

# Undersøgelse af *overfladejord* fra Guldborghave Frugtplantage

Skude & Jacobsen har i 2006-07 gennemført tekniske undersøgelser af overfladejorden på nyligt udstykkede boligparceller på et tidligere frugtplantageareal<sup>1</sup>. Undersøgelserne blev primært rekvireret af daværende Saksøbing Kommune, nu Guldborgsund Kommune.

Af *Abelone Christensen, cand. pharm., Skude & Jacobsen A/S*

## Resultater

Ved undersøgelsen blev der på en stor del af matriklerne fundet lettere forurening med bly, forhøjet indhold af kobber samt indhold af arsen over afskæringskriteriet.

**Tabelf 1** Fundne niveauer af bly, kobber og arsen på de undersøgte grunde (mg/kg TS).

Tungmetal	Fundet niveau på grundene ca. 0-0,5 m u.t.	Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium	Miljøstyrelsens afskæringskriterium
Bly	50-360	40	400
Kobber	130-450	500	1000
Arsen	30-100	20	20

## Kildeidentifikation

Forureningen med bly blev først konstateret i prøve fra en boring ved en opfyldt mergelgrav. For afgrænsning blev der sat boringer, hvorfra prøverne blev analyseret for kulbrinter, PAH og tungmetaller. Billedet var, at forureningen kun fandtes i overfladejorden.

Efter at det var konstateret, at forureningen lå i overfladen, blev det forsøgt at afgrænse forureningen med overfladeprøver, udtaget over 4 matrikler i nærheden af den mergelgrav, hvor der først var fundet forurening. Se tabel 2.

Forureningsbilledet var det samme, en lettere forurening med bly samt et forhøjet niveau af kobber i overfladejorden. På nær i prøve C, som er PAH-belastet, findes jomfruelige niveauer af cadmium, chrom, nikkel og zink.

**Tabelf 2** Resultater af indledende undersøgelse, overfladeprøver (værdier med fed er over kvalitetskriteriet).

Prøve id.	Dybde (m u.t.)	Total kulbrinter	Sum af 7 PAH	Cadmim	Chrom	Kobber	Nikkel	Bly	Zink
A	0-0,5	9,9	0,23	0,23	13	270	9,6	<b>190</b>	56
B	0-0,5	i.p.	0,47	0,21	11	220	8,0	<b>130</b>	50
C	0-0,5	9,9	1,5	0,23	14	310	10	<b>140</b>	56
D	0-0,5	5,9	0,19	0,19	12	210	8,6	<b>130</b>	53
E	0-0,5	8,7	0,98	0,14	12	130	7,1	<b>88</b>	39
F	0-0,5	5,8	0,16	0,23	14	260	9,8	<b>150</b>	55
G	0-0,5	34	0,38	0,44	14	340	11	<b>180</b>	70
H	0-0,5	9,3	0,32	0,33	12	220	8,5	<b>140</b>	51
I	0-0,5	7,8	0,33	0,46	14	380	9,6	<b>210</b>	68
J	0-0,5	9,9	0,26	0,42	13	450	11	<b>250</b>	68
K	0-0,5	9,6	0,45	0,40	13	400	9,9	<b>190</b>	71
L	0-0,5	7,5	0,26	0,27	17	220	12	<b>100</b>	61
O	0-0,5	8,3	0,36	0,31	16	250	12	<b>110</b>	65
P	0-0,5	40	0,39	0,32	13	210	9,8	<b>91</b>	61

**Table 3** Bly-resultater fra overfladejord fra forskellige udtagningsdybder (mg/kg TS).

<b>Guldborghave nr.</b>	<b>46</b>			48			104			106		
Prøve nr. 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
øverste prøve	<b>130</b>	<b>150</b>	<b>230</b>	<b>46</b>	<b>280</b>	<b>85</b>	<b>100</b>	<b>140</b>	<b>230</b>	<b>140</b>	<b>130</b>	<b>130</b>
nederste prøve	<b>110</b>	<b>91</b>	<b>270</b>	<b>120</b>	<b>280</b>	<b>180</b>	<b>120</b>	29	<b>310</b>	<b>120</b>	80	<b>160</b>
<b>Guldborghave nr.</b>	<b>108</b>			109			110			111		
Prøve nr. 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
øverste prøve	<b>41</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>130</b>	<b>230</b>	<b>78</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	66	<b>70</b>	<b>130</b>	48
nederste prøve	<b>120</b>	24	35	<b>360</b>	270	<b>160</b>	20	17	<b>240</b>	24	<b>230</b>	<b>310</b>
<b>Guldborghave nr.</b>	<b>112</b>			113			114			115		
Prøve nr. 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
øverste prøve	<b>98</b>	<b>150</b>	<b>210</b>	5,9	17	<b>99</b>	<b>210</b>	<b>270</b>	17	<b>470</b>	<b>110</b>	<b>130</b>
nederste prøve	<b>160</b>	27	16	23	12	<b>42</b>	20	<b>300</b>	<b>230</b>	<b>440</b>	<b>140</b>	<b>280</b>
<b>Guldborghave nr.</b>	<b>116</b>			117			119			121		
Prøve nr. 1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
øverste prøve	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>240</b>	<b>120</b>	<b>360</b>	<b>180</b>	26	33	17	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>48</b>
nederste prøve	<b>240</b>	19	<b>310</b>	<b>280</b>	20	<b>310</b>	38	20	<b>100</b>	<b>120</b>	26	<b>260</b>

