

# Dyrkning i forurenede jord 2004

## - med målinger fra syv lokale haveforeninger -

Karens Minde gruppens resume skrevet på baggrund af Miljøstyrelsens og Miljøkontrollens hjemmesider, samt supplerende oplysninger.

### INDHOLD

Om grænseværdierne:	side 1
Målinger fra lokale haveforeninger:	side 2-3
Baggrundsviden:	side 4-6
Beskrivelse af udvalgte giftstoffer:	side 7-13

## Om grænseværdierne

**Jordkvalitetskriteriet** er en værdi, der skal sikre, at den mest følsomme anvendelse af jorden er sundhedsmæssigt forsvarlig til alle formål. Her tages især hensyn til småbørns direkte indtagning. Derudover er der et generelt krav om, at jorden ikke må syne forurenede eller afgive lugt. Der er indbygget en vis sikkerhedsmargin.

**Afskæringskriteriet** angiver det niveau, hvorover der skal foretages fuldstændig afskæring fra jorden, så befolkningen ikke udsættes for den forurenede jord.

Afskæringsværdier er kun fastlagt for visse stoffer (immobile og forholdsvis persistente kemikalier, dvs. visse metaller og polyaromatiske kulbrinter, PAH (tjære)).

Hvis der kun udskiftes jord i en del af anvendelsesdybden, bør der suppleres med rådgivning for at forhindre kontakt med den underliggende forurenede jord.

Generelt vil afskæringskriteriet for et stof med kronisk skadevirkning kunne ligge op til 10 gange højere end jordkvalitetskriteriet.

**Rådgivningsintervallet** er en forurening som ligger mellem jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet. Jorden må kun bruges til den mest følsomme anvendelse hvis de lokale myndigheder rådgiver offentligheden og jordejerne om forholdsregler.

Der er begrænset videnskabelig dokumentation for effekten af sådanne forholdsregler. Miljøstyrelsen iværksætter derfor et monitoringsprojekt (hvornår?).

Eksempel: I HF Frederiksholm er jordens indhold af kviksølv målt til 0,8 i gennemsnit. Dvs. at indholdet af kviksølv ifølge målingerne ligger lige under jordkvalitetskriteriet, som er sat til 1,0. Hvad angår kviksølv er jorden altså at betragte som OK til alle følsomme formål.

## Målinger fra syv lokale haveforeninger 1996-97

Top: Gennemsnitsværdi af målinger taget i 0-20 cm's jorddybde.

Bund: Gennemsnitsværdi af målinger taget i 40-50 cm's jorddybde.

Gennemsnit: Gennemsnit af samtlige målinger baseret på ca. 1 måling pr. 500 m<sup>2</sup>.

<b>HF Frederiksholm</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskærm.	
Bly (Pb)	120 / 2420 / <u>1270</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	480 / 994 / <u>737</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	27 / 36 / <u>32</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	21 / 39 / <u>30</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	1,1 / 1,8 / <u>1,4</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	212 / 296 / <u>254</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,6 / 1,0 / <u>0,8</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	99 / 149 / <u>124</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	42,2 / 8,1 / <u>25,2</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	5,4 / 1,0 / <u>3,2</u>	0,1 → 1,0	
<b>HF Ny Kgs. Enghave</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	290 / 267 / <u>278</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	693 / 633 / <u>663</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	33 / 40 / <u>37</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	21 / 20 / <u>21</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	1,6 / 1,8 / <u>1,7</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	132 / 359 / <u>246</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,1 / 0,1 / <u>0,1</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	39 / 28 / <u>33</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	23,4 / 34,2 / <u>28,8</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	2,0 / 2,6 / <u>2,3</u>	0,1 → 1,0	
<b>HF Sydhavn</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	136 / 122 / <u>129</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	478 / 272 / <u>375</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	220 / 100 / <u>160</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	24 / 12 / <u>18</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	2,7 / 1,2 / <u>2,0</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	109 / 79 / <u>94</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,3 / 0,1 / <u>0,2</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	105 / 111 / <u>108</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	19,2 / 22,0 / <u>20,6</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	2,5 / 2,9 / <u>2,7</u>	0,1 → 1,0	

<b>HF Musikbyen</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	372 / 358 / <u>365</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	1308 / 2079 / <u>1693</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	351 / 104 / <u>227</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	46 / 116 / <u>81</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	6,6 / 5,3 / <u>6,0</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	352 / 423 / <u>388</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,9 / 1,4 / <u>1,2</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	21 / 60 / <u>41</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	13,0 / 25,9 / <u>19,5</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	1,6 / 2,5 / <u>2,0</u>	0,1 → 1,0	

<b>HF Solskrænten</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	348 / 1518 / <u>933</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	636 / 1054 / <u>845</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	43 / 98 / <u>70</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	40 / 85 / <u>62</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	1,2 / 1,7 / <u>1,5</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	372 / 986 / <u>679</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,3 / 5,0 / <u>2,6</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	29 / 163 / <u>96</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	32,4 / 232,5 / <u>132,4</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	3,6 / 22,1 / <u>12,9</u>	0,1 → 1,0	

<b>HB Mozart</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	125 / 136 / <u>131</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	343 / 286 / <u>314</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	17 / 17 / <u>17</u>	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	17 / 17 / <u>17</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	1,3 / 0,8 / <u>1,0</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	78 / 54 / <u>66</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,1 / 0,3 / <u>0,2</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	16 / 58 / <u>37</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	19,6 / 77,3 / <u>34,8</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	2,2 / 6,0 / <u>4,1</u>	0,1 → 1,0	

