

## I HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPENS RAPPORTSERIE INGÅR:

1. Slamspridning på åkermark,  
Per-Göran Andersson, Malmöhus läns Hushållningssällskap  
Peter Nilsson, VA-teknik & Vattenvård, 1996
2. Slamspridning i energiskog,  
Hushållningssällskapet i Stockholms och Uppsala län  
På uppdrag av Stockholm Vatten AB, 1996
3. Hem- och hushållsekonomisk utbildning av ryska landsbygdskvinnor.  
Rapport för verksamhetsåret 1996, Hushållningssällskapens Förbund och MaToS HB  
på uppdrag av Sida, 1997
4. Fiskevårdsområdenas betydelse för fritidsfiskemöjligheterna, fiskevattenägarna och  
fiskevärden - en utvärdering,  
Björn Tengelin, Sveriges Fiskevattenägare Förbund  
Hushållningssällskapet Östergötland, 1997
5. Prisutveckling på lantbruksfastigheter i Skåne mellan 1990 och 1997  
Pär Hultberg,  
Hushållningssällskapet Malmöhus, 1997
6. Avveckling av Storförsök Syd och återställning av marken  
Annika Henriksson,  
Hushållningssällskapet Malmöhus, 1997
7. The Challenge for the future: Improving the Quality of Life  
Margaretha Sjögren,  
Hushållningssällskapens Förbund och MaToS HB, 1997
8. Avloppsslam - resurs eller fara för kretsloppet?  
Red. Ola Bixo, Per-Göran Andersson, Malmöhus läns  
Hushållningssällskap
9. Genmodifierade livsmedel på nätet  
Margareta Frost-Johansson,  
Hushållningssällskapet i norra Älvsborg, 1997
10. Slamspridning på åkermark,  
Lägesrapport 1998-99,  
Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus, 2000
11. Slamspridning på åkermark,  
Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Mamö och Lund under åren 1981-2001.  
Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus, 2002
12. Rötslam i växtföljden,  
Ett växtnäringsförsök med biomull.  
Anna Wassberg, Lars Danielsson, Börje Lindén, Stockholm - Uppsala 2003
13. Slamspridning på åkermark,  
Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-2003.  
Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus, 2005

Hushållningssällskapet Malmöhus  
Borgeby slottsväg 13  
237 91 Bjärred  
Tel: 046-71 36 00  
Fax: 046-70 61 35  
E-post: [info@hs-m.hush.se](mailto:info@hs-m.hush.se)

Hushållningssällskapens Förbund  
Stortorget 7  
111 29 Stockholm  
Tel: 08-545 278 00  
Fax: 08-21 50 75  
E-post: [info@hush.se](mailto:info@hush.se)

ISSN 1402-1951  
ISBN 91-88668-54-1



HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPENS RAPPORTSERIE

Hushållningssällskapen är regionalt baserade, fristående kunskapsorganisationer med ett starkt medlemsinflytande. Vår gemensamma värdegrund utgår från viljan att vårda och utveckla landsbygden och dess näringar.

Vi utvecklar och överför kunskap, baserad på försök och forskning.

Våra huvudsakliga kunskapsområden är Lantbruk, Landsbygd, Mat och Miljö.

[www.hush.se](http://www.hush.se)

# Slamspridning på åkermark

## FÄLTFÖRSÖK MED KOMMUNALT AVLOPPSSLAM FRÅN MALMÖ OCH LUND UNDER ÅREN 1981 - 2003

Ett projekt i samverkan mellan kommunerna  
Malmö, Lund, Trelleborg, Kävlinge, Burlöv, Lomma,  
Staffanstorps och Svedala, samt SYSAV

*Per-Göran Andersson*

*Skåne i april 2005*

## Förord

Slammets vara eller icke vara på vår åkermark är ständigt utsatt för debatt. Så var det redan på sjuttioalet och så är det idag. En grupp förutseende personer från bl.a. SYSAV, Hushållningssällskapet Malmöhus, SSK och LRF insåg att frågan borde belysas med forskning i verkligheten, dvs. genom fältförsök. Tack vare deras initiativ startades en försöksserien för att utröna kort- och långsiktiga effekter av kommunalt avloppsslam på åkermark. Positiva såväl som negativa. Från början var det fem försök. Efter hand har man koncentrerat sig på två av dessa försök, Igelösa vid Lund och Petersborg vid Malmö.

Det är dessa två försök som startades 1981 och än idag fortgår, som denna redogörelse grundar sig på. Vart annat år har det gjorts en rapport om försöken. Tidigare publicerade rapporter finns att rekvirera från Hushållningssällskapet Malmöhus eller SYSAV Utveckling.

Projektet "Slamspridning på åkermark" är unikt, inte bara i Sverige, utan även i Europa. Det är ett praktiskt genomfört fältförsök där man under lång tid följt hur upprepade slamtillförsel påverkar åkermarken och dess växter.

Trots att det emellanåt varit mer eller mindre totalstopp för tillförsel av slam till åkermark, har försöken fortsatt. Det är angeläget att fortsätta försöken, inte minst med tanke på att här finns ett helt enastående, och unikt, material att arbeta vidare med. För att få en kontinuitet i försöken och finna nya intressanta frågeställningar att arbeta vidare med så sammanträder projektgruppen 4-5 gånger årligen. Projektgruppen har följande sammansättning:

Bengt Andersson, VA-verket, Malmö. Ordförande

Martin Hallmer, SYSAV Utveckling AB. Sekreterare

Yngve Darte, Va-verket, Lund

Stig Edner, SYSAV Utveckling AB

Christopher Gruvberger, VA-verket, Malmö

Erling Midlöv, VA-verket, Malmö

Henrik Aspegren, VA-verket, Malmö

Per-Göran Andersson, AREAL PG Andersson

En gång om året sammanträder projektgruppen med övriga finansiärer från kommunerna.

På uppdrag av projektet, och som representant för Hushållningssällskapet Malmöhus, har denna rapport framtagits och sammanställts av:

Per-Göran Andersson

AREAL PG Andersson

Odlarevägen 54

246 33 LÖDDEKÖPINGE

Tel. 046-738846

Epost. pga@areal.m.se

<b>FÖRORD.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>4</b>
1.1. MÅLSÄTTNING MED PROJEKTET .....	4
1.2. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING OCH DESIGN .....	4
1.2.1. <i>Försöksplan</i> .....	5
1.2.2. <i>Grödor och tidpunkt för slamspridning</i> .....	6
1.3. FÖRSÖKSPLATSERNA .....	6
1.3.1. <i>Igelösa</i> .....	6
1.3.2. <i>Petersborg</i> .....	6
1.4. PROVTAGNING, PROVHANTERING OCH ANALYSER.....	7
1.4.1. <i>Slam</i> .....	7
1.4.2. <i>Jord</i> .....	8
1.4.3. <i>Gröda</i> .....	8
<b>2. EGENSKAPER HOS TILLFÖRT SLAM.....</b>	<b>9</b>
2.1. VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL .....	9
2.2. METALLINNEHÅLL .....	10
<b>3. FÖRSÖKSRESULTAT 2002 .....</b>	<b>11</b>
3.1. EFFEKT PÅ SKÖRDEN .....	11
3.1.1. <i>Igelösa</i> .....	11
3.1.2. <i>Petersborg</i> .....	11
3.2. SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV TUNGMETALLER .....	12
3.2.1. <i>Igelösa</i> .....	12
3.2.2. <i>Petersborg</i> .....	12
3.3. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL .....	13
3.3.1. <i>Igelösa</i> .....	13
3.3.2. <i>Petersborg</i> .....	13
3.4. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS METALLINNEHÅLL .....	14
3.4.1. <i>Igelösa</i> .....	14
3.4.2. <i>Petersborg</i> .....	14
<b>4. FÖRSÖKSRESULTAT 2003 .....</b>	<b>15</b>
4.1. EFFEKT PÅ SKÖRDEN .....	15
4.1.1. <i>Igelösa</i> .....	15
4.1.2. <i>Petersborg</i> .....	15
4.2. SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV TUNGMETALLER .....	16
4.2.1. <i>Igelösa</i> .....	16
4.2.2. <i>Petersborg</i> .....	16
<b>FÖRSÖKSRESULTAT 1981-2003 .....</b>	<b>17</b>
<b>5. SLAMMETS EFFEKT PÅ SKÖRDEN.....</b>	<b>17</b>
5.1. FÖRSTA ÅRET EFTER TILLFÖRSEL AV SLAM .....	17
5.2. ANDRA ÅRET EFTER TILLFÖRSEL AV SLAM .....	17
5.3. TREDJE ÅRET EFTER TILLFÖRSEL AV SLAM .....	18
5.4. FJÄRDE ÅRET EFTER TILLFÖRSEL AV SLAM .....	18
5.5. SLAMMETS EFFEKT PÅ OLIKA GRÖDOR .....	19
5.5.1. <i>Höstraps</i> .....	19
5.5.2. <i>Vårsäd (vårkorn, vårvete, havre)</i> .....	19

5.5.3. Höstvete.....	20
5.5.4. Sockerbetor.....	20
5.5.5. Konservärt.....	21
5.5.6. Rödsvingelfrö.....	21
5.6. SAMMANFATTNING ÅR/GRÖDA. EKONOMISKT UTFALL.....	21
<b>6. SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV METALLER.....</b>	<b>24</b>
6.1. SAMMANSTÄLLNING AV METALLER I GRÖDORNA 1993-2003 PÅ ISELÖSA OCH PETERSBORG.....	24
6.1.1. Metaller i skördeprodukter 1993-2003 på Igelösa.....	24
6.1.2. Metaller i skördeprodukter 1993-2003 på Petersborg.....	26
<b>7. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL.....</b>	<b>28</b>
<b>9. SAMMANFATTNING AV ÅREN 1981-2003.....</b>	<b>33</b>
9.1. SLAMMETS EFFEKT PÅ SKÖRDEPRODUKTERNA.....	33
9.1.1 Effekt på skördens storlek.....	33
9.1.2 Metaller i skördeprodukter.....	33
9.2. PÅVERKAN PÅ MARKEN.....	33
9.2.1 Påverkan på markens växtnäringsinnehåll.....	33
9.2.2 Påverkan på markens metallinnehåll.....	34
9.3. SLAMMETS KVALITET.....	34
9.3.1 Växtnäringsämnen och metaller i använt slam.....	34

## 1. Inledning

Projektet startade 1981. Initiativtagare var LRF, Hushållningssällskapet Malmöhus, SSK och SYSAV. Uppdragsgivare och finansiärer har sedan starten varit de nio kommunerna i sydvästra Skånes kommunförbund (SSK-regionen) i samverkan med SYSAV, Sydvästra Skånes Avfalls AB (senare SYSAV Utveckling AB). Under några år har även VA-Forsk finansiellt stött projektet. Målsättningen från början var att undersöka slammets växtnäringvärde och hur slammets innehåll av tungmetaller påverkar markens, och olika gröders metallinnehåll. Fältförsök startade på fem platser i sydvästra Skåne. Tre av försöken har avslutats och är tidigare redovisade. Projektet har arbetat vidare med de två övriga försöksplatserna. Dessa är Igelösa gård, strax nordost om Lund och Petersborgs gård strax söder om Malmö. Slam har levererats från Källbyverket i Lund respektive Sjölundaverket i Malmö. Första gången slam spreds på försöksytorna var hösten 1981. Därefter har slam tillförts hösten 1985, hösten 1989, hösten 1993, hösten 1997 och hösten 2001.

