metaller er resultatet angitt i totalmengde og hvor stor spillvannsmengde dette representerer i antall personekvivalenter (pe): Jern utgjør totalt 3.100.000 kg/år, som tilsvarer 12 mill pe, og kadmium utgjør totalt 155 kg/år, som tilsvarer 6 mill. pe.

Kadmiumkonsentrasjonen er funnet å være opp til 930 ganger «vanlig» spillvann. For jern 575, og for bly 25 ganger. For kvikksølv er konsentrasjonen på samme nivå som for spillvann fra Oslo. Det er funnet at fyllingene

inneholder så mye metaller at utvaskingen kan pågå i 500 — 2.000 år.

Gassutslipp fra avfallsfyllinger representerer både et klimagassproblem og et nærmiljøproblem.

De kommunale avfallsfyllplassene representerer 2,3 mill tonn CO₂ ekvivalenter, som utgjør 3,7% av Norges samlede utslipp av klimagasser.

Mer enn 100 forskjellige gasser er funnet i deponigass. Metan og Kull-dioksyd dominerer. Dioksinforbindelser og kvikksølv damp kan ifølge utenlandske målinger opptre i helsefarlige mengder. Det er ikke kjent at slike undersøkelser er foretatt i Norge.

0.3 Effekten av øket gjenvinning

En vesentlig reduksjon av tilførselen av lett nedbrytbart organisk materiale så som matavfall, papp og papir vil føre til betydelig reduksjon av:

- Drivhusgass.
- Luktgasser.
- Næringsalter i sigevannet.
- Tungmetallene kadmium, bly og kvikksølv i sigevannet.

1.0 AVFALLSMENGDER

1.1 Forbruksavfall

Mengde forbruksavfall/kommunalt avfall ligger pr. 1992 på 2.300.000 tonn pr. år (SSB — 93), og fordeler seg på husholdningsavfall med ca. 1.100.000 t/år og avfall fra næringslivet med ca. 1.200.000 t/år. Dette er en kraftig økning fra tidligere år med anslått mengde på 2,0 millioner tonn pr. år.

Andel pr. 1991 utgjorde: Papir: 30%, Plast/Gummi: 5%, Treavfall: 20%, Metaller: 7%, Glass: 4%, Matavfall: 18%, Slagg: 7% og Slam(TS): 5%. Dette er en viss endring fra «Norsk Standard», noe

som er en naturlig årsakssammenheng til økt kildesortering av enkelte fraksjoner de siste årene.

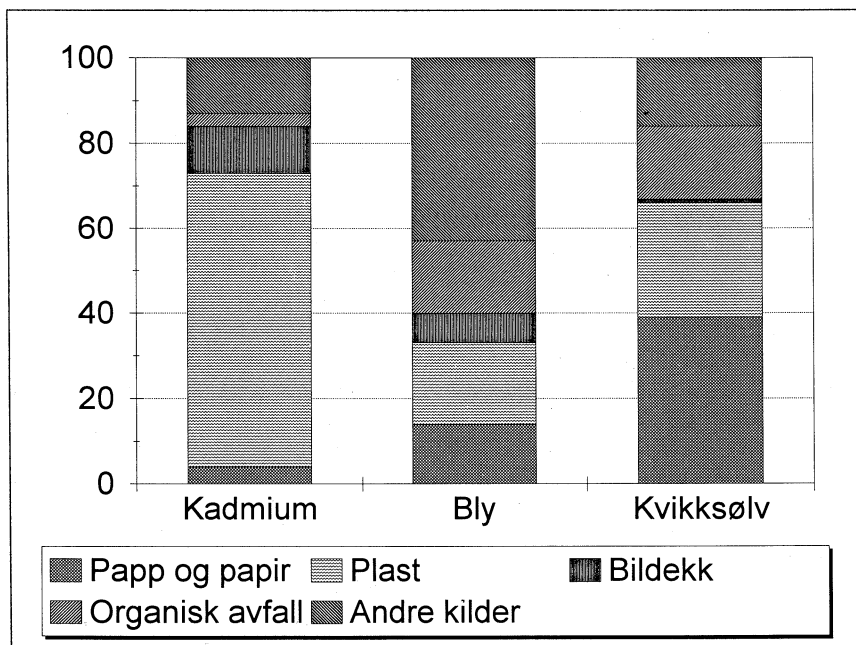
I tillegg til ordinært forbruksavfall genereres det ca. 500.000 tonn kloakk-

slam pr. år. Ca. 300.000 tonn(60%) utnyttes til landbruksformål mens resten deponeres på fylling. Som en konsekvens av Nordsjødeklarasjonen og dermed økt opprydding på avløpssektoren

Tabell 01. *Matavfall, papp og papir (før 1986), plast og bildekk tilfører fyllplassene følgende andel av den totale mengde:*

Avfallstype	Kadmium(Cd)	Bly(Pb)	Kvikksølv(Hg)
Papp og papir	4%	14%	39%
Plast	69%	19%	27%
Bildekk	11%	7%	<1%
Organisk	3%	17%	17%

Gjenvinning av en større mengde av disse fraksjonene vil derfor redusere tilførselen vesentlig. Langtidsvirkningene av gummi fra bildekk i fyllingene er ikke undersøkt. Undersøkelser er igangsatt i USA og Canada.



forventes mengden slam å øke til ca. 650.000 tonn/år.