øverste prøve er højest (15 stk.)  
 nederste prøve er højest (15 stk.)  
**fed** overskrider kvalitetskriteriet

Der er ikke nogen tendens til en nedadgående gradient, hvilket indikerer, at jorden er omrodet efter påvirkning

Jomfruelige PAH-indhold og zinkindhold under 100 mg/kg TS er sikre tegn på, at der ikke er tale om tilkøbt fyldjord. Efter disse indledende undersøgelser begyndte vi at analysere prøverne for arsen.

### Vertikal udbredelse

Som et led i undersøgelsen blev der analyseret for bly i prøver fra forskellige udtagningsdybder, hvorefter tallene blev sammenlignet: Se tabel 3.

**Table 4**

Fundne baggrunds niveauer af bly, kobber og arsen på de undersøgte grunde (mg/kg TS).

Fundet niveau på grundene ca. 0,5-0,7 m u.t.	Normalt baggrunds-niveau i Danmark
Bly	12
Kobber	9
Arsen	4

Det ses, at der ikke er tendens til, at prøver af den aller-øverste jord (ca.0-15 cm) indeholder mere bly end prøver fra dybden lige under (ca.15-30 cm). Da bly ikke regnes som mobilt, vurderer vi, at årsagen til dette må være, at jorden er blevet kraftigt omrodet efter rydning af træerne. Blyindholdet i den intakte jord overholder generelt Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium.

### Lokalt baggrunds niveau

På 16 grunde er der udtaget prøver af den intakte jord, og der er for denne lokalitet beregnet et baggrunds niveau for den intakte jords indhold af bly, arsen og kobber. Ved beregningen er alene medtaget de værdier, som fremstod som normalfordelte værdier stammende fra samme population. Se tabel 4 og figur 1.

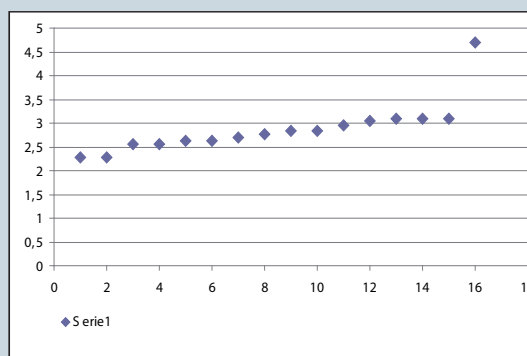
Selvom niveauet af arsen i den intakte jord overholder kvalitetskriteriet og er markant lavere end i den ovenliggende jord, ses en tendens til et lettere forhøjet niveau i forhold til det normale baggrunds niveau i Danmark<sup>2</sup>.

### Mobilitet

Det er en generel opfattelse af, at tungmetallerne kobber og bly bindes hårdt til jordpartiklerne og derfor er relativt immobile i jordmiljøet, mens arsen bindes mindre hårdt<sup>3</sup>. For at undersøge, om resultaterne kunne afsløre en tendens til mobilitet af arsen, har vi sammenlignet de fundne indhold af arsen og bly i prøverne med de indhold, som man måtte forvente ud fra en viden om, at arealet var sprøjtet med blyarsenat. Se tabel 5

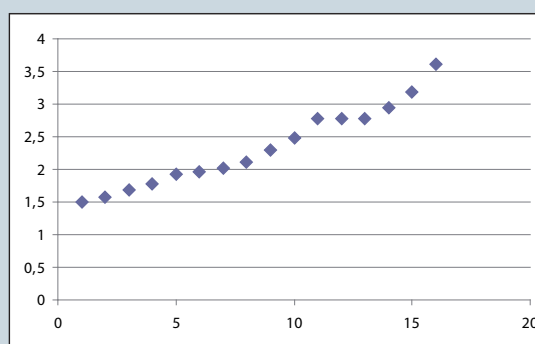
Der ses en tendens til, at den omrodede øverste jord indeholder "for lidt" arsen i forhold til det forventede, og at den intakte jord indeholder "for meget" i forhold til det forventede (ud fra den kemiske sammensætning af blyarsenat). Hertil kommer, at der før anvendelse af blyarsenat