För projektledning av fältförsöken ansvarar Hushållningssällskapet Malmöhus. Projektledare för denna del är sedan 1988, Per-Göran Andersson, numera på uppdrag av Hushållningssällskapet genom det egna företaget AREAL PG Andersson.

Under åren 1989-1997 ingick s k organiska miljöstörande ämnen som en viktig del i undersökningarna. Angreppssättet har varit att analysera ett mycket stort antal organiska ämnen i slammet och med utgångspunkt från dessa resultat, dvs. de ämnen som identifierats, fortsätta att undersöka dessa i jord och gröda.

Vid två tillfällen , 1990-1991 och 1996-1997, har undersökning utförts om hur slamgödsling påverkar maskarna i marken.

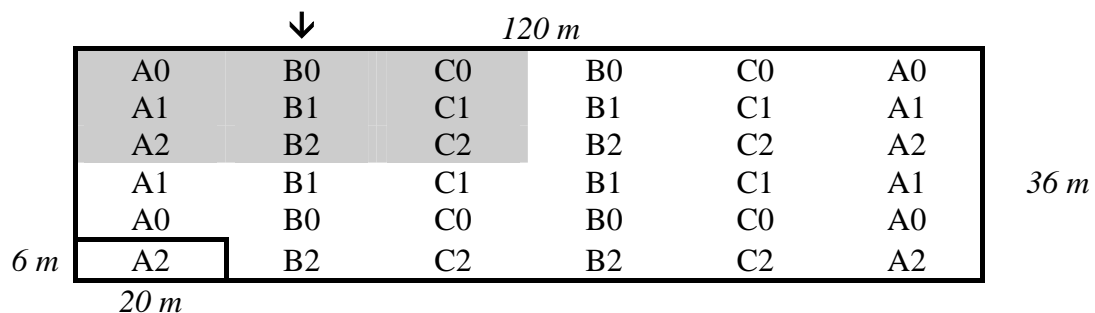
### 1.1. Målsättning med projektet

Målsättning med projektet är att undersöka effekten på såväl mark som gröda vid spridning av slam på åkermark. Detta innebär att effekterna av tillförsel av näringsämnen, metaller, mikrospårämnen och mullbildande ämnen skall utvärderas och kvantifieras. Vidare skall tillförsel av organiska miljöstörande ämnen identifieras, kvantifieras och riskbedömas.

### 1.2. Försöksuppläggning och design

För att få större säkerhet, och minska effekterna av försöksfel, utförs fältförsök nästan utan undantag med ett antal upprepningar, dvs. varje försöksled upprepas ett antal gånger. Det vanligaste är fyra upprepningar. Så är också fallet med dessa slamförsök. Av praktiska och statistiska skäl ordnas försöksleden i olika block

Försöket är alltså utfört som ett blockförsök. I varje block ingår alla försöksleden och blocken kommer därför att utgöra en komplett upprepning. Inom varje block skall, om möjligt, försöksrutorna placeras slumpmässigt. Denna princip måste man dock i många fall frånga, av praktiska skäl.



Det gråmarkerade området är i detta fallet ett block. Som synes är inte rutorna fritt slumpade inom blocket, utan ett visst systematiskt mönster kan urskiljas. Orsaken till detta är att det inte går med en slamspridare att köra in i ett rutförsök och sprida varje ruta för sig. Spridaren måste vara i gång när man med jämn hastighet kör in i försöket och sprider ett antal rutor på en gång. Man kör in vid pilen och lägger mängden 4 ton TS/ha varefter man tar nästa rad med B-led. På samma sätt gör man med mineralgödsel vågrätt.

Om man inte hade gjort på detta sätt hade det varit nödvändigt att göra ett mycket större försök, för att möjliggöra att man behandlar varje enskild ruta för sig själv. Konsekvensen av detta hade varit att man hade fått mycket större variation i jordart och därmed ett större försöksfel. En annan konsekvens hade blivit att risken för felbehandlingar hade blivit mycket större i ett långt perspektiv.

I fältförsöken finns ett helt obehandlat led (A0). Här har varken avloppsslam eller mineralgödsel tillförts sedan 1981.

Tillförsel i de slambehandlade leden är motsvarande 1 ton och 3 ton torrsubstans per år. Tillförsel har skett vart fjärde år med 4 respektive 12 ton torrsubstans per tillfälle. B-ledet, 4 ton TS per tillfälle, motsvarar den, vid försökens starttidpunkt, av Naturvårdsverket maximalt rekommenderade givan. C-ledet är tänkt att simulera långtidseffekterna, men också att studera vad som händer när vi provocerar det ekologiska systemet.

Både led med, och utan, slam har kombinerats med olika mängder mineralgödsel. Tillförseln har varit 0, halv (1/2) respektive hel (1/1) giva av kväve i förhållande till vad som betraktas som normal gödsling för respektive gröda. Vid halv och hel kvävetillförsel har rekommenderad mängd av fosfor och kalium tillförts. Alla kombinationer mellan de olika mängderna av mineralgödsel och slam förekommer.

### 1.2.1. Försöksplan

Se även principskissen under föregående avsnitt.

A Utan slam

B Slam. 4 ton TS (torrsubstans) per hektar vart 4:e år (1981,1985,1989,1993,1997,2001)

C Slam. 12 ton TS (torrsubstans) per hektar vart 4:e år (1981,1985,1989,1993,1997,2001)

0 Utan mineralgödsel

1 NPK i förhållande till gröda. 1/2 N-giva, 1/1 PK-giva

2 NPK i förhållande till gröda. 1/1 N-giva, 1/1 PK-giva

Fältförsöksarbetet utförs av den försökspatrull vid Hushållningssällskapet som är lokaliserad vid Borgeby gård. Ansvarig för detta utförande är Jörgen Mårtensson.

### 1.2.2. Grödor och tidpunkt för slamspridning

<u>År</u>	<u>Igelösa</u>	<u>Petersborg</u>	<u>År/cykel</u>
<b>1981</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/1</b>
1982	Odling av höstvet	Odling av höstvet	1/1
1983	Odling av sockerbetor	Odling av sockerbetor	2/1
1984	Odling av vårvete	Odling av vårkorn	3/1
1985	Odling av havre	Odling av höstraps	4/1
<b>1985</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/2</b>
1986	Odling av höstvet	Odling av höstvet	1/2
1987	Odling av sockerbetor	Odling av sockerbetor	2/2
1988	Odling av vårvete	Odling av vårkorn	3/2
1989	Odling av vårkorn	Odling av höstraps	4/2
<b>1989</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/3</b>
1990	Odling av höstraps	Odling av höstvet	1/3
1991	Odling av höstvet	Odling av sockerbetor	2/3
1992	Odling av sockerbetor	Odling av vårkorn	3/3
1993	Odling av vårvete	Odling av höstraps	4/3
<b>1993</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/4</b>
1994	Odling av konservärt	Odling av höstvet	1/4
1995	Odling av höstraps	Odling av sockerbetor	2/4
1996	Odling av höstvet	Odling av vårkorn	3/4
1997	Odling av sockerbetor	Odling av höstvet	4/4
<b>1997</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/5</b>
1998	Odling av vårvete	Odling av sockerbetor	1/5
1998	Tillförsel av kalkstensmjöl, 6 ton/ha	Tillförsel av kalkstensmjöl, 4 ton/ha	
1999	Odlig av vårkorn	Odling av vårkorn	2/5
2000	Odling av konservärt	Odling av vårkorn	3/5
2001	Odling av höstraps	Odling av höstraps	4/5
<b>2001</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>Slamspridning</b>	<b>0/6</b>
2002	Odling av höstvet	Odling av höstvet	1/6
2003	Odling av rödsvingelfrö	Odling av sockerbetor	2/6

1998 kalkades båda försöksplatserna med kalkstensmjöl. Genom den allmänna försurningen hade pH-värdena sjunkit till en icke acceptabel nivå.

### 1.3. Försöksplatserna

#### 1.3.1. Igelösa

Försöksfältet är beläget på Igelösa gård en knapp mil nordost om Lund. Gården ägs och brukas av Svenstorps gods. Gården representerar en större kreaturslös gård, med för trakten normal jordart.

#### 1.3.2. Petersborg

Försöksfältet är beläget på Petersborgs gård några kilometer söder om Malmö. Gården ägs och brukas av Peter Bager. Försöksplatsen representerar en jordart som är typisk för Söderslätt med låg mullhalt. Gården drivs kreaturslöst.

Tabell 1. Jordanalyser på försöksplatserna 1981.

Försöksplats	pH	Lättlöslig växtnäring*				Jordart
		P	K	Ca	Mg	
Igelösa	7,0	9,0	11,4	415	10	mmhML=måttligt mullhaltig mellanlera
Petersborg	6,8	11,1	8,9	195	7	nmhLL= något mullhaltig lättlera

\*Ammoniumlaktatlösning

Med *måttligt mullhaltig* menas att jorden innehåller 3-6 % mull och är jorden *något mullhaltig* innehåller den 2-3 % mull. En *lättlera* innehåller 15-25 % ler och en *mellanlera* 25-40 % ler.