<b>HF Frederikshøj</b>	top / bund / gennemsnit	jordkval. → afskær.	
Bly (Pb)	170 / 29 / <u>100</u>	40 → 400	mg pr kg jord
Zink (Zn)	764 / 116 / <u>440</u>	500 → 1000	
Chrom (Cr)	21 / 16 / 18	500 → 1000	
Nikkel (Ni)	17 / 14 / <u>15</u>	30 → 30	
Cadmium (Cd)	1,7 / 0,3 / <u>1,0</u>	0,5 → 5,0	
Kobber (Cu)	55 / 19 / <u>37</u>	500 → 1000	
Kviksølv (Hg)	0,1 / 0,1 / <u>0,1</u>	1,0 → 3,0	
Total kulbrinter (olie)	16 / 8 / <u>12</u>	100 → ?	
PAH total (tjære)	12,5 / 1,1 / <u>6,8</u>	1,5 → 15,0	
Benzo(a)pyren (b(a)p)	1,4 / 0,1 / <u>0,7</u>	0,1 → 1,0	

## Baggrundsviden

Ved fastsættelse af jordkvalitetskriteriet og afskæringskriteriet er det gennemsnitskoncentrationen i prøverne, som er afgørende indenfor et givet areal. For stoffer med akut skadevirkning (arsen, nikkel) er det desuden afgørende, at højst 10% af prøverne ligger over kriteriet og at ingen prøver overskrider kriteriet med mere end 50%. For stoffer med akut skadevirkning kan blandingsprøver ikke accepteres.

Ved dyrkning optages forureningen i al væsentlighed ikke gennem rødderne.

Tidligere analyserede Miljøkontrollen næsten kun for bly, da den ved de fleste undersøgelser var udslagsgivende i forhold til registrering. Nu er analysepriserne faldet voldsomt og når man undersøger for diffus forurening analyserer vi for tungmetallerne bly, cadmium, nikkel, crom, kobber og zink, tjærestoffer (total PAH'er, benz(a)pyren og dibenz(a,h)antracen, som der findes grænseværdier for).

Forebyggelse af eksponering for lettere jordforurening kan ske ved: 1) Undgå at indtage jord 2) Undgå hudkontakt med jord 3) Undgå indånding og indtag af støv 4) Forholdsregler ved spising af afgrøder.

Børn op til 4-5 år vil hyppigt putte fingre, legetøj og andet i munden og enkelte børn vil have en tendens til at spise større mængder jord.

Undgå hyppig jordbehandling (gravning, kultivering m.v.). Anvend handsker og støvler, og afvask huden efter jordkontakt.

Ved de aktuelle forureningsniveauer vil forureningen af afgrøderne i alt overvejende grad være knyttet til den direkte kontakt mellem de spiselige dele af afgrøderne og den forurenede jord. Grønsager er derfor mest udsatte, herunder specielt rodfrugter.

Optag gennem huden er særlig relevant for tjærestoffer (PAH-forbindelser).

Jordstænk i regnvejr og jordstøv vil kunne forurene overfladen af afgrøderne. Rodfrugter kan således opnå uacceptable høje indhold af bly og PAH-forbindelser, men langt størstedelen af dette indhold kan fjernes ved skrælning.

Spising af frugt og bær dyrket i lettere forurenede områder er sundhedsmæssigt forsvarligt, ved iagttagelse af følgende forholdsregler: 1) Børn har ikke adgang til dyrkningsarealet 2) Den forurenede jord kommer ikke, fx ved jordflugt, ind på områder hvor børn færdes 3) Efter gravning, såning, plantning m.m. tildækkes bedene med halm, barkflis, eller lignende 4) Brug af handsker 5) Afvaskning efter jordkontakt 6) Grønsager vaskes inden spising 7) Rodfrugter skrælles 8) Undgå spising af bær hvis de har haft jordkontakt (undgå helt jordbær) 9) Frugt og bær skylles grundigt.

Dyrkning kan foregå i potter fyldt med ren jord, i plantesække eller i et udlagt lag ren jord. Sidstnævnte kan evt. anlægges som et højbed.

Ved udlægning af ren jord skal tykkelsen af laget være tilstrækkelig til, at afgrøderne ikke har direkte kontakt med den underliggende forurenede jord. Hvor der foretages afdækning af forurenede jord med ren jord, bør der i videst muligt omfang anvendes en adskillende markering mellem den rene og den forurenede jord.

Ren jord i en lagtykkelse på 20 cm er i teorien tilstrækkelig, da rodafgrøder normalt har de spiselige dele placeret inden for denne dybde. Imidlertid levner denne lagtykkelse ikke megen plads ved gravning, og for at minimere opblanding med underliggende forurenede jord ved optrækning af rødder, anbefales det, at der udlægges en lagtykkelse på 30 cm - jorden skal udlægges med overhøjde, da der sker en sammensynkning.

Der findes enkelte rodafgrøder, som når ned i 30 cm's dybde, fx kina-radise og skorsonerrod; det frarådes at dyrke disse grønsager.

I denne sammenhæng henregnes bær og nødder under frugt og grønsager.

Der kan være mange årsager til særlig følsomhed: Alder, livsstil, genetiske faktorer, alkohol- eller medicinforbrug, ernæringsmæssige forhold, sygdomme eller tidligere udsættelse for kemiske stoffer.

