

Faktaark 4: Tungmetaller i avløpslam

Forfatter: Carl Einar Amundsen, Bioforsk Jord og Miljø

Avløpslam utgjør en liten andel av den totale mengden tungmetaller som tilføres dyrket jord i Norge. De undersøkelser som er gjennomført med bruk av avløpslam i norsk jord tyder ikke på at innholdet av tungmetaller i avløpslam vil kunne ha negative effekter for mennesker, jordlevende organismer og planter forutsatt at regelverket følges.

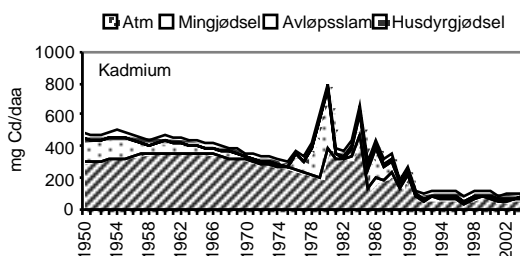
Metaller inngår i et evig geokjemisk kretsløp og finnes naturlig i jord, luft, vann og levende organismer. Metaller som kadmium (Cd), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) har ingen biologisk funksjon i mennesker, dyr og planter, og giftvirkninger kan oppstå ved relativt lave eksponeringer. Sink (Zn) og kobber (Cu) er essensielle mikronæringsstoffer for mennesker, dyr og planter og for lite tilgang på disse og andre næringsstoffer kan gi mangelsykdommer. Nikkel (Ni) og krom (Cr) er også vist å ha betydning for enkelte biologiske prosesser. Alle metaller er imidlertid giftige dersom de forekommer i for høye konsentrasjoner i organismen.

Tilførsel av tungmetaller til jord - bidrag fra ulike kilder

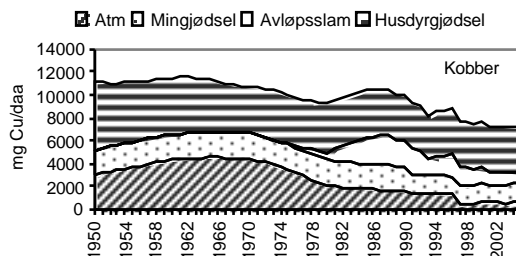
Tungmetaller tilføres norsk dyrket jord først og fremst gjennom atmosfærisk nedfall av langtransporterte forurensninger, bruk av mineralgjødning og husdyrgjødsel, og ved bruk av avløpslam. Tilførselen varierer avhengig av type jordbruksdrift og geografisk beliggenhet. Lokalt kan også industri og avrenning fra gruver og forurenset grunn bidra.

- Sammenlignes den gjennomsnittlige tilførselen av Cd og Cu til dyrket jord over tid (figur 1a og b), sees at det per dekar er tilført langt mer Cd og Cu via atmosfærisk nedfall og i perioder mineralgjødning enn fra avløpslam. Også for Pb og Zn er det atmosfæriske nedfallet den største tilførselskilden. Husdyrgjødsel og avløpslam har gjennom tiden vært større kilder for Cu enn for Cd. Den samlede tilførselen av kadmium er betydelig mer redusert enn tilførselen av Cu i perioden 1950-1980 (figur 1).
- Mineralgjødning er den viktigste tilførselskilden for Cr, mens atmosfærisk nedfall og husdyrgjødsel bidrar mest til Ni i jord.
- Mens avløpslam på landsbasis utgjør en liten del av den totale tilførselen av tungmetaller til jord (figur 1a og b for Cd og Cu), er bildet et annet på de arealene der avløpslam faktisk anvendes. Her vil slammet typisk bidra med mer enn 75 % av den totale tilførselen.