Avfallshåndteringen av forbruksavfall har pr. 1992/93 følgende fordeling:

- Deponering: Ca. 70—80%
- Forbrenning: Ca. 20—30%
- Kompostering: Ca. 5%

1.2 Produksjonsavfall

Følgende avfallstyper med årlig generert mengde nevnes:

<i>Avfallstype</i>	<i>Årlig mengde (generert v/prod.)</i>
Slakteavfall	140.000 tonn
Fiskeavfall	300.000 tonn
Næringsmiddelindustri/ Storkjøkken	100.000 tonn
Plast	100.000 tonn
Bildekk	34.000 tonn
Sykehusavfall	3.000 tonn
Bygnings- og rivningsavfall	2.000.000 tonn
Gruveavfall	9.000.000 tonn

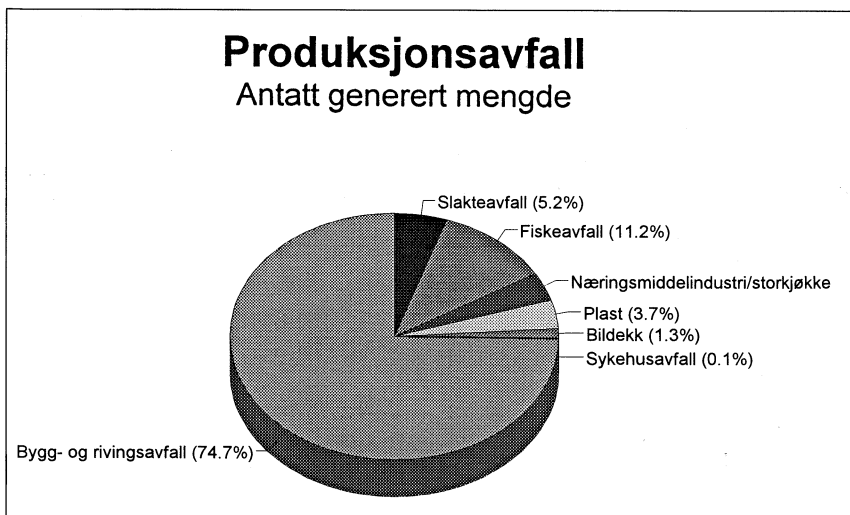
1.3 Spesialavfall

Ca. 200.000 tonn spesialavfall genereres hvert år. Av dette behandles ca. 90.000 tonn av bedriftene selv. Av de resterende 110.000 tonn blir ca. 60.000 tonn levert til godkjent behandling.

1.4 Merknad

Data er hentet fra offisiell statistikk pr. 1992. Det alt vesentlige er basert på «Norsk Standard», dvs. fra beregninger på spesifikke mengder 10—15 år gamle. Selv om senere registreringer for forbruksavfall tyder på at spesifikke mengder og fordeling er i rimelig samsvar med virkeligheten, er det mange «mørketall».

Forbruksavfall har i mange år ligget på ca. 2.000.000 tonn pr. år. Statens forureningsstilsyn (SFT), sammen med Statistisk Sentralbyrå (SSB), har for de siste 2—3 år aktivt startet opp et omfattende registreringsarbeid på forbruks-



Figur 3. Andel av produksjonsavfall. Her er gruveavfall på 9.000.000 tonn (62,7%) tatt ut.

avfall/husholdningsavfall (med basis i bl.a. kommunenes planer for kildesortering av avfallet). For 1992 er denne avfallsmengde på ca. 2.300.000 tonn/år.

Mengde byggeavfall er estimert til 2.000.000 tonn pr. år som tilsvarer ca. 500 kg pr. innbygger. En har ikke greid å avdekke hvordan dette tallet er estimert. For Danmark er dette tallet ca. 1.000 kg. pr. innbygger. Selv om byggeskikk og -materialer er mye ulikt norske forhold er adgangen og muligheten til å deponere slikt avfall vesentlig mindre enn i Norge. Det er grunn til å tro at mengden byggeavfall i Norge er nærmere 3.0 mill. tonn pr. år.