Når der fastsættes jordkvalitetskriterie for et stof, foretages der først en gennemgang af stoffets mest kritiske effektniveauer. Dette fører til fastlæggelse af den tolerable daglige dosis. Den tolerable daglige dosis bestemmes ud fra et nul-effektniveau med anvendelse af usikkerhedsfaktorer for omregning fra dyreforsøg og forskel i følsomhed mellem mennesker, samt eventuelt yderligere en usikkerhedsfaktor som compensation for mangelfuld data.

Såfremt det drejer sig om et kræftfremkaldende stof med en genotoksisk virkningsmekanisme anvendes en matematisk model til beregning af den dosis, som giver en livstidsrisiko for kræft på ét ekstra kræfttilfælde per en million individer (=10<sup>-6</sup> livstidsrisiko).

### **Optagelse af metaller og PAH-forbindelser i grønsager mv.**

I litteraturen er der beskrevet en række undersøgelser af optagelse og transport af metaller og organiske, miljøfremmede stoffer i planter. De fleste af disse undersøgelser er baseret på forsøg, hvor stofferne er tilsat jorden umiddelbart før forsøget, og resultaterne viser mulighed for opkoncentrering af flere stoffer i planter. I forurenede jord er stoffernes oprindelse meget forskellig, ligesom stofferne har ligget i jorden i en årrække, hvorved tilgængeligheden af stofferne er nedsat, og undersøgelser af optagelsen under sådanne forhold er få.

For at vurdere betydningen af forurening som er aktuelt i denne vejledning (PAH-forbindelser og metaller) under realistiske forhold, og i de aktuelle koncentrationer (rådgivningsintervallet), har Miljøstyrelsen foretaget en større feltundersøgelse (Miljøstyrelsen 2000). Undersøgelsen har omfattet grønsager, frugt, bær og nødder. Af rodfrugter (kartoffel og gulerod) blev der analyseret prøver både med og uden skræl.

Undersøgelserne viste generelt stigende indhold af de fleste forureningskomponenter i grønsager med stigende jordforurening, mens en sådan sammenhæng ikke kunne påvises for frugt og bær. Resultaterne viste dog for PAH-forbindelserne muligvis en tendens til højere koncentrationer i bær, der var dyrket på forurenede jord, end i bær, der var dyrket på ikke-forurenede jord.

Konklusionen på undersøgelsen var, at de undersøgte stoffer kun i meget begrænset omfang blev optaget gennem planternes rodnet og transporteret til andre dele af planterne, men at stofferne derimod blev optaget i de dele af planterne, som havde direkte kontakt med jorden, hvilket primært gør sig gældende for rodfrugter. Der kan desuden ske en optagelse i de overjordiske dele fra jord, der er afsat på planterne som jordstænk ved kraftig regn eller som ophvirvlet støv i tørre perioder. Undersøgelserne viste, at stofferne findes i de højeste koncentrationer i rodfrugter som kartoffel og gulerod, men at langt den største del kan fjernes ved skrælning.

Da koncentrationen af stofferne i afgrøderne er langt under koncentrationen i jorden, blev der i undersøgelserne lagt vægt på at undgå spor af jord i prøverne, der skulle analyseres - dels ved

grundig afvaskning og dels ved at undgå bær med jord på. Konklusionen er baseret på, at der ikke indtages jord sammen med afgrøderne.

Der er foretaget beregninger af, hvilken betydning det vil have, hvis der i den daglige kost benyttes afgrøder, der er dyrket i forurenede jord. Beregninger af tungmetal- og PAH-indtaget er udført ved hjælp af en kostmodel, der er udviklet af Fødevaredirektoratet på basis af en stor kostundersøgelse (Andersen et al. 1995) suppleret med oplysninger fra Danmarks Statistik (1987). De beregnede indtag af tungmetaller gælder således for den samlede kost, herunder afgrøder dyrket i forurenede jord.

For metallerne blev indtaget med kosten, hvori indgår afgrøder (både frugt og grønt) fra forurenede jord sammenlignet med indtaget med kosten, hvori udelukkende indgår afgrøder, der kan købes i almindelig handel (baseret på data fra fødevaredirektoratets overvågningssystem (Jørgensen et al. 2000)).

For PAH-forbindelserne blev der gennemført beregninger for benzo(a)pyren, da der for denne forbindelse forefindes flest data i litteraturen vedrørende koncentrationer i afgrøder, samtidig med at indholdet af benzo(a)pyren i mange tilfælde benyttes i forbindelse med risikovurdering af PAH-blandinger. For grønsager blev der gennemført kostmodelberegninger, hvor indholdet i afgrøder fra ikke-forurenede jord blev anvendt som sammenligningsgrundlag.

For frugt og bær blev 73 af de fundne koncentrationer sammenholdt med litteraturoplysninger vedrørende baggrundsniveauet for benzo(a)pyren i frugter.

Kostmodelberegningerne for grønsager viste for benzo(a)pyren og bly (som det eneste af metallerne), at der vil være en nævneværdig forøget belastning ved indtagelse af frugt og grønt, der er dyrket i jord ved et forureningsniveau omkring afskæringskriteriet.

Børn anses generelt for at være mest udsat for jordforurening ved direkte udsættelse for jord (bl.a. hudkontakt og jordspisning).

I forbindelse med udsættelse for forurenede afgrøder må børn også anses for at være mest udsatte, da børn forholdsmæssigt indtager en større mængde fødevarer end voksne.

Resultaterne af kostmodelberegningerne for børn på 2 år er vist i tabel 1 og 2.