Platserna valdes med tanke på att de skulle vara representativa för respektive trakt. Båda platserna representerar skånsk slättbygd. Försöksplatserna är båda belägna på den så kallade sydvästmoränen, vilken karakteriseras av bl.a. god bördighet och ringa stenförekomst. Sammanfattningsvis kan sägas att försöksplatserna väl representerar jordarna i respektive område.

#### 1.4. Provtagning, provhantering och analyser

Ett omfattande provtagnings- och analysprogram har utförts i projektet. Åren direkt före respektive efter slamspridning, dvs. 1981, 1982, 1985, 1986, 1989, 1990, 1993, 1994, 1997, 1998, 2001 och 2002, har ett större analysprogram genomförts. Åren dessemellan har i huvudsak leden A0 och C0 studerats, dvs. leden utan mineralgödsel där tredubbel giva av slam har jämförts med helt obehandlat led. Där möjlighet funnits har analyserna utförts enligt SIS-standard och på ackrediterat laboratorium.

##### 1.4.1. Slam

Samma analysprogram har tillämpats för slam och matjorden, ifråga om växtnärsämnen och metaller. Delprov uttages kontinuerligt från det använda slammet vid spridningstillfället. Delproverna blandas och ett samlingsprov erhålls. Detta prov sändes till laboratoriet, AnalyCen i Kristianstad, för kemisk analys. Prov för kväveanalys fryses omedelbart och sändes i fryst tillstånd till AnalyCen för analys av ammonium- och nitratkväve.

Vid tre spridningstillfällen, 1989, 1993 och 1997, togs det ut prover för analys av organiska föreningar. Som huvudanalys avseende organiska ämnen valdes "Priority Pollutants" (PP). De ämnen som ingår i denna lista är framtagna för att de är miljöfarliga (toxiska, svårnedbrytbara och bioackumulerbara) och för att de finns och/eller används mer eller mindre i samhället idag. Denna PP-lista kommer ursprungligen från USA, men SI-Senter har tillsammans med norska naturvårdsverket anpassat listan till de mest relevanta ämnen för Norden och dessa är totalt 70 stycken.

Resultaten för organiska ämnen och bekämpningsmedelsrester har redovisats i tidigare rapporter och berörs ej i denna publikation.

#### 1.4.2. Jord

Provtagning i jord har, av resursskäl, skett försöksledsvis. Samlingsprov från varje försöksruta tas ut och blandas till ett prov per försöksled, dvs. varje prov består av fyra samlingsprov, som i sin tur består av ett antal stick med jordborr per försöksruta. På varje prov utförs i laboratorium (AnalyCen) dubbelanalys. Medeltalet av dessa analyser redovisas.

För att kunna utföra en statistisk bearbetning av analysresultaten från jordprovtagning, utfördes 1997 en mer omfattande provtagning. Vid detta tillfälle togs det ut jordprover rutvis och analys av dessa skedde. Istället för 9 jordprov blev det nu istället 36 jordprov per försök. Detta förfarande möjliggjorde en statistisk bearbetning av analysresultaten. Dessa resultat är tidigare redovisade.

Två år av fyra har **varje** försöksled provtagits och analyserats. Åren dessemellan har endast leden A0 och C0 provtagits. Följande analyser har utförts: pH-H<sub>2</sub>O, P-AL, P-HCl, K-AL, K-HCl, Ca-AL, Mg-AL, S och mullhalt samt Hg, Cd, Pb, As, Cr, Co, Ni, Mn, Cu, Zn och B. Under senare år har även Ag (silver) och Sn (tenn) analyserats. Provtagning sker i matjorden ned till 25 cm. Proverna läggs i speciella provkartonger och transporteras med bil till AnalyCen i Kristianstad för analys. Kväve analyseras två gånger årligen i led A0 och C0. Dels på hösten innan vinterns inträde, dels på våren före vårbruk. Provtagning sker i två skikt; 0-30 och 30-60 cm. Dessa prover fryses direkt och transporteras till AnalyCen i fryst skick. Analysen omfattar både ammonium-(NH<sub>4</sub>) och nitratkväve (NO<sub>3</sub>).

#### 1.4.3. Gröda

All skörd av gröda har utförts rutvis, dvs. fyra skördeytor á 20 m<sup>2</sup> per försöksled, totalt 36 rutor per försök. Denna metod möjliggör statistisk bearbetning av skördarnas storlek, för att utröna om statistiskt säkra skillnader föreligger mellan försöksleden.

Skördeprodukterna analyseras enbart på de delar som förs bort från fältet. För spannmål analyseras alltså kärna, men inte halm. Frö analyseras av oljevaxter, konservärt och rödsvingel, men inte halm och sockerbetsroten analyseras, men inte blasten. I kärna bestäms torrs substans, renhet, rymdvikt, falltal och proteinhalt. I oljeväxtfrö bestäms torrs substans, renhet, klorofyll, proteinhalt och oljehalt. För sockerbetorna utförs de för sockerbetorna normala analyserna, nämligen renvikt, sockerhalt, blåtal, K+Na, sockerutbyte och jordhalt. Dessutom bestäms N, P, K, Ca, Mg, S, Hg, Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, As, Sn, Ag och B. Samtliga ovanstående analyser utförs vid AnalyCen. All provtagning av gröda sker rutvis. Delproven sammanslås till ett prov per försöksled. Detta förfarande är det vanliga i fältförsök och görs av kostnadsskäl. Antalet analyser blir 9 per försök istället för 36. Tillvägagångssättet medför dock att det inte går att utföra en statistisk bearbetning av materialet. För många av metallerna (>50 %) hade det ändå inte varit möjligt att utföra en statistisk bearbetning, eftersom halterna inte är av den storleksordningen att de går att kvantifiera.

## 2. Egenskaper hos tillfört slam

Slam har tillförts försöken vid sex tillfällen, nämligen höstarna 1981, 1985, 1989, 1993, 1997 och 2001. Tillförselelsen har skett efter skörd av respektive års gröda och före höstplöjning. Slam och slamproven har vid alla tillfällen tagits ut slumpvis från respektive reningsverk. Så skedde även år 2001. Proven sändes till AnalyCen i Kristianstad. Tyvärr har provet från Källbyslammet förkommit på laboratoriet. Istället används här analysresultat från produktionen på Källbyverket. Det har tagits ett prov per arbetsdag under augusti månad. Proven fryses och dessa slås ihop till ett månadsprov. Det är resultatet av detta samlingsprov som redovisas här. Dessa prov har analyserats på samma ämnen som i projektet i övrigt, med undantag för kalium och magnesium.

### 2.1. Växtnäringsinnehåll

Tabell 2 a. Växtnäringsinnehåll i slam, från Källbyverket, tillfört försöksplatsen Igelösa.

År	TS,%	pH	% av TS				
			NH <sub>4</sub> -N	Tot P	Tot K	Ca-AL	Mg-AL
1981	27	7,4	0,37	3,3	<0,1	8,9	0,19
1985	35	7,1	0,13	4,9	0,11	5,4	0,14
1989	30	6,8	0,33	4,3	0,08	8,3	0,22
1993	23	7,5	0,45	3,8	0,10	3,4	0,20
1997	17	7,7	1,3	4,5	0,41	3,7	0,68
2001	24,2	7,3	1,3	4,1	-	3,1	-

Tabell 2 b. Växtnäring tillfört med 1 ton slam-TS. Kg/ha, Igelösa.

År	NH <sub>4</sub> -N	Tot P	Tot K	Ca-AL	Mg-AL
1981	3,7	33	<1	89	1,9
1985	1,3	49	1,1	54	1,4
1989	3,3	43	0,8	83	2,2
1993	4,5	38	1,0	34	2,0
1997	13	45	4,1	37	6,8
2001	13	41	-	31	-

Tabell 3 a. Växtnäringsinnehåll i slam tillfört försöksplatsen Petersborg.

År	TS,%	pH	% av TS				
			NH <sub>4</sub> -N	Tot P	Tot K	Ca-AL	Mg-AL
1981	20	7,3	0,5	3,5	<0,5	11,5	0,75
1985	21	7,6	0,9	3,2	-	11,2	0,41
1989	25	5,8	2,4	3,0	0,36	7,6	0,31
1993	27	7,8	1,0	2,7	0,10	3,6	0,30
1997	24	8,3	0,96	3,5	0,10	4,1	0,28
2001	23	8,2	1,4	3,0	0,12	3,0	0,31

Tabell 3 b. Växtnäring tillfört med 1 ton slam-TS. Kg/ha, Petersborg.

År	NH <sub>4</sub> -N	Tot P	Tot K	Ca-AL	Mg-AL
1981	5	35	<5,0	115	7,5
1985	9	32	-	112	4,1
1989	24	30	3,6	76	3,1
1993	10	27	1,0	36	3,0
1997	10	35	1,0	41	2,8
2001	14	30	1,2	30	3,1

## 2.2. Metallinnehåll

Tabell 4 a. Metallinnehåll i slam, Igelösa. (Källbyverket, Lund).

År	Mg/kg TS						
	Bly Pb	Kadmium Cd	Koppar Cu	Krom Cr	Kvicksilver Hg	Nickel Ni	Zink Zn
1981	162	3,0	1333	137	6,9	111	1037
1985	85	1,3	651	207	4,0	19	595
1989	59	1,7	1300	46	5,2	17	1100
1993	59	1,9	1250	28	3,8	13	705
1997	64	1,9	1700	28	3,4	17	780
2001	39	1,1	350	18	1,6	13	520

Alla de analyserade metallerna har sjunkit avsevärt sedan förra analystillfället. Av särskilt stort intresse är sänkningen av kopparhalten, som tidigare varit ett problem för Källby reningsverk. I ett längre perspektiv har koncentrationen av metaller varit än mer påtaglig. I genomsnitt har metallhalten minskat med 74 %. Procentuellt allra mest för krom och nickel med 87 respektive 88 %.

Tabell 4 b. Metallinnehåll i slam, Petersborg (Sjölunda, Malmö).

År	Mg/kg TS						
	Bly Pb	Kadmium Cd	Koppar Cu	Krom Cr	Kvicksilver Hg	Nickel Ni	Zink Zn
1981	180	3,5	1100	135	4,5	25	1000
1985	103	2,8	1028	406	2,4	25	747
1989	120	2,2	1300	49	3,7	25	810
1993	75	1,7	1550	38	2,4	30	655
1997	82	3,1	2000	29	2,0	26	840
2001	53	1,7	610	32	1,4	19	630

Liksom för Källbyslammet har alla metallhalter minskat väsentligt sedan 1981. I genomsnitt för alla metaller är minskningen 53 %. Procentuellt är krom den metall som minskat mest, med 77 %. Alla halterna har minskat vid senaste tillfället, med undantag av krom. Speciellt intressant är minskningen av kopparhalten. Insatserna med att behandla vattnet från Vombsjön har haft en mycket påtaglig effekt.