Figur 1 Bly



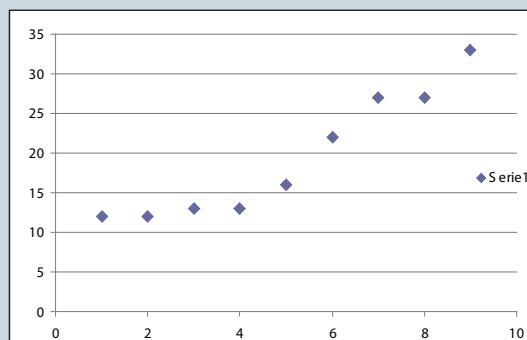
Det ses, at blyindholdet i prøven fra grund falder udenfor populationen. Baggrunds niveauet af bly beregnes derfor som gennemsnittet af de øvrige værdier (16,3 mg Pb/kg TS).

Figur 2 Arsen



Der regnes på de første 8 værdier, da de 8 højeste er tydeligt belastet (ikke en helt ensartet population, men indikation af et baggrunds niveau). Gennemsnittet bliver 6,3 mg As/kg TS.

Figur 3 Kobber



Der regnes alene på de første 4 værdier. Gennemsnittet bliver 12,5 mg Cu/kg TS.


blev anvendt et arsenholdigt pesticid uden bly<sup>4</sup>. Man kunne derfor forvente, at der var meget mere arsen tilbage i jorden i forhold til bly. Et "manglende" indhold af arsen i overfladejorden kan hænge sammen med, at arsen er optaget i træer og frugt eller vasket ud af jorden. Tilførsel af fosfat som plantenæringsstof kan forøge både mobilitet og planteoptagelse af arsen i jorden<sup>5</sup>. Se tabel 6.

Da den intakte jord (0,5-0,7 m u.t.) indeholder "for meget" i forhold til det forventede (ud fra sammensætningen af bly-arsenat), og det fundne baggrunds niveau her er let forhøjet i forhold til det normale baggrunds niveau, kan forholdet måske skyldes, at der er sket en vis mobilisering af arsen ned i jorden på denne lokalitet. Forskellene er dog ikke store nok til at give en sikker vurdering af mobiliteten.

*Tabel 5* Forhold mellem bly og arsen i omrodet jord (øverste prøve fra grundene) .

Da blyarsenat indeholder 59,7 % Pb og 21,6 % As, er det forventede forhold mellem arsen og bly er  $21,6/59,7 = 0,36$  .  
 Det ses, at genfindingen af arsen i den omrodede jord er lavere end forventet i de fleste prøver.

Guldborg- have nr.	Boring	bly	arsen	Forhold As/Pb	Værdier korr. F. baggrundskoncentration, Pb 16, As 6		
					bly korr. for baggrund, 16	arsen korr. for baggrund, 6	forhold As/Pb korr. værdier
46	1	130	30	0,23	124	24	0,19
	2	150	33	0,22	144	27	0,19
	3	230	38	0,17	224	32	0,14
48	1	46	9,2	0,20	40	3,2	0,08
	2	280	50	0,18	274	44	0,16
	3	85	18	0,21	79	12	0,15
104	1	100	21	0,21	94	15	0,16
	2	140	21	0,15	134	15	0,11
	3	230	48	0,21	224	42	0,19
106	1	140	28	0,20	134	22	0,16
	2	130	25	0,19	124	19	0,15
	3	130	34	0,26	124	28	0,23
108	1	41	13	0,32	35	7	0,20
	2	120	24	0,20	114	18	0,16
	3	150	42	0,28	144	36	0,25
109	1	130	24	0,18	124	18	0,15
	2	230	49	0,21	224	43	0,19
	3	78	22	0,28	72	16	0,22
110	1	170	32	0,19	164	26	0,16
	2	200	59	0,30	194	53	0,27
	3	66	16	0,24	60	10	0,17
111	1	70	16	0,23	64	10	0,16
	2	130	27	0,21	124	21	0,17
	3	48	19	0,40	42	13	0,31
112	1	98	33	0,34	92	27	0,29
	2	150	33	0,22	144	27	0,19
	3	210	57	0,36	204	51	0,25
113	1	5,9	2,1	0,36	-0,1	-3,9	39,00
	2	17	9,8	0,58	11	3,8	0,35
	3	99	19	0,19	93	13	0,14
114	1	210	49	0,23	204	43	0,21
	2	270	55	0,20	264	49	0,19
	3	17	20	1,18	11	14	1,27
115	1	470	110	0,23	464	104	0,22
	2	110	28	0,25	104	22	0,21
	3	130	24	0,18	124	18	0,15
116	1	190	48	0,25	184	42	0,23
	2	190	43	0,23	184	37	0,20
	3	240	46	0,19	234	40	0,17
117	1	120	19	0,16	114	13	0,11
	2	360	83	0,23	354	77	0,22
	3	180	32	0,18	174	26	0,15
119	1	26	7,1	0,27	20	1,1	0,06
	2	33	8,9	0,27	27	2,9	0,11
	3	17	1,6	0,09	11	-4,4	-0,40
121	1	160	26	0,16	154	20	0,13
	2	160	31	0,19	154	25	0,16
	3	48	9,2	0,19	42	3,2	0,08

 forhold As/Pb lavere end forventet (0,36)