I modsætning til grønsager kan der høstes fra frugttræer og frugtbuske, uden at dette indebærer kontakt med jorden, hvorfor "dyrkning" af sådanne afgrøder ikke kan forventes at give forøgede bidrag af bly og benzo(a)pyren fra direkte jordeksponering. Bær sidder imidlertid tættere på jorden end frugt, og lavtsiddende bær kan være udsat direkte for jordstænk.

Både lavt- og højtsiddende bær kan være eksponeret for jordstøv i tørre perioder.

Endvidere adskiller bær sig fra de fleste frugter og grønsager dels ved at de - særligt når de er modne og mest attraktive kan være bløde, og dels ved at de typisk er meget små, hvilket gør, at de kan være vanskelige at få helt rene, hvis der er jord på dem.

Jordbær indgik ikke i de gennemførte undersøgelser. De er både dyrkningsmæssigt og eksponeringsmæssigt sammenlignelige med grønsager, men da de kan være udsat for betydelig eksponering med jord under modningen, og da de som bær er vanskelige at rengøre, kan det forventes, at der vil være højest risiko for uacceptabelt høj belastning med forureningskomponenter ved indtag af jordbær dyrket i lettere forurenede jord.

En forespørgsel i Miljøkontrollen om brug af hestegødning til køkkenhaven fra heste der græsser på forurenede jord, har ikke kunne kaste lys over emnet. Umiddelbart kendes ikke til undersøgelser som tyder på et problem vedr. afgrøderne.

## Beskrivelse af udvalgte giftstoffer

### Bly

Bly er et metal, som findes naturligt i jorden. På grund af den tidligere udbredte anvendelse af bly, bl.a. som tilsætningsstof i benzin, er jordforurening med bly meget almindelig, specielt i byer og langs veje.

#### **Sundhedsmæssige effekter**

Små børn er særligt følsomme for bly, fordi børn lettere end voksne optager bly gennem mave-tarmkanalen, og fordi børns nervesystem er mere følsomt for blys skadevirkninger. Selv indtagelse af relativt små mængder bly har vist sig at påvirke børns indlæringssevne, hørelse og adfærd. Længerevarende indtagelse af større mængder bly kan medføre alvorlig hjerneskade og blodmangel. Hos voksne er endvidere påvist nyreskader og øget forekomst af hjerte-karsygdomme.

Bly og uorganiske blyforbindelser er klassificeret som muligt kræftfremkaldende hos mennesker.

FAO/WHO har fastsat en provisorisk tolerabel ugentlig indtagelse (PTWI) på 50 µg bly pr kg legemsvægt for voksne og 25 µg bly pr kg legemsvægt for børn. PTWI er fastsat således, at denne indtagelse skønnes ikke at medføre ophobning af bly hos børn målt som stigning i blodbly.

En undersøgelse har vist at hvor børn ved indtagelse af markedsførte afgrøder (herunder skrællede kartofler), gennemsnitligt får et bidrag svarende til 20% af PTWI, svarer bidraget ved indtagelse af afgrøder, der er dyrket i jord ved afskæringskriteriet, til 25% af PTWI - altså et merindtag af bly på 5% af PTWI-værdien. Ved anvendelse af kartofler med skræl fås et væsentligt større blyindtag, nemlig på 47% af PTWI.

#### **Jordkvalitetskriteriet**

Da børne-PTWI er fastsat uden usikkerhedsfaktor, anvendes 50% heraf som udgangspunkt for fastsættelse af jordkvalitetskriteriet. Det antages, at børn pr kg legemsvægt pr uge i gennemsnit indtager 1 µg bly med luft, 5 µg bly med levnedsmidler og 2 µg bly med drikkevand. Når disse uundgåelige bidrag fratrækkes PTWI, betyder det, at der tolereres et indtag med jord på 5 µg bly pr kg legemsvægt pr uge. Under forudsætning af, at et barn på 10 kg i gennemsnit indtager 0,2 g jord pr dag, kan jordkvalitetskriteriet beregnes til 40 mg bly pr kg jord.

Beregningerne er foretaget i 1989 og 1992. Resultaterne af nyere undersøgelser understreger den manglende sikkerhedsmargen ved fastsættelsen af kriterierne.

#### **Afskæringskriteriet**

Den sundhedsskadelige effekt af bly skyldes kronisk påvirkning ved indtagelse. For organiske blyforbindelser er hudkontakt tillige af betydning. Det skønnes, at rådgivning om jordforurening kan reducere eksponeringen med en faktor 10.

Afskæringskriteriet fastsættes til 400 mg bly pr kg jord.

### Cadmium

Cadmium er et metal, der findes naturligt i jorden. Jordforurening med uorganiske cadmiumforbindelser forekommer især i relation til antikorrosionsprocesser, elektrogalvanisering og fremstilling af batterier og elektroniske komponenter.

En del planter, særligt korn og andre frøafgrøder, kan optage cadmium fra jorden. I Holland er foreslået en grænseværdi i jord på 0,5 mg cadmium pr kg jord for at sikre et tilstrækkeligt lavt cadmium indhold i hvede.

Gennemsnitlig indtager en voksen person 17µg cadmium pr dag, som især stammer fra kornprodukter og grønsager.

Rygning kan bidrage med yderligere 1-2 µg pr cigaret

### **Sundhedsmæssige effekter**

Akut forgiftning i form af kvalme, opkastning og diarré er set efter indtagelse af juice indeholdende 5 mg cadmium pr liter, mens indtagelse af 3 mg cadmium ikke havde nogen effekt hos voksne.