Analysresultaten från 1997 avviker markant från de analysresultat som tagits regelbundet i produktionen. Troligtvis föreligger det ett provtagnings- och/eller analysfel.

## Försöksresultat 2002-2003

Försöksresultaten från 1981-2001 är tidigare redovisade och kommer ej att i detalj redovisas i denna publikation. De senaste två årens resultat, 2002-2003, presenteras däremot mera fullständigt.

### 3. Försöksresultat 2002

#### 3.1. Effekt på skörden

Under 2002 odlades höstvetete på både Igelösa och Petersborg. Sorterna var Kris respektive Tarso.

##### 3.1.1. Igelösa

Tabell 5. Skörd 2002, höstvetete

Försöks- led	Skörd dt/ha	Rel.tal %	Protein % av TS	Stråstyrka 0-100
A0	34,6	42	9,6	100
B0	40,2	49	9,1	100
C0	55,4	67	9,8	100
A1	70,2	85	8,3	98
B1	80,4	97	8,4	95
C1	75,1	91	10,6	77
A2	82,6	<b>100</b>	11,0	85
B2	81,6	99	11,3	73
C2	73,1	88	12,3	60

Enbart slamtillförsel har, som vanligt, kraftigt höjt skörden. Däremot har inte slammet haft någon positiv effekt utöver normal gödsling med mineralgödsel.

##### 3.1.2. Petersborg

Tabell 6. Skörd 2002, höstvetete

	Skörd dt/ha	Rel.tal %	Protein % av TS	Stråstyrka 0-100
A0	25,0	33	11,4	90
B0	39,2	52	9,8	90
C0	63,0	83	10,1	90
A1	62,8	83	9,6	90
B1	72,4	96	10,0	90
C1	84,0	111	11,0	90
A2	75,7	<b>100</b>	12,5	70
B2	85,7	113	12,1	70
C2	88,2	117	12,6	70

Som vanligt en låg skörd i helt ogödslat försöksled. Slamtillförsel höjer skörden mycket, även om man tillfört ”normal” mängd mineralgödsel.

### 3.2. Skördeprodukternas innehåll av tungmetaller

Redovisningen gäller den del av grödan som förs bort från fältet, dvs. för det aktuella året 2002 vetekärna.

#### 3.2.1. Igelösa

Tabell 7. Vetekärnans innehåll av metaller 2002, mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
<b>A0</b>	0,030	0,074	4,3	<0,05	0,22	30,7	<0,02	<0,02	<0,06	21,6	<0,05	<0,05
<b>B0</b>	<0,02	0,053	3,4	0,095	0,18	30,7	<0,02	<0,02	<0,06	17,0	<0,05	<0,05
<b>C0</b>	0,026	0,075	3,8	0,068	0,20	31,8	<0,02	<0,02	<0,06	15,9	<0,05	<0,05
<b>A1</b>	<0,02	0,063	3,4	<0,05	0,13	21,6	<0,02	<0,02	<0,06	12,5	<0,05	<0,05
<b>B1</b>	<0,02	0,049	3,2	<0,05	0,075	20,5	<0,02	<0,02	<0,06	10,0	<0,05	<0,05
<b>C1</b>	<0,02	0,066	3,2	0,085	0,78	23,9	<0,02	<0,02	<0,06	9,4	<0,05	<0,05
<b>A2</b>	<0,02	0,097	3,9	<0,05	0,088	27,3	<0,02	<0,02	<0,06	10,6	<0,05	<0,05
<b>B2</b>	<0,02	0,077	3,6	<0,05	<0,05	24,0	<0,02	<0,02	<0,06	7,4	<0,05	<0,05
<b>C2</b>	<0,02	0,089	3,2	<0,05	0,058	25,0	<0,02	<0,02	<0,06	7,3	<0,05	<0,05

Ingen av metallerna ökar i koncentration vid slamtillförsel.. Ett oförklarligt högt värde för nickel i C1-ledet förklarar troligen av ett analysfel.

#### 3.2.2. Petersborg

Tabell 8. Vetekärnans innehåll av metaller 2002, mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
<b>A0</b>	0,048	0,063	4,3	0,066	0,17	29,5	<0,02	<0,02	<0,06	22,7	<0,05	<0,05
<b>B0</b>	0,026	0,038	3,9	<0,05	0,13	27,3	<0,02	<0,02	<0,06	21,6	<0,05	<0,05
<b>C0</b>	<0,02	0,050	5,0	<0,05	0,22	36,4	<0,02	<0,02	<0,06	22,7	<0,05	<0,05
<b>A1</b>	<0,02	0,044	3,5	<0,05	0,092	19,3	<0,02	<0,02	<0,06	18,2	<0,05	<0,05
<b>B1</b>	<0,02	0,043	3,9	<0,05	0,067	21,6	<0,02	<0,02	<0,06	18,2	<0,05	<0,05
<b>C1</b>	<0,02	0,048	3,9	<0,05	0,061	23,9	<0,02	<0,02	<0,06	17,0	<0,05	<0,05
<b>A2</b>	<0,02	0,082	4,1	<0,05	<0,05	26,1	<0,02	<0,02	<0,06	18,2	<0,05	<0,05
<b>B2</b>	<0,02	0,082	3,5	<0,05	<0,05	21,6	<0,02	<0,02	<0,06	15,9	<0,05	<0,05
<b>C2</b>	<0,02	0,066	3,8	<0,05	0,095	22,7	<0,02	<0,02	<0,06	17,0	<0,05	<0,05

Inga säkra samband mellan slamtillförsel och upptag av metaller i kärnan.

### 3.3. Slammets effekt på markens växtnäringsinnehåll

#### 3.3.1. Igelösa

Tabell 9. Växtnäringstillstånd i matjorden 2002.

Försöks- led	pH- H <sub>2</sub> O	P-AL mg/ 100 g	K-AL mg/ 100 g	Mg- AL mg/ 100 g	Ca- AL mg/ 100 g	P- HCl mg/ 100 g	K- HCl mg/ 100 g	B mg/ kg	S- HNO <sub>3</sub> mg/kg	Mull- halt, %
<b>A0</b>	7,4	6,7	8,0	10	360	53	120	1,1	300	3,6
<b>B0</b>	7,2	20	8,9	12	390	80	130	1,2	300	3,9
<b>C0</b>	6,9	30	7,5	12	360	110	130	1,2	300	4,1
<b>A1</b>	7,6	7,0	8,2	10	380	54	120	1,0	260	3,6
<b>B1</b>	7,4	19	10	13	410	78	140	1,0	280	3,8
<b>C1</b>	7,3	34	10	13	390	110	140	1,1	300	4,1
<b>A2</b>	7,7	8,1	10	11	410	57	130	1,1	290	3,9
<b>B2</b>	7,4	19	10	12	400	79	140	1,2	300	4,0
<b>C2</b>	7,3	36	10	14	410	110	140	1,3	330	4,2

Slamtillförsel har en mycket klar positiv påverkan på P-AL, P-HCL och mullhalt. Även Mg-AL och B har påverkats i positiv riktning.

#### 3.3.2. Petersborg

Tabell 10. Växtnäringstillstånd i matjorden 2002.

Försök s- led	pH- H <sub>2</sub> O	P-AL mg/ 100 g	K-AL mg/ 100 g	Mg- AL mg/ 100 g	Ca- AL mg/ 100 g	P- HCl mg/ 100 g	K- HCl mg/ 100 g	B mg/kg	S- HNO <sub>3</sub> mg/kg	Mull- halt, %
<b>A0</b>	7,4	9,0	7,4	5,0	200	44	120	0,5	130	1,3
<b>B0</b>	7,3	13	6,8	5,8	210	51	120	0,5	140	1,5
<b>C0</b>	7,4	18	6,9	5,4	200	63	110	0,5	140	1,5
<b>A1</b>	7,4	10	10	5,1	210	46	130	0,6	150	1,7
<b>B1</b>	7,3	16	9,1	5,3	210	56	120	0,6	160	1,7
<b>C1</b>	7,1	20	8,3	5,1	190	65	120	0,6	160	1,8
<b>A2</b>	7,8	10	8,8	5,7	240	47	130	0,7	150	1,7
<b>B2</b>	7,4	16	8,7	5,3	210	57	120	0,7	160	1,8
<b>C2</b>	7,3	21	8,4	5,3	210	71	120	0,7	170	1,8

Slamtillförsel har en mycket klar positiv påverkan på mullhalt, P-AL och P-HCL.

### 3.4. Slammets effekt på markens metallinnehåll

#### 3.4.1. Igelösa

Tabell 11. Metallinnehåll i matjorden 2002, (HNO<sub>3</sub>), mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu (HCl)	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Ag	Sn
A0	15	0,28	12	20	11	48	0,045	4,2	4,2	<1	<1
B0	17	0,27	18	22	12	59	0,071	4,8	5,1	<1	<1
C0	17	0,29	27	22	12	62	0,085	4,2	5,2	<1	<1
A1	15	0,26	12	20	12	48	0,043	4,2	3,5	<1	<1
B1	17	0,24	18	22	12	56	0,067	4,6	4,1	<1	<1
C1	18	0,34	26	22	13	63	0,087	4,6	5,0	<1	<1
A2	15	0,24	13	20	12	48	0,044	4,1	4,6	<1	<1
B2	16	0,25	19	20	11	55	0,060	4,1	4,7	<1	<1
C2	17	0,31	27	22	12	64	0,090	4,6	3,7	<1	<1

Kopparhalterna ökar mycket vid slamtillförsel. Det sker även en viss upplagring av zink och kvicksilver.