Figur 1a

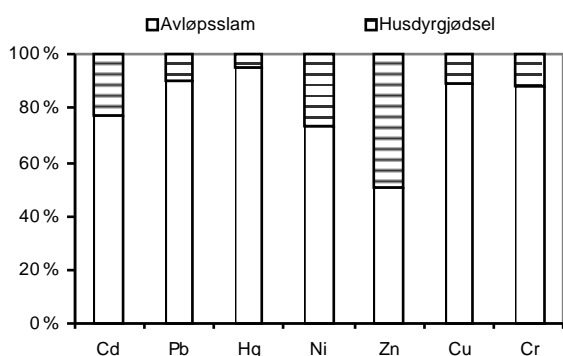


Figur 1b



Figur 1: Gjennomsnittlig tilførsel av Cd og Cu per daa jordbruksareal i Norge i perioden 1950-2004. Høy tilførsel av Cd via mineralgjødning på 1980-tallet skyldes at råstoffet i mineralgjødning (ulike fosfatkilder) i denne perioden inneholdt mer Cd enn i andre perioder.

For Cd gjelder dette imidlertid bare ved dagens svært lave innhold i norsk mineralgjødning. Dersom innholdet av Cd i norsk mineralgjødning hadde vært på samme nivå som det gjennomsnittlige innholdet i mineralgjødning i EU (ca. 25x høyere enn innholdet i dagens norske mineralgjødning), ville den relative tilførselen av Cd fra avløpsslam være 35%, mens mineralgjødning ville utgjøre ca. 50% av tilførselen på jord hvor avløpsslam benyttes.



Figur 2: Sammenligning av tilførsel av tungmetaller til jord fra avløpsslam og husdyrgjødsel (fra storfe).

Sammenlignes tilførsel av tungmetaller til jord på et husdyrbruk hvor det brukes 4 tonn husdyrgjødsel per daa per år (normal bruk og 8%TS) med et bruk hvor det brukes 200 kg avløpsslam per år (ifølge

Gjødselvereforskriften), ser vi at husdyrgjødsel tilfører like mye Zn, men mindre mengder av andre metaller sammenlignet med avløpsslam (figur 2).

Tungmetaller i norsk avløpsslam

Det har vært en kraftig reduksjon i tungmetallinnholdet i norsk avløpsslam i perioden 1980-2003. Innholdet av Hg, Cr, Pb og Cd ble redusert med 78-93 prosent, mens reduksjonene var noe mindre for Cu, Zn og Ni. Reduksjonen var størst i perioden 1981-1995.

Tabell 1: Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller (mg/kg tørrstoff) i norsk avløpsslam i perioden 1980-2003 (Amundsen et al. 2001; SSB 2005).

	1980	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	% reduksjon (1980-2003)
Cd	4	1,7	1,1	1,0	0,86	0,97	0,96	1,0	0,98	0,90	78
Pb	118	36	24	25	22	22	24	21	16	22	81
Hg	12	2,1	1,4	1,2	1,3	1,3	0,95	0,90	0,83	0,90	93
Ni	42	12	13	13	12	15	14	15	13	14	67
Zn	687	376	373	376	360	340	361	317	303	326	53
Cu	474	399	300	271	299	287	248	244	227	268	43
Cr	233	30	26	30	41	29	30	25	25	23	90

Reduksjonen skyldes bl.a. forbedret produksjonsteknologi i industrien, mindre bruk av metaller i produkter og mindre tilsig av sigevann og overvann til avløpsnett. Konsentrasjonene av metaller i avløpsslam kan forventes å avta noe også i årene framover.

Innholdet av tungmetaller i norsk avløpsslam er betydelig lavere enn i slam fra USA og Mellom-Europa. Mesteparten av norsk slam overholder kravene til bruk på jordbruksarealer i Gjødselvereforskriften, på tross av at disse kravene er blant de strengeste i verden i dag.

Tungmetaller i norsk jord

Innholdet av tungmetaller i norsk jord varierer mye. Innholdet av Cd, Cu, Zn og Ni er høyt i områder som er påvirket av alunskifer. Innholdet av Cd i disse områdene kan være opptil 4 mg/kg TS.