Cadmium ophobes i nyrerne, og nyreskade med nedsat nyrefunktion og eventuelt knogleskørhed anses for den vigtigste kroniske skadevirkning ved indtagelse af cadmium. På denne baggrund har FAO/WHO fastsat en provisorisk tolerabel ugentlig indtagelse (PTWI) af cadmium på 7 µg pr kg legemsvægt. Cadmium kan endvidere fremkalde lungekræft, men denne effekt er kun set efter indånding af stoffet.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Såfremt der accepteres et bidrag fra jord på 10% af PTWI svarende til 0,1 µg pr kg legemsvægt per dag, kan et jordkvalitetskriterie beregnes til 5 mg pr kg jord på basis af børns jordspisning. Men af hensyn til mulig ophobning af cadmium i afgrøder er jordkvalitetskriteriet fastsat til 0,5 mg cadmium pr kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Da indtag af afgrøder dyrket på lettere forurenede jord generelt frarådes anvendes den beregnede værdi på 5 mg cadmium pr kg jord som afskæringskriterie.

## **Chrom**

Chrom er et metal, som er vidt udbredt i naturen og næsten altid som trivalent chrom. Tilstedeværelsen af hexavalent

chrom skyldes stort set altid menneskelig aktivitet. En række chromforbindelser anvendes indenfor træimpregnering, og den væsentligste forureningskilde er da også anvendelsen af chrom i træimpregneringsmidler. I jord findes chrom hovedsageligt som trivalent chrom, idet hexavalent chrom reduceres til trivalent chrom under tilstedeværelse af organisk stof.

### **Sundhedsmæssige effekter**

Chrom betragtes som et essentielt næringsstof. Det daglige behov er usikkert, men anses for at ligge omkring 50-200 µg/dag. Trivalente chromforbindelser betragtes som relativt ugiftige. Dødelig dosis for hexavalent chrom er angivet til 10 mg/kg.

Hexavalente chromforbindelser kan ved hudkontakt forårsage allergi med kronisk eksem. Denne type allergi kan let fremprovokeres ved fornyet hudkontakt med chrom eller indtagelse i små doser (mindre end 20 µg). Ved lang tids udsættelse for hexavalente chromforbindelser ses primært forskellige former for mavetarmgener. Ved erhvervsmæssig udsættelse (inhalation) for hexavalente chromforbindelser ses øget forekomst af lungekræft.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Jordkvalitetskriteriet for total chrom er sat til 500 mg pr kg jord ud fra en vurdering af, at kun en meget lille del forekommer som hexavalent chrom. For hexavalent chrom alene, er jordkvalitetskriteriet 20 mg pr kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Jordkvalitetskriteriet på 500 mg pr kg jord er en høj værdi, fordi trivalent chrom betragtes som relativt ugiftigt. Under hensyn til den mulige forekomst af hexavalent chrom vurderes det ikke som forsvarligt at sætte afskæringskriteriet højere end 2 gange jordkvalitetskriteriet (1000 mg pr kg jord).



## **Kobber**

Kobber og en række kobberforbindelser anvendes til træimprægning. Andre væsentlige forureningskilder er afbrænding (ledninger), sprøjtemidler, tagbelægning og vandledninger. Kobber er et essentielt sporstof for planter.

### **Sundhedsmæssige effekter**

Kobber er et essentielt sporstof for mennesker. Det daglige behov er anslået til ca. 2,5 mg. Kobber har tidligere været anvendt som brækmiddel til mennesker. En dosis på 0,5 g kobber (opløst i vand) gav kvalme og opkastning. Toksiske effekter i form af nyreskader og blødninger fra mave-tarmkanalen er observeret. Kvalme og opkastning er observeret hos børn ved doser på 10-15 mg kobber (opløst i vand). Kroniske effekter hos mennesker er beskrevet ved erhvervsmæssig udsættelse, hvor inhalation af støv indeholdende 100 mg pr m<sup>3</sup> luft har medført udvikling af lungefibrose.

I langtidsforsøg med hunde er der fundet et nuleffekt-niveau på 5 mg pr kg legemsvægt pr dag ved et års dosering.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Det humantoksikologiske jordkvalitetskriterie er fastsat til 500 mg pr kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Da det humantoksikologiske jordkvalitetskriterie er relativt højt (500 mg pr kg jord), ville anvendelse af en faktor 10 betyde, at afskæringskriteriet skulle være 5 g pr kg jord. Dette svarer til en væsentlig andel af jordens vægt og volumen. Når det samtidig tages i betragtning, at der også er data om akutte effekter, og at det økotoksikologiske jordkvalitetskriterie for kobber (30 mg pr kg jord) er væsentlig lavere end det humantoksikologiske jordkvalitetskriterie, og at plantetoksiske effekter kan forekomme, anvendes i stedet en faktor 2. Det betyder, at afskæringskriteriet for kobber sættes til 1000 mg pr kg jord.

## **Kviksølv (uorganisk)**

Kviksølv er et naturligt forekommende metal. Kviksølv kan både forekomme som metallisk kviksølv samt indgå i uorganiske og organiske forbindelser. Kviksølv bindes til jordpartikler og kan i miljøet omdannes fra en gruppe af kviksølvsforbindelser til en anden afhængig af de fysiske/kemiske forhold i jorden. Koncentrationen af methylkviksølv udgør en lille del (<1%) af det totale kviksølvindhold.

Kviksølv anvendes hovedsageligt i videnskabeligt udstyr, elektrisk udstyr og i tandfyldninger.