#### 3.4.2. Petersborg

Tabell 12. Metallinnehåll i matjorden 2002, mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu (HCl)	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Ag	Sn
A0	13	0,24	11	12	7,9	40	0,041	3,7	3,7	<1	<1
B0	13	0,24	14	12	7,9	40	0,046	3,7	<0,5	<1	<1
C0	13	0,24	18	11	7,2	39	0,050	3,5	1,2	<1	<1
A1	13	0,26	10	11	7,2	36	0,037	3,6	1,7	<1	<1
B1	14	0,22	15	12	7,6	39	0,044	3,5	2,3	<1	<1
C1	13	0,25	18	11	7,0	18	0,053	3,6	1,7	<1	<1
A2	13	0,22	11	11	6,8	37	0,037	3,3	2,9	<1	<1
B2	13	0,25	15	12	8,0	40	0,052	3,7	2,4	<1	<1
C2	13	0,29	18	11	7,6	40	0,058	3,9	1,5	<1	<1

Kopparhalterna ökar mycket vid slamtillförsel. Även en viss upplagring av kvicksilver sker. Övriga metaller påverkas inte i påvisbar grad.

## 4. Försöksresultat 2003

### 4.1. Effekt på skörden

Under 2003 odlades det en, för försöken, ny gröda på Igelösa, nämligen rödsvingelfrö. På Petersborg odlades det sockerbetor.

#### 4.1.1. Igelösa

Tabell 13. Skörd 2003, rödsvingelfrö, renvikt, 15 % vattenhalt

Försöks- led	Skörd kg/ha	Rel.tal %	Stråstyrka 0-100
A0	440	44	70
B0	560	56	68
C0	560	56	70
A1	730	73	63
B1	930	93	60
C1	930	93	50
A2	1000	100	53
B2	1130	113	50
C2	1090	109	50

Den, i detta sammanhang, nya grödan rödsvingel tycks svara positivt för slamgödning.

#### 4.1.2. Petersborg

Tabell 14. Skörd 2003, sockerbetor

Försöks- led	Rot- skörd ton/ha	Socket- halt %	Socket- skörd ton/ha	Rel.tal %	Blåtal	K+Na
A0	25,7	19,3	4,97	40	5	3,81
B0	33,8	19,2	6,49	52	7	3,61
C0	45,7	19,0	8,70	70	12	3,68
A1	54,9	19,9	10,94	88	7	3,91
B1	56,3	19,8	11,12	89	9	4,00
C1	58,9	19,8	11,65	93	14	4,12
A2	63,2	19,7	12,48	100	13	3,99
B2	64,3	19,3	12,43	100	17	4,17
C2	64,9	19,1	12,44	100	26	4,41

Som vanligt ger slamtillförsel stora skördeökningar i sockerbetor.

## 4.2. Skördeprodukternas innehåll av tungmetaller

### 4.2.1. Igelösa

Tabell 15. Rödsvingelfröets innehåll av metaller 2003, mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	0,24	0,037	6,9	0,36	2,6	48	<0,02	<0,022	<0,055	36	<0,054	0,065
B0	0,20	0,030	6,6	0,39	2,5	41	<0,02	<0,022	<0,055	30	<0,054	0,076
C0	0,23	0,033	7,5	0,13	2,9	44	<0,02	<0,022	<0,055	33	<0,054	0,11
A1	0,25	0,050	7,8	0,15	2,9	39	<0,02	<0,022	<0,055	31	<0,054	0,073
B1	0,24	0,042	7,7	0,18	2,4	44	<0,02	<0,022	<0,055	28	<0,054	<0,054
C1	0,17	0,036	8,4	0,12	2,5	43	<0,02	<0,022	<0,055	22	<0,054	0,058
A2	0,21	0,066	7,7	0,17	2,6	39	<0,02	<0,022	<0,055	30	<0,054	0,094
B2	0,23	0,057	7,6	0,16	2,2	39	<0,02	<0,022	<0,055	26	<0,054	<0,054
C2	0,18	0,052	8,8	0,14	2,5	46	<0,02	<0,022	<0,055	21	<0,054	<0,054

Inget säkert samband mellan slamtillförsel och upptag av metaller.

### 4.2.2. Petersborg

Tabell 16. Betans innehåll av metaller 2003, mg/kg TS.

Försöks- led	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	0,054	0,15	3,3	0,23	0,46	13	<0,02	0,028	<0,05	20	<0,05	<0,5
B0	0,055	0,13	3,1	0,085	0,26	15	<0,02	0,024	<0,05	17	<0,05	<0,5
C0	0,052	0,14	3,6	0,096	0,26	15	<0,02	0,028	<0,05	15	<0,05	<0,5
A1	0,099	0,13	2,9	0,19	0,46	12	<0,02	0,028	<0,05	20	<0,05	<0,5
B1	0,063	0,12	2,9	0,095	0,18	13	<0,02	0,026	<0,05	18	<0,05	<0,5
C1	0,046	0,14	3,6	0,14	0,19	14	<0,02	0,030	<0,05	18	<0,05	<0,5
A2	0,051	0,15	3,1	0,16	0,64	13	<0,02	0,029	<0,05	25	<0,05	<0,5
B2	0,045	0,13	3,4	0,085	0,20	14	<0,02	0,028	<0,05	19	<0,05	<0,5
C2	0,052	0,13	3,8	0,071	0,26	16	<0,02	0,034	<0,05	17	<0,05	<0,5

Slamtillförsel ger inga förhöjda halter av metaller.

## Försöksresultat 1981-2003

### 5. Slammets effekt på skörden

Ig=Igelösa, Pe=Petersborg

För att kunna räkna medeltal för skördarna av olika grödor har dessa medeltalsberäkningar grundats på skördarnas relativa tal, där led A2 utgör referens med värdet 100. Inom varje grödgrupp har skördarnas reella värden använts.

#### 5.1. Första året efter tillförsel av slam

Tabell 17. Skörderesultat första året efter slamspridning. Relativtal, %.

År	1982		1986		1990		1994		1998		2002		Medeltal		
	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig + Pe
Gröda	H-ve-te	H-ve-te	H-ve-te	H-ve-te	H-raps	H-ve-te	K-ärt	H-ve-te	V-ve-te	S-bet-or	H-ve-te	H-ve-te			
A0	48	54	46	59	39	41	93	35	48	50	42	33	53	45	49
B0	52	64	48	66	45	52	112	42	61	67	49	51,8	61	57	59
C0	64	70	60	77	53	66	111	44	79	75	67	83,2	72	69	71
A1	85	85	77	91	70	75	94	92	75	94	85	83	81	87	84
B1	91	91	83	95	83	91	95	93	90	98	97	95,6	90	94	92
C1	94	95	90	100	91	95	90	97	100	108	91	111	93	101	97
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	102	103	102	102	107	103	110	93	107	106	99	113	104	103	104
C2	105	106	101	110	108	102	101	110	108	107	88	117	102	109	105

#### 5.2. Andra året efter tillförsel av slam

Tabell 18. Skörderesultat andra året efter slamspridning. Relativtal, %.

År	1983		1987		1991		1995		1999		2003		Medeltal		
	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig+Pe
Gröda	S-bet-or	S-bet-or	S-bet-or	S-bet-or	H-ve-te	S-bet-or	H-raps	S-bet-or	V-korn	V-korn	Röd-sving-el	S-bet-or			
A0	70	90	54	45	60	62	72	45	25	41	44	59	54	57	56
B0	68	93	70	54	63	60	79	73	39	46	56	70	63	66	64
C0	75	93	74	53	71	55	86	72	65	47	93	76	77	66	72
A1	85	99	86	82	83	89	91	88	63	74	73	88	80	87	83
B1	92	93	94	89	81	89	83	70	87	79	93	88	88	84	86
C1	96	90	99	88	91	91	82	58	108	84	93	90	95	83	89
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	107	109	109	102	100	107	104	105	122	96	113	104	109	104	106
C2	113	104	115	102	104	102	95	100	141	103	109	106	113	103	108

### 5.3. Tredje året efter tillförsel av slam

Tabell 19. Skörderesultat tredje året efter slamspridning. Relativtal, %.

År:	1984		1988		1992		1996		2000		Medeltal		
	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig+Pe
Plats:	Vår- vete	Vår- korn	Vår- vete	Vår- korn	S- betor	Vår- korn	Höst- vete	Vår- korn	K- ärt	Vår- korn			
Gröda:													
A0	56	53	52	47	81	75	Ingen försökskörning	57		41	63	58	60
B0	58	56	61	52	92	73		63	46	71	60	65	
C0	62	57	68	55	102	90		68	47	78	67	72	
A1	78	76	79	81	84	99		103	74	80	85	86	
B1	79	77	86	85	87	90		100	79	84	84	86	
C1	82	80	90	85	97	91		104	84	90	85	90	
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	102	102	98	101	108	89	97	96	103	97	100		
C2	103	102	103	97	115	100	99	103	107	100	103		

### 5.4. Fjärde året efter tillförsel av slam

Tabell 20. Skörderesultat fjärde året efter slamspridning. Relativtal, %.

År:	1985		1989		1993		1997		2001		Medeltal		
	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig+Pe
Plats:	Havre	Höst- raps	Vår- korn	Höst- raps	Vår- vete	Höst- raps	S- betor	Höst- vete	H- raps	H- raps			
Gröda:													
A0	83	51	48	57	52	31	61	22	66	32	62	39	50
B0	81	59	58	55	51	41	70	25	72	36	66	43	55
C0	82	69	67	64	60	38	74	27	82	34	73	47	60
A1	78	89	72	77	77	80	82	73	83	89	79	82	80
B1	78	90	87	88	81	94	88	79	97	90	86	88	87
C1	82	95	88	82	82	89	93	77	98	92	89	87	88
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	122	100	99	104	103	114	95	100	108	105	105	105	105
C2	122	106	100	106	100	113	105	104	114	107	108	107	108

## 5.5. Slammets effekt på olika grödor

Tidigare i detta avsnitt har slammets effekt olika år efter slamspridning studerats. I detta avsnitt studeras effekten på de olika grödorna oavsett år. Medeltalen är beräknade på de reella skördarna.

### 5.5.1. Höstraps

Tabell 21. Skördeeffekt på höstraps. Fröskörd. Relativtal, %.

År:	1985	1989	1990	1993	1995	2001	2001	Medeltal
Plats:	Pe	Pe	Ig	Pe	Ig	Ig	Pe	
<b>A0</b>	51	57	39	31	72	66	32	49
<b>B0</b>	59	55	45	41	79	72	36	54
<b>C0</b>	69	64	53	38	86	82	34	59
<b>A1</b>	89	77	70	80	91	83	89	83
<b>B1</b>	90	88	83	94	83	97	90	90
<b>C1</b>	95	82	91	89	82	98	92	90
<b>A2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>B2</b>	100	104	107	114	104	108	105	107
<b>C2</b>	106	106	108	113	95	114	107	107

### 5.5.2. Vårsäd (vårkorn, vårvete, havre)

Tabell 22. Skördeeffekt på vårkorn, vårvete och havre. Kärnskörd. Relativtal, %.