Innholdet av Ni og Cr er naturlig høyt i områder hvor berggrunnen domineres av fyllitt, grønnstein (områdene rundt Trondheimsfjorden), leirskifer, amfibolitt og av permiske eruptiver (Oslofeltet). Grenseverdiene (tabell 2) for disse metallene vil i mange tilfeller overskrides i disse områdene.

Tilførsel av tungmetaller fra lokal industri har ført til betydelige forurensninger i dyrket jord i bl.a. Odda, Kristiansand, byer i Østfold og i Øst-Finnmark.

Tabell 2: Innhold av tungmetaller (mg/kg TS) i norsk jord (Esser, 1996). Dybde: 0-5cm. Grense jord - grenseverdier for innhold av tungmetaller i jord for arealer hvor det kan brukes avløpslam (Gjødselverforskriften §10). Innhold korn: Cd, Pb: mg/kg friskvekt. Andre metaller: mg/kg TS. Data fra SNT (Pb, Cd) og Jordforsk.

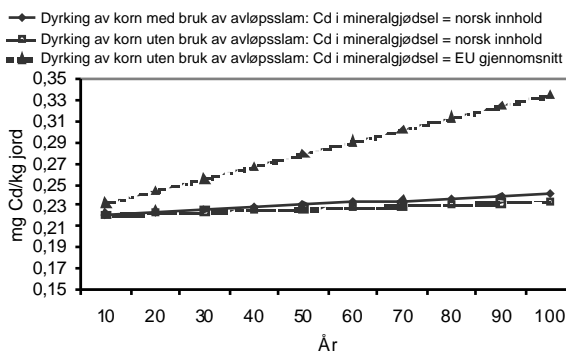
	Innhold dyrket jord			Grense jord	Innhold hvete
	Middel	Median	Min - Max		
Cd	0,22	0,14	0,025 - 1,8	1	0,058
Pb	23,9	21,4	3,5 - 77,7	50	<0,03
Hg	0,047	0,045	0,005 - 0,12	1	0,0009
Ni	21,1	15,6	0,7 - 85,6	30	0,85
Zn	63,9	54,9	7,3 - 356	150	35
Cu	19,2	15,6	1,7 - 87,1	50	7,4
Cr	27,1	20,6	1,4 - 92,2	100	0,15

I områder som er dominert av sand- og morenemasser dannet fra næringsfattige bergarter, er ofte innholdet av bl.a. Cu lavt. Her er det nødvendig å tilføre Cu for å unngå kobbermangel i plantene.

Balanseregningene viser at det i mange tilfeller er nødvendig å tilføre mikronæringsstoffene Zn og Cu for å opprettholde tilgangen på disse metallene i jorda.

Akkumulering av tungmetaller i jord

Balanseregninger for tungmetaller i jord viser at det skjer en langsom akkumulering av alle tungmetaller der hvor avløpslam (og annet organisk avfall) og husdyrgjødsel benyttes. Med dagens tilførsel fra langtransporterte luftforurensninger, avløpslam og mineralgjødsel vil det ta fra ca. 200 år (Cu) til ca. 4000 år (Cr) før grenseverdiene som er satt for jord (tabell 2) er nådd i Norge.



Figur 3: Beregnet akkumulering av Cd i jord på det samlede kornarealet i Akerhus/Oslo, Vestfold og Østfold.