### **Sundhedsmæssige effekter**

Kviksølvsforbindelser besidder høj akut giftighed, således er dødelig dosis for uorganiske kviksølvsforbindelse fundet til 30-50 mg/legemsvægt for mennesker. Nyreskader synes at være de kritiske effekter ved oralt indtag.

Centralnervesystemet er det kritiske organ ved langtidseksponering med kviksølvdampe. Med stigende eksponering ses symptomer som svækkelse og træthed, anoreksi og mavetarmforstyrrelser, rystelser, ophidselse, tab af hukommelse, søvnløshed samt alvorlige adfærds og personlighedseffekter.

De lettere effekter optræder ved 100 µg/m<sup>3</sup> og de sværere ved 600 µg/m<sup>3</sup>.

Epidemiologiske undersøgelser peger på, at eksponering med methylkviksølv eller kviksølvdampe især udgør en fare for fostre og nyfødte, idet centralnervesystemet under udvikling er specielt følsomt for forgiftning.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Med udgangspunkt i FAO/WHO's PTWI (provisorisk tolerabelt ugentligt indtag) svarende til en TDI (tolerabelt dagligt indtagelse) på 0,7 µg/ kviksølv pr kg legemsvægt pr dag og med ind-

bygning af en ekstra usikkerhedsfaktor på 10 for at tage hensyn til børns følsomhed for effekter på centralnervesystemet, beregnes TDI til 0,07 µg kviksølv pr kg legemsvægt.

Da mennesker hovedsageligt udsættes for kviksølv gennem føden, tolereres kun et bidrag på 10 % af TDI fra jorden. Under forudsætning af et barn på 10 kg i gennemsnit indtager 0,2 g jord pr dag kan en grænseværdi for jord beregnes til 0,35 mg pr kg jord. Kvalitetskriteriet fastsættes til 1 mg pr kg jord, da det i visse tilfælde kan være vanskeligt at skelne forureningsniveau fra baggrunds niveau.

#### **Afskæringskriteriet**

Jordkvalitetskriteriet på 1 mg/kg er fastsat ca. 3 gange over den toksikologisk beregnede grænseværdi (0,35 mg kviksølv pr kg jord). Beregning af størrelsen af afskæringskriteriet bør derfor i stedet baseres på den beregnede værdi.

Det skønnes, at rådgivning om jordforurening kan reducere eksponeringen med en faktor 10. Afskæringskriteriet fastsættes til 3 mg kviksølv pr kg jord.

#### **Nikkel**

Nikkel er et metal, som udgør ca. 0,01% af vulkanske klipper. Jordforurening med nikkelforbindelser forekommer f.eks. i forbindelse med metalforarbejdende virksomheder. I jord bindes nikkel kraftigt til jordpartiklerne, men kan især ved surt pH frigives og udvaskes.

Gennemsnitlig indtager en voksen 160 µg nikkel pr dag. Nikkel i maden optages kun i ringe grad - under 1%. Men øget optagelse - op mod 30% - forekommer ved indtagelse af letopløselige nikkelsalte på tom mave.

#### **Sundhedsmæssige effekter**

Nikkel anses for kræftfremkaldende, men kun ved indånding. Indtagelse af nikkel i store doser kan medføre akut forgiftning. Den væsentligste sundhedsskadelige effekt af nikkel er hudkontaktallergi (f.eks. fra smykker og knapper). 8-14% af danske kvinder er nikkelallergikere.

Forsøg har vist at nikkelallergikere reagerer på hudkontakt med vandige nikkelopløsninger på 360 ppm, og helt ned til 0,5 ppm, hvis huden er beskadiget og tæt tildækket. Ved provokationsforsøg er set forværring af eksem efter indtagelse af 0,6 mg letopløselig nikkelforbindelse på tom mave, svarende til 0,01 mg pr kg legemsvægt.

#### **Jordkvalitetskriteriet**

Det anses ikke for muligt at fastlægge et jordkvalitetskriterie på grundlag af hudkontakt med nikkelholdig jord.

På grundlag af provokationsforsøget med nikkelallergikere fastlægges den tolerable dosis af letopløselig nikkel til 0,001 mg pr kg legemsvægt, idet der divideres med en usikkerhedsfaktor på 10 for at opnå et nul-effekt niveau. For nikkel bundet i jord vurderes den tolerable dosis at være ca. 30 gange højere pga. reduceret optagelse fra jorden dvs. 0,03 mg pr kg legemsvægt. Jordkvalitetskriteriet beregnes herefter på basis af små børns enkeltstående indtagelse af op til 10 g jord til 30 mg nikkel pr kg jord.

#### **Afskæringskriteriet**

Da rådgivning ikke med tilstrækkelig stor sikkerhed skønnes at kunne forebygge enkeltstående indtagelse af større mængder jord, er afskæringskriteriet sat som jordkvalitetskriteriet dvs. 30 mg nikkel pr kg jord.

## **Zink**

Zink anvendes i galvaniseringsindustrien, i legeringer og i mange andre produkter for eksempel maling, papir, batterier og gummi.

### **Sundhedsmæssige effekter**

Zink er et essentielt mineral, der indgår i en række væsentlige enzymsystemer. Det daglige behov er anslået til 12 mg.

Akutte effekter ved indtagelse er sjældent observeret. Symptomer observeret omfatter kvalme, opkastning, diaré og mavekrampe. Opkastning er set ved doser på 325 til 650 mg zink.

Indånding af omkring 100 mg/m<sup>3</sup> zinkchlorid har forårsaget betændelsesreaktioner i lunger og lungeødem med døden til følge. Metalrøgtefeber (åndedrætsbesvær, feber, hovedpine, hedeture, smerter i benene) har været beskrevet efter indånding af 600 mg/m<sup>3</sup> i zinkoxid i 10 min.