År:	1984	1984	1985	1988	1988	1989	1992	1993	1996	1998	1999	1999	2000	Mt
Plats:	Ig	Pe	Ig	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Ig	Ig	Pe	Pe	
Gröda:	Vår- vete	Vår- korn	Havre	Vår- vete	Vår- korn	Vår- korn	Vår- korn	Vår- vete	Vår- korn	Vår- vete	Vår- korn	Vår- korn	Vår- korn	
<b>A0</b>	56	53	83	52	47	48	75	52	57	48	25	41	41	51
<b>B0</b>	58	56	81	61	52	58	73	51	63	61	39	46	46	57
<b>C0</b>	62	57	82	68	55	67	90	60	68	79	65	47	47	65
<b>A1</b>	78	76	78	79	81	72	99	77	103	75	63	74	74	79
<b>B1</b>	79	77	78	86	85	87	90	81	100	90	87	79	79	85
<b>C1</b>	82	80	82	90	85	88	91	82	104	100	108	84	84	89
<b>A2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>B2</b>	102	102	122	98	101	99	89	103	97	107	122	96	96	103
<b>C2</b>	103	102	122	103	97	100	100	100	99	108	141	103	103	106

### 5.5.3. Höstvete

Tabell 23. Skördeeffekt på höstvete. Kärnskörd. Relativtal, %.

År	1982	1982	1986	1986	1990	1991	1994	1997	2002	2002	Medel-tal
Plats	Ig	Pe	Ig	Pe	Pe	Ig	Pe	Pe	Ig	Pe	
<b>A0</b>	48	54	46	59	41	60	35	22	42	33	44
<b>B0</b>	52	64	48	66	52	63	42	25	49	52	51
<b>C0</b>	64	70	60	77	66	71	44	27	67	83	64
<b>A1</b>	85	85	77	91	75	83	92	73	85	83	83
<b>B1</b>	91	91	83	95	91	81	93	79	97	96	90
<b>C1</b>	94	95	90	100	95	91	97	77	91	111	94
<b>A2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>B2</b>	102	103	102	102	103	100	93	100	99	113	102
<b>C2</b>	105	106	101	110	102	104	110	104	88	117	104

### 5.5.4. Sockerbetor

Tabell 24. Skördeeffekt på sockerbetor. Sockerskörd. Relativtal, %.

År	1983	1983	1987	1987	1991	1992	1995	1997	1998	2003	Me del-tal
Plats	Ig	Pe	Ig	Pe	Pe	Ig	Pe	Ig	Pe	Pe	
<b>A0</b>	70	90	54	45	62	81	45	61	50	40	59
<b>B0</b>	68	93	70	54	60	92	73	70	67	52	70
<b>C0</b>	75	93	74	53	55	102	72	74	75	70	76
<b>A1</b>	85	99	86	82	89	84	88	82	94	88	88
<b>B1</b>	92	93	94	89	89	87	70	88	98	89	88
<b>C1</b>	96	90	99	88	91	97	58	93	108	93	90
<b>A2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>B2</b>	107	109	109	102	107	108	105	95	106	100	104
<b>C2</b>	113	104	115	102	102	115	100	105	107	99	106

### 5.5.5. Konservärt

Tabell 25. Skördeeffekt på konservärt. Relativtal, %.

År:	1994	2000	Medeltal
Plats:	Ig	Ig	
A0	96	63	82
B0	103	88	97
C0	100	99	100
A1	100	80	92
B1	98	96	97
C1	90	101	94
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	106	102	104
C2	101	104	102

### 5.5.6. Rödsvingelfrö

Tabell 26. Skördeeffekt på rödsvingelfrö. Relativtal, %.

År:	2003
Plats:	Ig
A0	44
B0	56
C0	93
A1	73
B1	93
C1	93
A2	<b>100</b>
B2	113
C2	109

## 5.6. Sammanfattning år/gröda. Ekonomiskt utfall.

Tabell 27. Effekt på skörd olika år efter slamspridning. Relativtal %.

	År 1	År 2	År 3	År 4
A0	49	56	58	50
B0	59	64	66	55
C0	71	72	72	60
A1	84	83	84	80
B1	92	86	87	87
C1	97	89	90	88
A2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
B2	104	106	99	105
C2	105	108	103	108

Med tiden har skördeskillnaderna mellan åren efter slamspridning jämnat ut sig. Nu erhålls ungefär samma skördehöjningar av slam oavsett om det är första, andra, tredje eller fjärde året efter slamgödsling. Med dessa resultat som grund kan fastställas att slam med fördel kan användas som ett förrådsgödselmedel.

Tabell 28. Skördeeffekt på olika grödor 1982-2003. Relativtal, %.

Ant. skördar Försöksled	7	10	13	10	2	1	Vägt medeltal 43		
	Höst-raps	Höst-vete	Vårsäd	Sockerbetor	Konserv-ärt	Rödsvingel	Ig	Pe	Alla
<b>A0</b>	49	44	51	59	82	44	59	49	52
<b>B0</b>	54	51	57	70	97	56	67	56	60
<b>C0</b>	59	64	65	76	100	93	75	60	68
<b>A1</b>	83	83	79	88	92	73	80	85	83
<b>B1</b>	90	90	85	88	97	93	87	87	88
<b>C1</b>	90	94	89	90	94	93	92	88	91
<b>A2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>B2</b>	107	101	103	104	104	113	106	102	104
<b>C2</b>	107	105	106	106	102	109	108	104	106

Alla grödor uppvisar en stor skördeökning för slamtillförsel. Sockerbetor är den gröda som får störst skördeökning. Rödsvingel har förekommit endast ett skördeår, men får detta enstaka år en stor skördeökning av slamgödsling.

För att kunna utföra en ekonomisk utvärdering av slammets värde, sett ur lantbrukarens synpunkt, har vi valt att redovisa slammets skördehöjande effekt, uttryckt i kronor per hektar. Försöksleden med "normal" (1 ton TS/ha/år) slamtillförsel har använts. Jämförelsen är gjord dels med helt ogödslat försöksled (B0 jämfört med A0), dels med det försöksled som gödslats med full normal giva av mineralgödsel (B2 jämfört med A2).

Följande priser har använts:

Höstvete: 92 kr/dt

Havre: 74 kr/dt

Vårkorn: 92 kr/dt

Vårvete: 105,50 kr/dt

Höstraps: 201 kr/dt

Konservärt: 114,50 kr/dt vid T-tal 100

Rödsvingelfrö: 10,90 kr/kg

Sockerbetor: 379,82 kr/ton betor vid 16 % sockerhalt. Omräknat till utvinnbart socker vid normalsockerhalt 17,5 % blir detta 2 767 kr/ton.

Tabell 29. Skördeökning i kr/ha och år i de olika grödorna. 2004 års prisnivå.

<b>Gröda</b>	<b>Höstraps</b>	<b>Höstvete</b>	<b>Vårsäd</b>	<b>Sockerbeter</b>	<b>Konservärt</b>	<b>Rödsvingelfrö</b>	<b>Vägt medeltal</b>
<b>Antal försöks-skördar</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>43</b>
<b>Jämförda försöks-led</b>							
<b>B0-A0</b>	405	501	303	2880	1550	1308	1046
<b>B2-A2</b>	482	128	144	1132	423	1417	468

I genomsnitt för de tjugo försöksåren har merintäkten för försåld gröda för 1 ton slam-TS per år, utöver full handelsgödsling, varit ca 470 kr per hektar, räknat i 2004-års prisnivå för avsalugrödorna. Detta kan också uttryckas att ett ton slam-TS är värt 470 kr i form av skördeökningar. Om man studerar enbart slammets effekt, utan hänsyn till någon mineralgödseffekt, blir skördeökningens värde, uträknat på samma sätt som ovan, drygt 1000 kr per hektar.

## 6. Skördeprodukternas innehåll av metaller

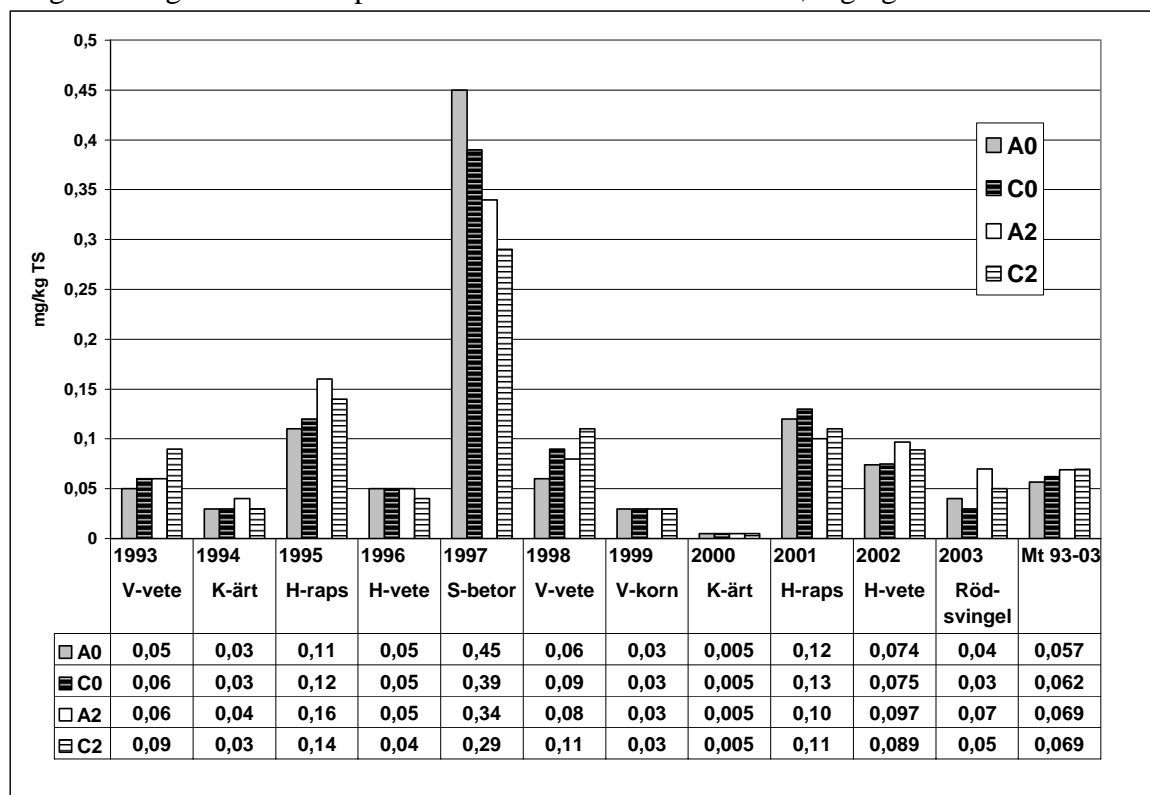
### 6.1. Sammanställning av metaller i grödorna 1993-2003 på Igelösa och Peterborg