Der ses en tendens til, at den omrodede øverste jord indeholder "for lidt" arsen i forhold til det forventede, og at den intakte jord indeholder "for meget" i forhold til det forventede (ud fra den kemiske sammensætning af blyarsenat). Hertil kommer, at der før anvendelse af blyarsenat blev anvendt et arsenholdigt pesticid uden bly<sup>4</sup>. Man kunne derfor forvente, at der var meget mere arsen tilbage i jorden i forhold til bly. Et "manglende" indhold af arsen i overfladejorden kan hænge sammen med, at arsen er optaget i træer og frugt eller vasket ud af jorden. Tilførsel af fosfat som plantenæringsstof kan forøge både mobilitet og planteoptagelse af arsen i jorden<sup>5</sup>. Se tabel 6

Da den intakte jord (0,5-0,7 m u.t.) indeholder "for meget" i forhold til det forventede (ud fra sammensætningen af blyarsenat), og det fundne baggrunds niveau her er let forhøjet i forhold til det normale baggrunds niveau, kan forholdet måske skyldes, at der er sket en vis mobilisering af arsen ned i jorden på denne lokalitet. Forskellene er dog ikke store nok til at give en sikker vurdering af mobiliteten.

### Vurdering

Det vurderes efter de foretagne tekniske undersøgelser sammenholdt med den historiske redegørelse<sup>4</sup>, at der på arealer med tidligere intensiv drift af frugtplantage kan findes forhøjede indhold af bly, kobber og arsen i omrørt overfladejord såvel som i det intakte underliggende lag.

### Anbefalinger ved tekniske undersøgelser på tidl. frugtplantager

Da resultaterne af denne undersøgelse indikerer, at der ved rydning af plantagen er foregået en kraftig omrodning af jorden, bør prøveudtagning foregå fra forskellige dybder i jorden ved undersøgelser af overfladejord fra nedlagte frugtplantager.

Da en prøveudtagning alene i de øverste 20 cm kan give falsk negativt resultat, hvis arealet er bebygget, og der er tilført et muldlag ved anlæggelse af haven, anbefales det at udtage overfladeprøverne f.eks. inddelt i jordsøjler ned til intakt jord. Der bør ved tekniske undersøgelser af overfladejord også tages prøver af den intakte jord for dokumentation af baggrunds niveauet på den pågældende lokalitet.

### Referencer

- 1) Saksøbing Kommune, Miljøteknisk undersøgelse i Guldborghave udstykningen, Skude & Jacobsen A/S, 2006.
- 2) Jensen, 2003.
- 3) Arne Helveg, Kemiske stoffer i miljøet, Gads Forlag, København 2000.
- 4) Region Sjælland, Historisk redegørelse for Guldborghave frugtplantage, Skude & Jacobsen, september 2007.
- 5) Peryea, F.J. (1991) Phosphate-Induced Release of Arsenic from Soils Contaminated with Lead Arsenate. Soil Science Society of America Journal, Vol. 55,5 Sept.-Oct., 1301-1306.

Tak til:

Fhv. forskningsprofessor, dr. agro. Arne Helveg for gode råd til manuskriptet.


**Tabel 6** Forhold mellem bly og arsen i intakt jord (bundprøven fra boring B3 fra grundene).

Da blyarsenat indeholder 59,7 % Pb og 21,6 % As, er det forventede forhold mellem arsen og bly er  $21,6/59,7 = 0,36$

Have nr.	bly	arsen	forhold As/Pb
46	13	5,9	0,45
48	13	10	0,77
104	19	8,2	0,43
106	16	5,4	0,34
108	15	4,8	0,32
109	22	7,1	0,32
110	17	24	1,41
111	21	19	0,90
112	22	16	0,73
113	22	4,5	0,20
114	110	37	0,34
115	9,7	6,8	0,70
116	14	16	1,14
117	9,8	16	1,63
119	17	12	0,71
121	14	7,5	0,54

Det ses, at genfindingen af arsen i den intakte jord er højere end forventet i en del prøver

 Forhold As/Pb højere end forventet

 Bly højere end baggrunds niveau