Indtagelse af 660 mg zinksulfat dagligt i 10 uger (behandling mod mavesår) har medført lettere grad af diaré hos 3 ud af 52 patienter. Der er ikke fundet sammenhæng mellem udvikling af kræft og erhvervsmæssig udsættelse for zink.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Det humantoksikologiske kvalitetskriterie er fastsat til 500 mg pr kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Da det humantoksikologiske kvalitetskriterie er relativt højt (500 mg pr kg jord) ville anvendelse af en faktor 10 betyde, at afskæringskriteriet skulle være 5 g pr kg jord. Dette svarer til en væsentlig andel af jordens vægt og volumen. Når det samtidig tages i betragtning, at det økotoxikologiske kvalitetskriterium for zink (100 mg pr kg jord) er væsentlig lavere end det humantoksikologiske jordkvalitetskriterie, og at plantetoksiske effekter kan forekomme, anvendes i stedet en faktor 2. Det betyder, at afskæringskriteriet for zink sættes til 1000 mg pr kg jord.

## **PAH (tjærestoffer)**

Polyaromatiske hydrocarboner - PAH'er - er en stor gruppe organiske kulbrinter, med tre eller flere kondenserede aromatiske ringe, hvoraf benzo(a)pyren og dibenz(a,h)anthracen er de vigtigste i toksikologisk henseende. PAH findes naturligt i råolie og dannes ved ufuldstændig forbrænding af organisk materiale. Jordforurening med PAH findes i forbindelse med petrokemiske anlæg, gasværksgrunde, tjære/asfalt-anlæg, træimprægneringsindustri, energi-og forbrændingsanlæg samt trafik. PAH'er er meget persistente i jordmiljøet.

Føden er en væsentlig kilde til indtagelse af PAH, men indholdet i maden varierer stærkt med kostens sammensætning.

Benzo(a)pyren indtaget kan variere mellem 140 og 2200 µg pr dag. Indholdet af benzo(a)pyren i røg fra en cigaret er 10-20 ng.

I en undersøgelse af frugt fra træer (blomme, pære, æble) kunne der ikke påvises nogen sammenhæng mellem forhøjet koncentration af benzo(a)pyren i jorden og koncentrationer i afgrøder. For bær og lignende fra buske var der kun benzo(a)pyren-analyser af prøver af få bærtyper. Der var ikke nogen klar sammenhæng mellem koncentrationer i jorden og i bærrerne, men på grundlag af resultaterne kan det ikke udelukkes, at der kan være forhøjet indhold af benzo(a)pyren i bær fra forurenede grunde. Dette formodes i så fald overvejende stamme fra benzo(a)pyren, der var optaget i bærrerne fra ophvirvlet støv.

Det fremgår af tabel 2, at der ved spisning af grønsager (herunder skrællede rodfrugter) fra forurenede jord blev beregnet et gennemsnitligt merindtag af benzo(a)pyren på ca. 5 ng/dag. Merindtaget svarer til ca. en fjerdedel af, hvad der accepteres i forbindelse med børns indtagelse af jord, som netop overholder jordkvalitetskriteriet for benzo(a)pyren. Ovenstående beregninger vurderes generelt at være meget konservative, idet de overvurderer merindtaget betydeligt.

Dels er beregningerne foretaget med udgangspunkt i den øverste grænse af rådgivningsintervallet (for benzo(a)pyren, endda ved ca. 2 x afskæringskriteriet), og dels må man forvente, at det rent faktiske merindtag over tid vil ligge væsentligt under det beregnede, da man generelt ikke har hjemmedyrkede afgrøder til at dække konsumet hele året rundt.

Det konkluderes således, at ekstrabidraget af forureningskomponenter, der fås ved indtag af afgrøder dyrket på lettere forurenede jord, er beskedent. Det skal imidlertid bemærkes, at der ikke anses at være nogen nedre grænse for bly og benzo(a)pyrens sundhedsskadelige effekter, hvorfor befolkningens, herunder især børns, eksponering for disse stoffer principielt bør søges minimeret så meget som overhovedet muligt.

Ud fra en samlet betragtning, herunder bl.a. vigtigheden af at vænne børn til at spise frugt og grønt, kan det ikke frarådes at spise afgrøder, dyrket på jord som er forurenede i rådgivningsintervallet. Dette forudsætter dog, at afgrøderne skylles og rengøres grundigt, samt at kartofler og andre rodfrugter altid skrælles før kogning/spisning.

### **Sundhedsmæssige effekter**

PAH er yderst fedtopløseligt og optages let fra lunger, mave-tarmkanal og hud. Ved hudkontakt kan opstå irritation,

acne-lignende udslæt og overfølsomhed. Kultjære anses for kræftfremkaldende, idet tjærens indhold af PAH menes at være af betydning for den kræftfremkaldende effekt.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Det er en forudsætning for anvendelse af jordkvalitetskriteriet, at jorden ikke indeholder klumper af tjære eller asfalt.

For benzo(a)pyren er der pga. stoffets kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt beregnet et kvalitetskriterie på 0,1 mg pr kg jord. Dibenz(a,h) anthracen har samme kræftfremkaldende potent, hvorfor kvalitetskriteriet for denne ligeledes er fastsat til 0,1 mg pr kg jord.