De siste år er det foretatt et større kartleggingsarbeid på spesialavfallsdeponier i Norge. I etterkant av dette foretok Oslo kommune, Miljøetaten, en nærmere undersøkelse for Oslo og registrerte et vesentlige høyere antall enn det SFT avdekket. Hva med det øvrige Norge?

2.0 FORURENSNINGSPROBLEMER

Med utgangspunkt i at 70—80% av forbruksavfallet deponeres (i tillegg til det øvrige avfall) vil det i det videre fokuseres på forurensning fra avfallsfyllinger. For helhetens skyld tas innledningsvis med noe på forbrenning (pkt. 2.1) og noe på bygg- og anleggsavfall (pkt. 2.2 og 2.3.3).

2.1 Forbrenning

Utslipp bidrar til dannelse av forsurrende komponenter og tungmetaller (*kadmium, kvikksølv, bly*) + organiske mikroforurensninger (*PCB, PAH og dioksiner*).

Når det gjelder utslippsmengder regner man med at 15 g dioksiner

(TCDD-ekvivalenter) slippes ut pr. år fra konsesjonsbehandlede avfallsforbrenningsanlegg. Minst like mye kommer fra åpen brenning og brenning i småovner. Total mengde kontrollert utslipp antas å ligge på ca. 45 g/år.

For kvikksølv er mengden ca. 300 kg pr. år. Kadmium representerer ca. 12% av de samlede utslipp i Norge.

Utslipp til vann skjer via prosesser for avansert røykgassrensing (våt metode) og fra deponier for restproduktene.

2.2 Bygg- og anleggsavfall

Totalt 90 potensielt miljøskadelige stoffer er undersøkt i eget prosjekt («Miljøskadelige stoffer i bygg- og anleggsavfall» 1993). Dette er stoffer som er definert i Nordsjøavtalen, Paris-konvensjonen, Montrealavtalen, av SFT og av Hjeltnes COWI. Omlag 35 av disse er funnet i byggematerialer, og dermed i bygg- og anleggsavfall. Resten av stoffene er hovedsaklig pesticider.

De viktigste stoffene å få kontroll over er:

- Metallisk og vannløslige forbindelser av kvikksølv og kadmium, vannløslige forbindelser av bly, arsen, krom, nikkel, og tinn, samt pentaklorfenol, PCB, PAH, KFK, haloner og radioaktive stoffer.

De viktigste bygningsmaterialene disse stoffene finnes i er:

- Røykvarslere med radioaktive stoffer, PCB-holdig fugemasse, transformatorer og kondensatorer, impregnert tre, akkumulatorer, termometre og brytere med kvikksølv og andre tungmetaller, kjøleanlegg og brannslukningsanlegg, samt maling og plast med tungmetallholdige pigmenter.

De ca. 35 stoffene er vurdert ut fra biologisk tilgjengelighet. Tungmetallholdige vannløslige forbindelser er klare miljøgifter, mens metallisk tungmetall ikke nødvendigvis er toksisk. Fettløslige organiske forbindelser, særlig halogenerte, er også svært ofte sterke miljøgifter.

Det viser seg at det finnes en lang rekke miljøfarlige stoffer i bygg- og anleggsavfall. I vektprosent er det lite miljøskadelige stoffer i avfall fra bygg og anlegg, men pga. de store absolutte mengder avfall i bransjen blir likevel bidraget av miljøskadelige stoffer trolig betydelig. Det er ikke forbundet med store problemer å skille ut de fleste miljøskadelige komponentene fra en bygning.

2.3 Miljø- og forurensningsproblemer fra avfallsfyllinger

2.3.1 Avfallsmengder i kommunale fyllinger

Som tidligere nevnt er mengde kommunalt avfall nylig beregnet av SSB til 2,3 millioner tonn. I de etterfølgende eksemplene er det likevel forutsatt at årlig produsert mengde er ca. 2 millioner tonn husholdnings- og produksjonsavfall. Bare den del av produksjonsavfallet som omfattes av den kommunale ordningen er medregnet. Av den norske

befolkningen er ca 80% tilsluttet offentlig renovasjon. Samlet avfallsmengde fra denne del av befolkningen utgjør 1.800.000 tonn årlig, og leveres til de kommunale fyllinger.

Den totale akkumulerte avfallsmengden for 40 års-perioden 1950—90 er estimert til 67 mill tonn, hvorav ca 52 mill tonn er lagt i kommunale fyllinger.

Beregningen bygger bl.a. på følgende forutsetninger:

- 70% av befolkningen var tilknyttet offentlig organisert avfallsordning i 1950 og 1960.
- 80% av befolkningen var tilknyttet offentlig organisert avfallsordning etter 1970.