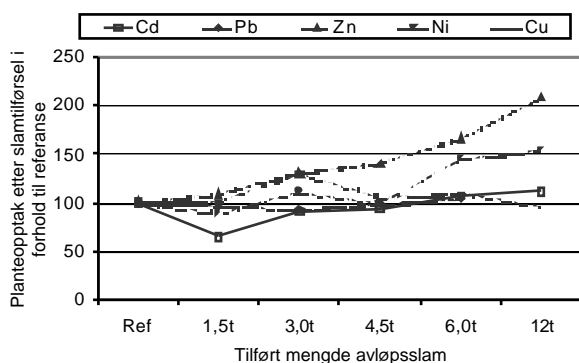
Akkumuleringen av Cd på det samlede kornarealet i Oslo/Akershus, Østfold og Vestfold er beregnet ved bruk ulike typer mineralgjødsel og med og uten bruk av avløpslam (figur3). I beregningene er det antatt at 60% av avløpslammet som produseres i dette området spres jevnt over det arealet som i dag brukes til dyrking av korn. Beregningene viser at dagens tilførsler av Cd til jord øker innholdet i jorda med ca. 9% i løpet av 100 år, og at

akkumuleringen reduseres til ca. 5% dersom avløpslam ikke benyttes. Beregningene viser samtidig at dersom innholdet av Cd i mineralgjødning øker til et gjennomsnittlig EU-nivå, vil dette ha langt større betydning enn om avløpslam benyttes på kornarealer eller ikke (figur 3).

Opptak i planter

En rekke norske dyrkingsforsøk (Vigerust og Selmer-Olsen 1985) fra ulike deler av landet hvor ulike slammengder (0-12 tonn/daa) og slamtyper ble brukt, viste at slamtilførsel kan øke konsentrasjonene i jordbruksvekster (korn, engvekster, grønnsaker) i

rekkefølgen Zn>Ni>Cu>Mn>Fe>Pb>Cd (figur 4).



Figur 4: Opptak av tungmetaller i mat- og fôrvekster etter tilførsel av ulike mengder og typer avløpslam til jord.

I disse forsøkene økte ikke opptaket av Cd og Pb ved tilførsel av opptil 4,5 tonn avløpslam per daa.

I dyrkingsforsøk utført ved Jordforsk med ulike typer avløpslam, ble det registrert små forskjeller i metalloptak i raigras ved tilførsel av hhv. 2 tonn og 20 tonn/per daa.

Dette var tilfelle både 2 og 4 året etter slamtilførsel. Den generelle trenden i disse forsøkene var at tilførsel av dels store mengder avløpslam bare førte til små endringer i planteopptaket av metaller. Opptaket av kadmium var, som i forsøkene til Vigerust og Selmer-Olsen, mindre enn for mange andre metaller. Hg, Pb og Cr bindes sterkt i jord og tas i liten grad opp i planter.

Effekter av metaller på mikroorganismer i jord

I jord finnes et stort antall mikroorganismer og mikrobielle prosesser som er viktige for nedbrytning av organisk materiale og for næringsstoffomsetningen i jord. Gjennom langtidsforsøk bl.a. i Sverige, England og Tyskland, hvor avløpslam og metaller er tilført jord i relativt store mengder, er det vist at de kritiske nivåene for viktige mikroorganismer i jord mht. Cu, Ni og Zn var hhv. 60, 95 og 170 mg/kg jord. Dagens norske grenseverdier for innholdet i jord (se tabell 2) gir derfor en god beskyttelse mot uønskede effekter på viktige mikroorganismer i jord.

Inntak av tungmetaller via mat

Det gjennomsnittlige daglige inntaket av Cd i Norge er på 12-15µg/dag hvor korn- og kornprodukter er antatt å utgjøre ca. 58% og poteter ca. 15%. Modellberegninger viser at den pågående akkumuleringen av Cd vil føre til en økning fra 0,22 til 0,24 mg/kg i jord (gjennomsnittsjord, tabell 2) dersom avløpslam tilføres i 100 år (figur 3). Ifølge beregninger kan dette føre til at det daglige inntaket av Cd øker fra ca. 12 til 12,4 µg/dag i løpet av 100 år. Selv om det meste av avløpslammet i dag brukes på kornarealer, fører dette mao til en svært liten økning av det humane inntaket av Cd på sikt (Amundsen *et al.* 2000). Til sammenligning kan det nevnes at det daglige inntaket av Cd ved røyking av 20 sigaretter/dag er 4-20µg (Singh m.fl. 1999).