I forbindelse med børns indtag af jord gennem munden svarer et jordkvalitetskriterie for benz(a)pyren på 0,1 mg/kg ved en gennemsnitlig jordindtagelse på 0,2 g jord pr dag til en forøgelse af kræftsisikoen med 10<sup>-6</sup> (d.v.s. et ekstra kræfttilfælde ved livslang udsættelse blandt 1 million personer).

Sammensætningen af PAH i luft og overfladejord har vist sig at være meget ensartet, med et meget konstant forhold mellem benz(a)pyren og de øvrige PAH-stoffer. Benz(a)pyren er således en velegnet indikator for indholdet af PAH i jord.

For at sikre mod en usædvanlig PAH sammensætning er der dog stillet krav /21/ til totalindholdet i form af summen af: 1) Fluoranthen 2) Benz(b+j+k)fluoranthen 3) Benz(a)pyren 4) Dibenz(a,h)anthracen 5) Indeno(1,2,3-cd)pyren på 1,5 mg/kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Det er en forudsætning for anvendelse af afskæringskriteriet, at jorden ikke indeholder klumper af tjære eller asfalt.

Den sundhedsskadelige effekt af PAH skyldes kronisk påvirkning. Det skønnes, at rådgivning om jordforurening kan reducere eksponeringen med en faktor 10.

Afskæringskriteriet fastsættes til: 1) Benzo(a)pyren: 1 mg pr kg jord 2) Dibenz(a,h)anthracen 1 mg pr kg jord. Og sum af: Fluoranthen - benz(b+j+k)fluoranthen - benz(a)pyren - dibenz(a,h)anthracen - indeno(1,2,3-cd)pyren på 15 mg/kg jord.

### **Total kulbrinter (olie)**

Total kulbrinter er en betegnelse for oliekomponenter - det totale indhold af olie i prøven, både den lette og tunge fraktion - indholdet af C5-C35.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Jordkvalitetskriteriet er sat til 100 mg/kg.

### **Afskæringskriteriet**

Miljøstyrelsen har ikke sat et afskæringskriterium for olie.

## Arsen

Arsen er et metallignende grundstof, som i små mængder findes naturligt i jorden. Jordforurening med uorganisk arsen kan bl.a. skyldes træimprægnering, glasforarbejdning eller medicinproduktion. Det er ikke altid Miljøkontrollen måler for arsen og den indgår ikke i målingerne fra haveforeningerne.

### **Sundhedsmæssige effekter**

Uorganisk arsen er mere giftigt end organisk arsen. Dødelige forgiftninger er set ved indtagelse af 70-180 mg arsen(trioxid). Akutte forgiftningssymptomer er set efter indtagelse af drikkevand med 1,2 - 21 mg arsen pr liter. Langvarig udsættelse for uorganisk arsen kan medføre en række helbredsskader, herunder kredsløbsforstyrrelser og koldbrand.

Nul-effekt-niveauet herfor er 0,01 mg arsen pr kg legems-vægt. Visse uorganiske arsenforbindelser kan fremkalde kræft, især hudkræft, men også andre kræftformer er beskrevet.

FAO/WHO har fastsat en provisorisk tolerabel ugentlig indtagelse (PTWI) for uorganisk arsen på 15 µg pr kg legemsvægt, svarende til ca. 2µg pr kg legemsvægt pr dag.

### **Jordkvalitetskriteriet**

Flere beregningsmodeller har dannet grundlag for fastsættelse af jordkvalitetskriteriet.

Det anslås, at små børn (legemsvægt 10 kg) kan indtage op til 5 µg uorganisk arsen med levnedsmidler og 10 µg uorganisk arsen med vand. Når disse uundgåelige bidrag fratrækkes PTWI betyder det, at der kan tolereres indtag med jord af 5 µg uorganisk arsen pr dag. På dette grundlag ville et jordkvalitetskriterie kunne beregnes til 25 mg arsen pr kg jord.

Da bedre data ikke forefindes vælges nul-effekt-niveau for akut toksisk effekt = nul-effekt-niveau for kronisk toksisk effekt = 0,01 mg pr kg legemsvægt. På basis af små børns enkeltstående indtagelse af op til 10 g jord ville et jordkvalitetskriterie på dette grundlag kunne beregnes til 10 mg arsen pr kg jord.

Et jordkvalitetskriterie for arsen, der svarer til en teoretisk 10-6 livstidsrisiko for kræft kan beregnes til 0,03 mg pr kg jord.

Ved beregningerne anvendes den amerikanske miljøstyrelses og WHO's datagrundlag og beregninger. WHO anfører, at der er væsentlige usikkerheder ved disse beregninger, og at arsens kræftfremkaldende effekt mest sandsynligt overvurderes.

Ud fra en samlet vurdering er jordkvalitetskriteriet fastsat til 20 mg arsen pr kg jord.

### **Afskæringskriteriet**

Da det ikke ønskes, at børn ved enkeltstående indtagelse af større mængder jord - op til 10 g - i væsentlig grad overskrider nul-effekt-niveauet på 0,01 mg arsen pr kg legemsvægt, er afskæringskriteriet ligeledes fastlagt til 20 mg arsen pr kg jord.

SLUT

Brev med henvisning til ovenstående materiale er i november 2004 sendt til følgende:

HF Frederiksholm v/formand Tommy Klarr.

HF Frederikshøj v/formand Doris Lausen.

HB Mozart v/formand Anders Sørensen.

HF Musikbyen v/formand Ove Hallgreen.

HF Ny Kongens Enghave v/formand v/formand Lars Holmberg.

HF Solskrænten v/formand Børge Frederiksen.

HF Sydhavn v/formand Susanne Jensen.