I det videre omtales miljøbelastningen fra denne avfallsmengden. Det må bemerkes at også det avfallet som er deponert utenom den offentlige renovasjon i perioden 1950 til 1990 representerer en lokal miljøbelastning.

Akkumulert mengde jern og tungmetaller i fyllingene for en total avfallsmengde på 52 mill tonn, er gjengitt i tabell 1.

Gasser

Gassutslipp fra avfallsfyllinger representerer både et klimagassproblem og et nærmiljøproblem.

De kommunale avfallsfyllplassene

Tabell 1. Akkumulert mengde og årlig tilførsel av jern og tungmetaller til kommunale avfallsfyllplasser.

Avfallsmengde	Jern Fe tonn	Kadmium (Cd) tonn	Bly (Pb) tonn	Kvikksølv (Hg) tonn
Akkumulert 1950—90, 52 mill tonn	1.870.000	144	5.900	49
Årlig 1990, 1,8 mill tonn	65.000	5	204	1,70

representerer 2,3 mill tonn CO₂ ekvivalenter, som utgjør 3,7% av Norges samlede utslipp av klimagasser.

Mer enn 100 forskjellige gasser er funnet i deponigass. Metan og Kulldioksyd dominerer. Dioksinforbindelser og kvikksølv damp kan ifølge utenlandske målinger opptre i helsefarlige mengder. Det er ikke kjent at slike undersøkelser er foretatt i Norge.

2.3.2 Forurensninger i sigevann Næringssalter

Forurensingen i sigevannet fra de kommunale avfallsfyllplassene representerer en forurensningsmengde tilsvarende spillvannet fra 800.000 personekvivalenter (pe). Se tab. 3. Dette gjelder både for Kjemisk oksygenforbruk (KOF) og Total nitrogenmengde. Dette representerer nesten 20% av spillvannet

fra landets befolkning. Fosformengden er betydelig lavere, bare tilsvarende ca 40.000 pe.

Sammenholdes sigevann med vanlig husholdningsspillvann er variasjonsområdet for forurensingskonsentrasjonen som vist i tabell 3.

Forurensningskonsentrasjonene i spillvann er svært forskjellig fra sted til sted på grunn av ulik grad av infiltrasjon og forhold i avløpsnettet. Midlere konsentrasjoner av KOF, N og P i spillvannet er derfor regnet ut på grunnlag følgende spesifikke forurensningsmengder og en vannmengde på 400 l/pe pr døgn:

Kjemisk oksygenforbruk, (KOF);
 $2 \times \text{BOF7} = 2 \times 70 = 140, \text{ g/pe}$
 Nitrogen, N: 12, g/pe
 Fosfor, P: 2,5 g/pe

Tabell 2. Årlig forurensing i sigevannet fra kommunale fyllplasser med 52 mill tonn avfall (avrundet).

Forurensingsparameter	Forurens. kg/tonn avfall/år*	Årlig forurensning tonn/år	Tilsvarende antall pe
KOF, O	0,80	41.800	800.000
TotN, N	0,07	3.500	800.000
TotP, P	0,00066	34	40.000

Tabell 3. Variasjon i forurensingskonsentrasjonen av sigevann og spillvann, og sammenligning med spillvann.

Forurensingsparameter	Forurensing i sigevann g/m ³	Forurensing i spillvann g/m ³	Konsentrasjon i forhold til spillvann
KOF	348 — 60.900	350	1 — 174
Tot N	26 — 710	30	1 — 24
Tot P	0,1 — 2,6	6	<1

For enkelte fyllplasser kan forurensningskonsentrasjonen i sigevannet være langt høyere enn middelverdiene som er brukt til beregning av verdiene i tabell 3. Tidvis kan forurensningsmengden også være betydelig høyere, spesielt gjelder dette utvasking ved regn etter en tørkeperiode.

Organiske miljøgifter

Det finnes få opplysninger i litteraturen om målinger av organiske miljøgifter fra norske kommunale fyllplasser. Undersøkelser som ble gjennomført i 1977 viste at innholdet av PCB var lite og at sigevannet fra kommunale fyllplasser ikke representerte noen vesentlig kilde. Dette skyldes antagelig at den PCB som finnes i avfallet bare i

liten grad utløses med vann på kort sikt. De langsiktige virkningene er usikre.

Målinger i Norge, Sverige, Danmark, Tyskland og USA på vanlig kommunalt avfall viser at organiske miljøgifter finnes i sigevannet hovedsaklig i små mengder. I tabell 4 er det gitt en oversikt over konsentrasjonsområdene for målingene.