Den norskproduserte andelen av matkornforbruket på energibasis var i år 2000 44%, mens det i 2004 var ca. 60%. Dette innebærer at kvaliteten på det norskproduserte matkornet blir mer og mer viktig for det humane inntaket av Cd. Fortsatt bidrar imidlertid importert matkorn betydelig for det humane inntaket av Cd. Innholdet av Cd og Pb i norske kornprodukter er vist å være på samme nivå eller lavere enn i en del andre land.



Faktaarket ble opprinnelig utarbeidet av Carl Einar Amundsen, Bioforsk Jord og miljø, gjennom prosjektet : Bruk av slam på komarealer – informasjonsprosjekt, med økonomisk støtte fra ORIO-programmet (www.orio.no) Samarbeidspartnere i prosjektet var: Norges Bondelag v/Kornutvalget, Handelsmøllenes Forening, Felleskjøpet Øst/Vest, Statens Landbrukstilsyn (nå Mattilsynet), Aquateam AS og Norsk Vann (tidligere NORVAR.)

Oppdatering initiert i Forum for bruk av slam i jordbruket , et forum som ble etablert i tilknytning til Norsk Vanns videreføring av ovennevnte prosjekt.

http://www.norvar.no/norvar_site/forside/fagstoff/kunnskapsbase_slam/forum_jordbruk

Referanser

Amundsen, C.E., Paulsrud, B. Nedland, K.T., Høgåsen, H., Gjerde, B. og Mohn, H. 2001. Miljøgifter og smittestoffer i organisk avfall. Status og veien videre. Jordforsk-rapport 97/01. Jordforsk, 1432 Ås.

Amundsen, C.E., Almås, Å. og Singh, B.R. 2000. Risk assessment of Cd in mineral fertilisers in Norway using model calculations. Jordforsk-rapport 85/00. Jordforsk, 1432 Ås.

Esser, K. 1996. Reference concentrations for heavy metals in mineral soils, oat, and orchard grass (*Dactylis glomerata*) from three agricultural regions in Norway. *Water, Air, and Soil Pollution* 89, 375-397.

Singh, B.R., Almås, Å., Amundsen, C.E., Meltzer, H.M. og Alexander, J. 1999. Cadmium in fertilisers: soil-plant system, environment and human health. Landbrukstilsynet, 1430 Ås.

SSB 2005. Naturressurser og Miljø 2005. www.ssb.no.

Vigerust, E. og Selmer-Olsen, A.R. 1985. Tungmetalloptak i planter ved bruk av kloakkslam. Serie B 2/85. Institutt for jord- og vannfag, Norges Landbrukshøgskole, 1432 Ås.

Aktuelle myndigheter

Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep., 0032 Oslo. Tlf. 22 57 34 00 <http://www.sft.no>

Miljøverndepartementet, Postboks 8013 Dep 0030 Oslo Tlf. 22 24 90 90
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md>

Helse- og omsorgsdepartementet, Postboks 8011 Dep., 0030 Oslo Tlf. 22 24 90 90
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/hod>

Mattilsynet, Felles postmottak Postboks 383, 2381 Brumunddal. Hovedkontoret Tlf. 23 21 68 00 eller 64 94 44 00 og distriktskontor 06040 <http://www.mattilsynet.no>

Landbruks- og matdepartementet, Postboks 8007 Dep. 0030 Oslo Tlf. 22 24 90 90
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd>

European commission, Directorate-General Environment
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/sludge/index.htm>

Utgiver av faktaarket:

Norsk Vann (tidligere NORVAR), Vangsvegen. 143, 2317 Hamar
Tlf: 62 55 30 30. Faks: 62 55 30 31

E-post: post@norskvann.no. Hjemmesider: www.norskvann.no