Från år 1993 och framåt har samliga försöksled analyserats på innehåll av metaller i grödorna de flesta åren. Tre, av alla analyserade metaller, har här valts ut för att studera de långsiktiga effekterna av slam och mineralgödsel. De tre metallerna är kadmium, bly och koppar. Under 1997 förekom viss analysosäkerhet, varför detta år i några fall har uteslutits. Även vid enstaka andra tillfällen saknas analysresultat. Följande försöksled har här valts ut för jämförelse:

	Slam	Mineralgödsel
A0	Ingen	Ingen
C0	Stor mängd (4 ton slam-TS/ha och år)	Ingen
A2	Ingen	Normalt rekommenderad mängd
C2	Stor mängd (4 ton slam-TS/ha och år)	Normalt rekommenderad mängd

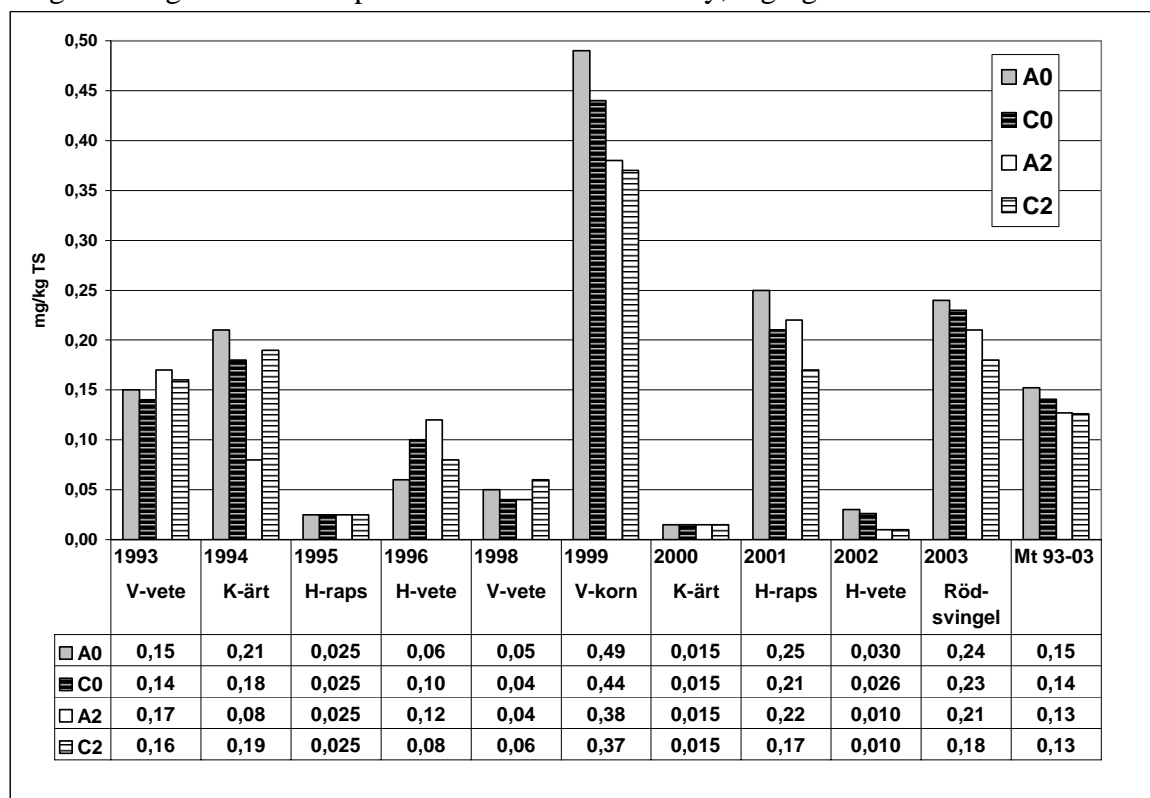
#### 6.1.1. Metaller i skördeprodukter 1993-2003 på Igelösa

Diagram 1. Igelösa. Skördeprodukternas innehåll av kadmium, mg/kg TS



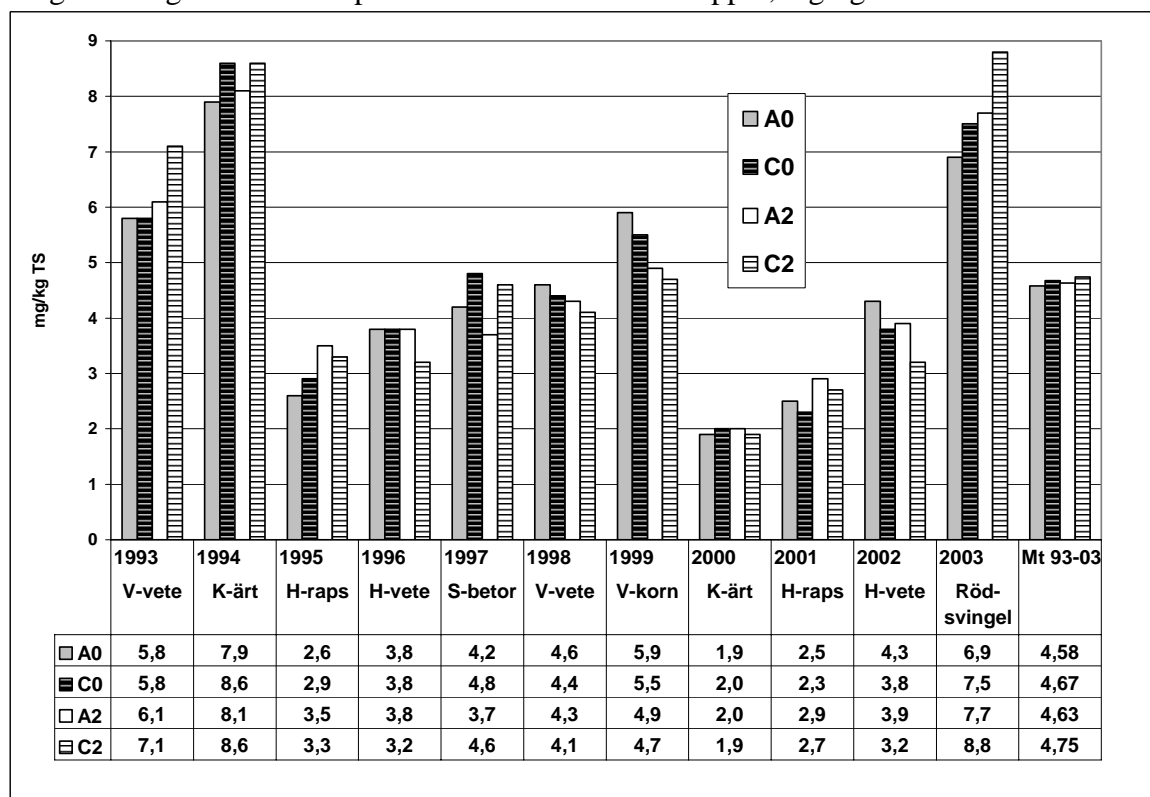
Slamtillförsel har ej påverkat grödans upptag av kadmium under de 22 år försöket pågått. Däremot finns en tendens till att tillförsel av mineralgödsel och ökat upptaget av kadmium i grödan något.

Diagram 2. Igelösa. Skördeprodukternas innehåll av bly, mg/kg TS



Varken slamgödsling eller gödsling med mineralgödsel har påverkat upptaget av bly i grödan.

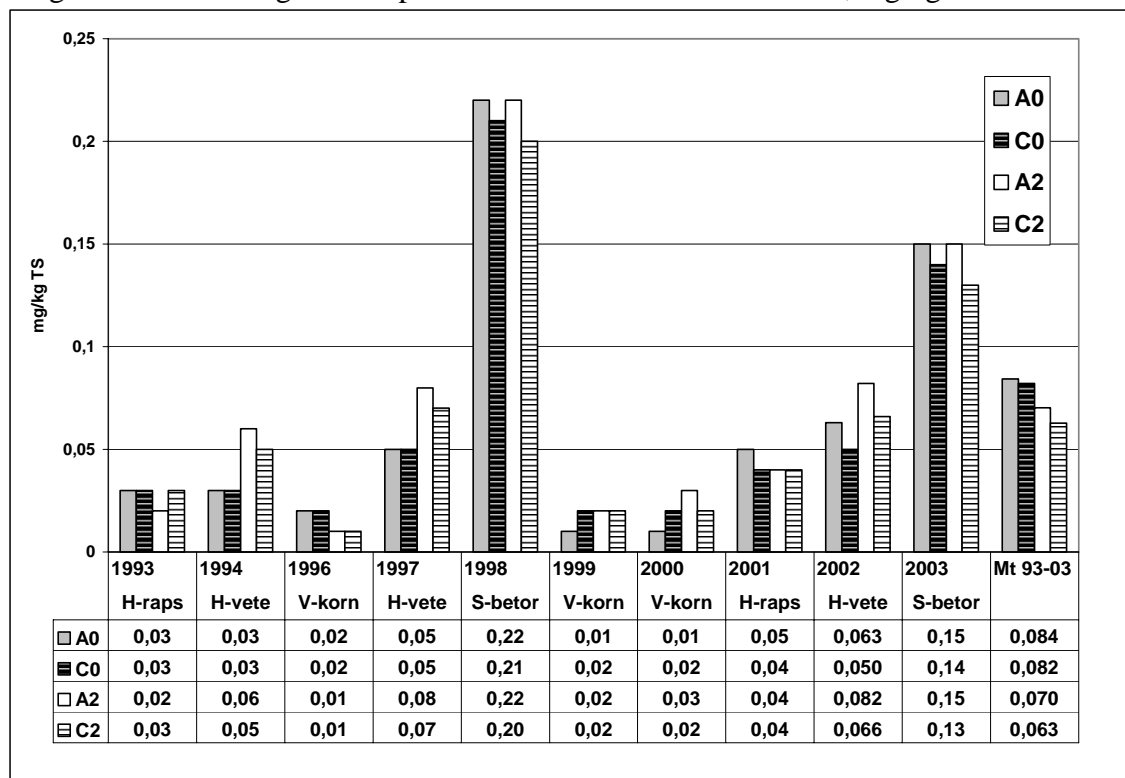
Diagram 3. Igelösa. Skördeprodukternas innehåll av koppar, mg/kg TS



Varken slamgödsling eller gödsling med mineralgödsel har påverkat upptaget av koppar i grödan.