Svenske undersøkelser viser at sigevann kan forventes å gi toksiske effekter i resipienten ved ca. 1% innblanding eller høyere. Ved 6 deponier forekom ett eller flere potensielle bioakkumulerbare stoffer. Det er funnet en sammenheng mellom mengden halogener og forekomsten av bioakkumulerbare stoffer. Behandlet sigevann inneholder ingen eller meget små mengder av bioakkumulerbare stoffer.

Tabell 4. *Innhold av organiske miljøgifter i sigevann fra kommunalt avfall.*

<i>Parameter</i>	<i>Enhet</i>	<i>Konsentrasjonsområde</i>
AOX	µg/l	320—3500 0.004—3400 500—1500**
PCB	µg/l	<50 0.02—0.2 0.004 <1
PAH	µg/l	0.2—1
Fenoler*	µg/l	500—7000 1—2200 20—800 100—10.000 4—215

* Maks. innhold av fenoler og klorfenoler totalt i godt drikkevann skal være <1 µg/l.

** Råvann fra Maridalen inneholder ca. 20 µgAOX/l.

Tabell 5. Tungmetaller i sigevannet fra kommunale avfallsfyllplasser (avrundet).

Forurensingsparameter	Forurens. kg/Mill tonn avfall/år	Årlig forurensning kg/år	Tilsvarende antall pe for spillvann* med konsentrasj. som tabell 6
Jern, Fe	61.000	3.100.000	12 mill
Kadmium, Cd	3	155	6 mill
Bly, Pb	22	1.150	0,4 mill
Kvikksølv, kg Hg	0,685	36	0,03 mill

* Målt i innløpet til kommunale kloakkrenseanlegg.

Det finnes ingen sammenlignbare tall for organiske miljøgifter i spillvann til kommunale renseanlegg, men undersøkelser i Tyskland viser at konsentrasjonene generelt er vesentlig høyere i sigevannet fra kommunalt avfall.

Jern og tungmetaller

Tabell 5 viser mengden av de tungmetaller som følger sigevannet til omgivelsene.

Den spesifikke forurensning for jern

pr tonn avfall og år stemmer godt med tidligere undersøkelser. For tungmetaller har vi ikke funnet opplysninger som gir grunnlag for sammenligning.

Data for konsentrasjoner av jern og tungmetaller i spillvann er hentet fra PRA 1.1. Delrapport og nyere målinger (1991) fra Bekkelaget kloakkrenseanlegg i Oslo.

Sammenholdt med spillvann viser tabell 6 at sigevannet inneholder betydelige mengder av kadmium og

Konsentrasjoner og variasjon

Tabell 6. Variasjon i tungmetallinnholdet i sigevann. Sammenligning av konsentrasjonen i sigevann og spillvann.

Forurensingsparameter	Sigevann middelverdi g/m ³	Spillvann middelverdi g/m ³	Konsentrasjon i forhold til spillvann
Jern, Fe	12—1.035	1,8	7—575
Kadmium, Cd	0,001—0,065	0,00007	14—930
Bly, Pb	0,003—0,580	0,022	1—25
Kvikksølv, Hg	0—0,001	0,009	<1

jern. Også for de to andre tungmetallene er det periodevis høye konsentrasjoner i forhold til spillvann.

Beregninger av årlig tungmetalltransport med sigevannet viser at det er bare en liten del av dette som vaskes ut med sigevannet i løpet av en 50 års periode. Se tabell 7.

Disse beregningene viser at det er meget små mengder av den totale mengde jern og tungmetaller i avfallet som følger sigevannet til omgivelsene. Fyllingene har et potensiale for utvasking av tungmetaller over en tidsperiode på 500—2000 år.

Det er mange usikkerheter knyttet til de prosesser som foregår i fyllingene. Bl.a. påpekes følgende forhold:

- Tidsperspektivet for målingene er kort, bare 20—30 år
- Nedbrytningstiden for deler av avfallet som inneholder mye tungmetall er lang (plast, gummi).
- Utvaskingsprosessene i fyllingene under og etter metanfasen er lite kjent.

Innhold av tungmetaller i avfallsfraksjoner etter «Norsk Standard» og senere målinger viser at av det totale innhold av tungmetallene i fyllingene

kommer den største mengden vesentlig fra:

- Kadmium fra avfallsfraksjonene gummi og lær samt plast, i tillegg fra enkeltkomponenter som ulike typer batterier.
- Bly fra papp og papir, plast og metaller (akkumulatorer).
- Kvikksølv fra papp, papir, plast og enkeltkomponenter som batterier og lysstoffrør.

Alle disse avfallsfraksjonene har lang nedbrytningstid, 50—100 år og mer. Dette kan forsinke utslippene betydelig.

2.3.3 Betydningen av de forskjellige avfallsfraksjoner i forhold til gjenvinning

Gjenvinning av visse avfallsfraksjoner har i de senere år fått økt tilslutning. Hensikten er å ta vare på fraksjoner som kan utnyttes som råstoffer i ny produksjon. Gjenvinning vil medføre:

- Reduserte avfallsmengder til fyllplassene.
- Øket kapasitet på behandlingsanleggene.
- Forurensningsmengden til miljøet blir redusert.

Tabell 7. *Andel av tungmetaller og jern som vaskes ut av fyllingene pr år.*

<i>Parameter</i>	<i>Utvasking pr år</i>	<i>Utvasking 50 år</i>	<i>Andel utvasket 50 år</i>
Jern	3.100 tonn	158.000 tonn	11,7%
Kadmium	155 kg	7.750 kg	3,4%
Bly	1.150 kg	57.600 kg	0,6%
Kvikksølv	36 kg	1.800 kg	2,3%

For å få en oversikt over hvilken betydning de forskjellige avfallsfraksjoner har for miljøbelastningen, har vi i det etterfølgende også vurdert hvilken betydning gjenvinning vil kunne få for selve avfallsfraksjonens størrelse.

Organisk avfall

Det organiske avfallet i offentlige fyllplasser omfatter følgende ulike organiske fraksjoner:

- Vegetabilsk og animalsk avfall.
- Papp og papir.
- Trevirke.
- Tekstiler, lær og plast.

Vegetabilsk og animalsk avfall har en relativ kort biologisk nedbrytningstid, dette gjelder også for en liten fraksjon av papp og papir mens størstedelen har lang nedbrytningstid som for trevirke. Tekstiler og lær har lang nedbrytningstid. Plast har meget lang nedbrytningstid.

Dette avsnittet omhandler lett nedbrytbart organisk avfall.

Mengden av vegetabilsk og animalsk avfall til de kommunale fyllplasser utgjorde i 1990 ca. 680.000 tonn som fordeles seg som følger, med foreløpige beregninger på potensiale for gjenvinning (tabell 8).

Den praktisk utnyttbare delen av det lett nedbrytbare organisk avfall utgjør ca. 50% av den totale avfallsmengden.

Dagens utnyttelse er begrenset til matavfall fra storkjøkken og omfatter ca. 20.000 tonn pr. år, dvs. ca. 3%.

Ved å øke gjenvinningsgraden for organisk avfall og dermed redusere innholdet av lett nedbrytbart avfall i de offentlige fyllplassene vil en kunne redusere følgende miljøproblemer:

- Den biologiske aktiviteten i fyllplassen vil bli redusert betydelig og dermed vil utslippet av klimagassen metan til luft reduseres tilsvarende.
- På grunn av den lavere biologiske aktiviteten vil dannelsen av hydrogensulfid (H₂S) og andre luktende forbindelser som merkaptaner reduseres.
- Konsentrasjonene av organisk materiale (KOF) og næringsstoffene N og P samt den totale forurensningsmengden av disse stoffene i sigevannet vil bli redusert tilsvarende. Disse stoffene kommer hovedsaklig fra den organiske fraksjonen i avfallet.
- Konsentrasjonen og mengden av tungmetaller i sigevannet vil bli noe redusert. Av fyllingens totale innhold av tungmetaller kommer ca. 3% av Cd, 17% av Pb og 17% av Hg fra det organiske avfallet.
- Risikoen for brann og eksplosjoner vil bli redusert.
- Problemet med skadedyr vil bli mindre.

Tabell 8. *Mengde deponert og potensiale for gjenvinning vegetabilsk og animalsk.*

<i>Vegetabilsk/ animalsk</i>	<i>Mengde til fyllplass (tonn)</i>	<i>Gjenvinning (%)</i>	<i>Gjenvinning (mengde)</i>
Matavfall storkjøkken	100.000	60	60.000
Husholdningsavfall	300.000	50	150.000
Produksjonsavfall	280.000	50	140.000

Papp og papir

Det totale innholdet av papp og papir fra den kommunale avfallsordningen var ca. 600.000 tonn i 1990. I tillegg ble ca. 160.000 tonn fra privat gjenvinning resirkulert som råstoff. Fra den kommunale avfallsordningen ble ca. 150.000 tonn (25%) brent i forbrenningsanlegg for avfall. Totalt blir ca. 310.000 tonn (41%) papp og papir gjenvunnet i form av råstoff og energi. Det totale potensiale for gjenvinning antas på lang sikt å være ca. 500.000 tonn pr. år (65%).

Papp og papir utgjør totalt en organisk avfallsmengde som er ca. dobbel så stor som den rene, lett nedbrytbare organiske fraksjonen, men på grunn av lang nedbrytningstid vil mengden av gasser til luft og forurensningskomponenter til sigevann være relativt små, men pågå over en lang periode.

Av det totale innholdet av tungmetaller i avfallet kommer ca:

- 4% av Cd.
- 14% av Pb.
- 39% av Hg.

fra denne avfallsfraksjonen. Ved høy gjenvinning (65%) av papp og papir vil en stor andel av kvikksølv (ca.25%) og en del av blyet (ca.9%) på lengere sikt kunne fjernes fra fyll-plassene. Dette vil føre til lavere forurensningsmengder fra kvikksølv og bly til sigevannet, og av kvikksølv gasser til luft.

Plast

Det totale rene plastforbruket i Norge var i 1990 ca. 150.000 tonn. Av dette ble ca. 100.000 tonn tilført offentlige fyllplasser og bare ca. 4.500 tonn resirkulert som råstoff. Det antas at potensialet for gjenvinning til råstoff på lengere sikt er

begrenset til ca. 20.000 tonn, dvs. 20%. Det er imidlertid teknisk mulig og miljømessig bedre å øke gjenvinningen av plasten betydelig ved utnyttelse av energien ved forbrenning i forbrenningsanlegg med avansert renseutstyr.

Selv om plasten bare utgjør ca. 6% (vekt) av den totale avfallsmengden til kommunale fyllplasser kommer ca:

- 69% av Cd
- 27% av Hg
- 19% av Pb

fra plasten. Tilførselen av disse tungmetallene til fyllplassene kan derfor reduseres betraktlig ved øket gjenvinning, dette gjelder spesielt for Cd og Hg.

Den lange nedbrytningstiden for plast medfører at utslippet av tungmetallene i plasten til luft (Hg) og sigevann vil skje over en lang tidsperiode. Det er idag ikke gjennomført målinger som viser hvor stor andel av tungmetallene som kommer fra nedbrutt plast, når det begynner og over hvor lang tid dette utslippet vil vare. Den totale miljøbelastningen er derfor svært usikker. Det høye innholdet av Cd og dette stoffets alvorlige miljøegenskaper (høy giftighet for vannlevende organismer og stor akkumulerings evne), gjør imidlertid plasten til en vesentlig Cd-kilde som kan gi betydelige miljøbelastninger i fremtiden.

Ved ukontrollert brann i fyllinger vil plastfraksjonen representere en stor miljøbelastning pga det store innholdet av tungmetaller som blir frigitt til luft via røk og avgasser og etterpå til sigevannet fra asken. Innholdet av PVC i plasten kan dessuten forårsake utslipp av betydelige mengder dioksinforbindelser.

Bildekk

Avfallsfraksjonen gummi og lær utgjorde i 1990 totalt ca. 18.000 tonn pr. år. Bildekkandelen var ca. 15.000 tonn, men det antas at denne andelen vil øke betraktelig frem mot år 2000. Prognosene viser en økning fra 15.000 til ca. 25.000 tonn. Gjenvinning av personbildekk til regummiering utgjør bare ca 350 tonn pr. år (2,3%), mens tilsvarende tall for lastebil-bussdekk er ca. 1.200 tonn (8%). Tallet for lastebil-/bussdekk viser at opp imot 90% av disse dekkene utnyttes til regummiering eller produksjon av skytematter.

Av den totale tilførselen av tungmetaller til de kommunale fyllplassene kommer bare ca. 11% av Cd, ca. 7% av Pb og mindre enn 1% av Hg fra bildekk.

Bildekkenes form og konsistens (ikke komprimerbare) gjør at denne avfallsfraksjonen tar forholdsvis stor plass på fyllplassene. Bortsett fra regummiering, båtendere og produksjon av skytematter er det i Norge hittil ikke tatt i bruk andre disponeringsmetoder enn deponering på fylling. I mellomeuropa benyttes hovedsaklig forbrenning som deponeringsmetode. I USA og Canada benyttes forbrenning, oppmaling og produksjon av gummipulver samt grovoppmaling og utnyttelse av fraksjonene til bygging av dreiskanaler for sigevann og gass i fyllingene.

Det er hittil ikke påvist uheldige miljøbelastninger fra bildekk i fyllinger. Langtidsvirkningen av gummi fra bildekk i fyllingene er ukjent. Forsøk er igangsatt i USA og Canada, men foreløpig er det ingen resultater.

Den største miljøbelastningen fra bildekk i fyllinger vil oppstå ved ukontrollert brann. For en fullstendig forbrenning av bildekk er luftbehovet 3—5

ganger større enn for annet avfall. Ved ufullstendig forbrenning vil det hovedsaklig dannes svovelgasser (SOx), partikulert sinkstøv (ZnO), nitrogenoksider (NOx), uforbrente hydrokarboner (HC) og karbonmonoksyd (CO). Klorinnholdet i bildekkene er minimalt, men pga salting vil det være et visst saltbelegg på bildekkene. Dette kan være kilde til dannelse av dioksinforbindelser ved forbrenning. Målinger tyder på at problemet er betydelig mindre enn ved forbrenning av andre fraksjoner i avfallet som f. eks. plast.

Bygg- og anleggsavfall

For fremtiden vil det bli definert kun 3 typer fyllplass/deponi:

- I Deponi for spesialavfall
- II Fyllplass for restavfall (dvs. vanlig kommunalt avfall etter kildesortering/gjenvinning)
- III Fyllplass for inert avfall (rene masser)

Under gjenvinningsmuligheter og behandlingsmåter for bygningsmaterialene har vi definert ulike typer avfallsdisponering. Vi har gått inn på hvert bygningsmateriale hvor det er registrert miljøskadelige stoffer. Ut i fra risiko på det ytre miljø har vi sett på alternative håndteringsmetoder.

Vi har listet opp bygningsmaterialene med miljøskadelige stoffer, grunnlag for anbefalt disponering av avfallet, og anbefalt (evt. lovfestet) disponering. Materialer, med innhold av potensielt miljøskadelige stoffer, bør sorteres ut for bruk i prioritert rekkefølge:

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | Til ombruk | Tegl, ubehandlet, impregnert og malt trevirke, sponplater og finerplater, plast, mineralull, glass, metaller, uherdet maling, lakk og lim, KFK, haloner. |
| 2 | Til materialgjenvinning | Mineralull, betong (unntak: betong brukt til piper og skorsteiner, tegl (unntak: ildfast tegl, glassert tegl og tegl brukt i piper og skorsteiner) og metaller |
| 3 | Til spesialavfallsmottak | Herdet maling, tjære og lakk, flytende lim, fugemasse. All fugemasse med innhold av PCB (butyl og polysulfid), PCB-holdige kondensatorer, kvikksølvholdige termostater og nivå-målere, akkumulatorer og andre blymaterialer, røykvarslere. |
| 4 | Til ut-/eller oppfyllingsformål | Asfalt, ren betong og lite forurenset tegl |
| 5 | Til forbrenning med høyverdig røykgassrensing | Malt tre, laminert tre og sponplater |
| 6 | Til kontrollert avfallsfylling | <p>a) til et nærmere angitt område på fyllingen:
 Bitumen- og tjæreholdige artikler, plast, skumplast, blyartikler, mineralull, impregnert tre, glassert tegl, ildfast og forurenset tegl, impregnert papp, herdet maling og malt trevirke</p> <p>b) til øvrig del av fyllingen:
 Asbestprodukter, glassfiberarmert polyester og farget glass, laminert tre og sponplater</p> |

Referanser:

- Hjellnes COWI AS: Miljøbelastning forårsaket av avfallsfyllinger. Rapport til SFT 1992.
- Hjellnes COWI AS: Program for renere byggebransje: Miljøskadelige stoffer i bygg- og anleggsavfall. Rapport til SFT 1993.
- Hjellnes COWI AS: Program for renere byggebransje: Lov- og regelverk. Hindringer og muligheter for avfallsreduksjon, ombruk og gjenvinning. Rapport til SFT 1993.
- Hjellnes COWI AS: Standard utslippstillatelse for fyllplasser. Rapport til SFT 1993.
 Standard registrerings skjema av avfall til fyllplasser. Rapport til SFT 1993.

Hjellnes COWI AS: Kostnader med deponering av avfall i fylling:

- kostnadskonsekvens dersom Norge innfører et regelverk basert på forslag til EF-direktiv (EF-direktiv 91/C190/01). Miljøverndepartementet 1992

SFT: Forurensning i Norge 1992.

Miljøverndepartementet: NOU 1990: 28 Avfallsminimering og gjenvinning.

Miljøverndepartementet: St.meld. nr. 44 (1991—92) Om tiltak for reduserte avfallsmengder, økt gjenvinning og forsvarlig avfallsbehandling.

Forskning, utredning og rådgivning på miljøsektoren innenfor områdene:

- Vannforsyning
- Kommunalt og industrielt avløpsvann
- Avfall og slam
- Forurenset jord og grunnvann
- Offshore - industri
- Industriell miljøteknologi
- Havbruk/akvakultur

aquateam norsk vannteknologisk senter as

Postboks 6326 - Etterstad
0604 OSLO - Tlf.: 22 67 93 10