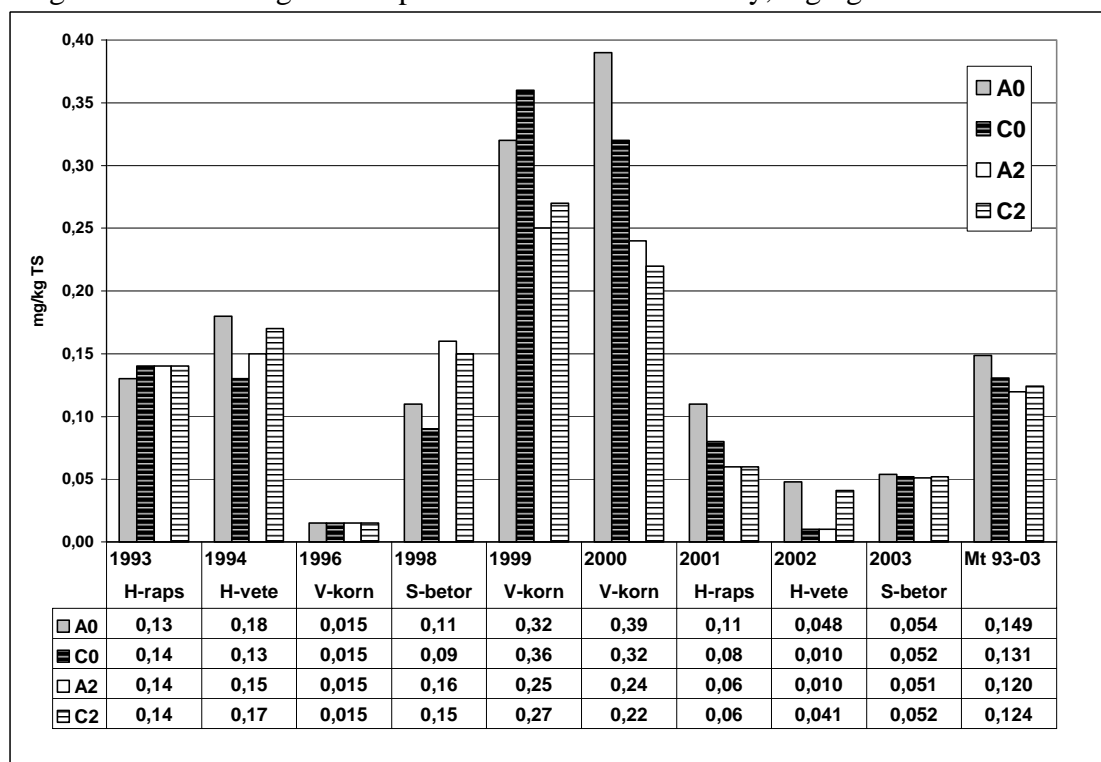
## 6.1.2. Metaller i skördeprodukter 1993-2003 på Petersborg

Diagram 4. Petersborg. Skördeprodukternas innehåll av kadmium, mg/kg TS



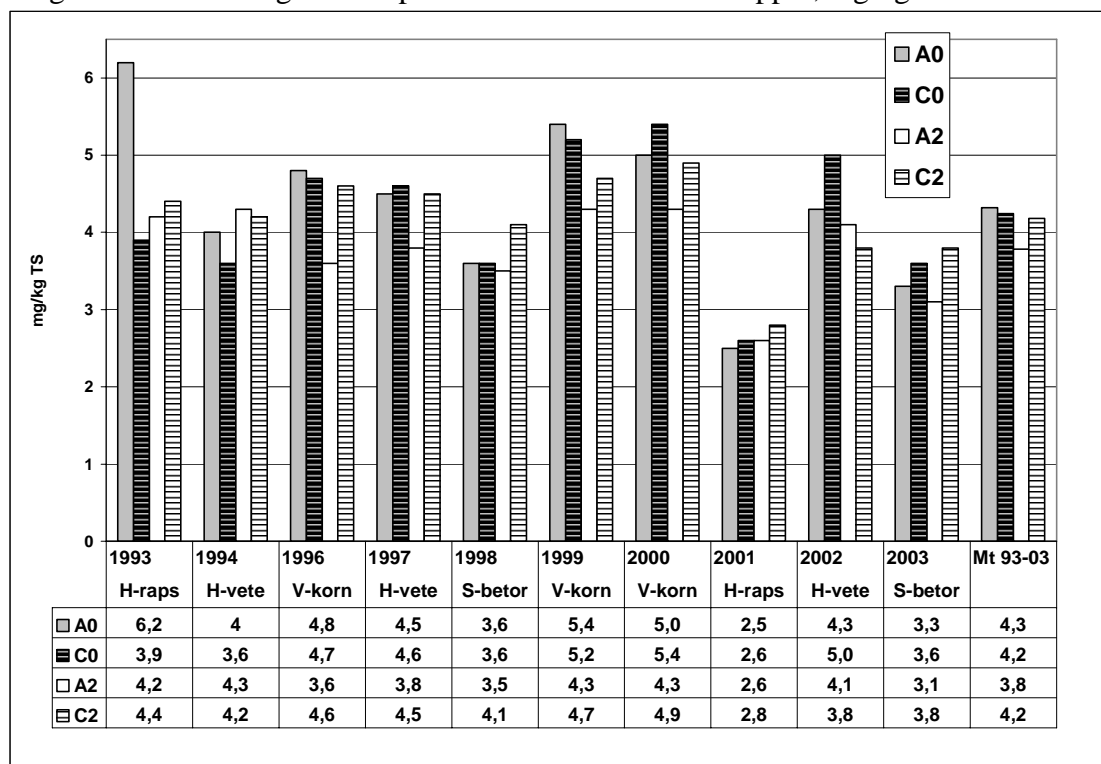
Slamgödning har inte ökat koncentrationen av kadmium i grödan. Tillförsel av mineralgödsel tycks ha påverkat så att upptaget av kadmium i grödan har minskat något.

Diagram 5. Petersborg. Skördeprodukternas innehåll av bly, mg/kg TS



Varken slamgödning eller gödning med mineralgödsel har påverkat upptaget av bly i grödan i medeltal.

Diagram 6. Petersburg. Skördeprodukternas innehåll av koppar, mg/kg TS



Enbart slamtillförsel har ej ökat upptaget i grödan av koppar. Däremot har det skett en viss ökning av kopparupptaget vid slamtillförsel i samband med mineralgödsling.

## 7. Slammets effekt på markens växtnäringsinnehåll

Omfattande provtagning har skett av matjorden. Här redovisas två försöksled helt utan mineralgödsel (A0, C0), och med ingen respektive extrem slamtillförsel. Dessutom redovisas två försöksled med normal mineralgödsel (A2, C2), också dessa led i kombination med ingen respektive extrem slamtillförsel. Från försöksåret 1985 finns endast analysresultat från försöksleden A0 och C0.

Tabell 30. Igelösa. Markens växtnäringsinnehåll slamspridningsåren, före spridningen

År	Led	pH	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl	Mull %
1981	Alla	7,0	9,0	11,4	415	10	47	138	-
1985	A0	6,9	7,9	8,2	360	11	57	157	3,0
	C0	6,5	22,5	9,1	388	13	115	174	3,4
1989	A0	6,2	6,8	7,3	360	9	45	119	4,2
	C0	6,0	20,1	9,9	325	11	80	155	3,6
	A2	6,2	6,9	9,1	370	11	41	129	4,1
	C2	5,9	21,0	12,4	335	12	77	147	3,7
1993	A0	6,8	9,4	8,2	340	9	64	140	4,6
	C0	6,6	30	9,0	390	12	110	135	4,5
	A2	6,9	8,2	10	360	11	68	158	4,6
	C2	6,7	30,0	10,0	390	13	120	146	4,5
1997	A0	6,6	7,3	9,9	345	10,1	55	123	4,1
	C0	6,6	29	12	440	12,2	108	139	4,7
	A2	6,6	8,8	14	528	12,0	57	132	4,1
	C2	6,5	32	12	360	12,6	110	137	5,0
2001	A0	7,3	5,9	8,4	350	9,1	59	120	3,8
	C0	7,2	30	9,2	390	11	100	128	4,0
	A2	7,1	6,1	8,9	370	10	59	122	4,1
	C2	7,2	34	10	430	12	110	129	4,5

Tabell 31. Petersborg. Markens växtnäringsinnehåll slamspridningsåren, **före** spridningen.

År	Led	pH	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	P-HCl	K-HCl	Mull %
1981	Alla	6,8	11,1	8,9	195	7	47	123	-
1985	A0	6,7	9,1	10,3	212	7	47	126	2,2
	C0	6,6	9,8	9,0	200	6	45	128	2,0
1989	A0	6,5	8,5	7,1	180	5	32	121	1,6
	C0	6,6	15,8	8,6	179	6	45	123	1,8
	A2	6,6	9,5	8,3	181	6	35	128	1,9
	C2	6,6	14,3	6,7	187	5	40	112	1,8
1993	A0	6,6	9,8	7,5	200	5	53	137	2,1
	C0	6,5	15	6,6	160	5	68	130	2,1
	A2	6,7	9,7	9,5	180	5	52	142	2,3
	C2	6,6	18	9,3	190	6	75	150	2,1
1997	A0	6,7	9,0	7,5	180	5,1	42	111	1,7
	C0	6,5	15	6,9	170	5,5	58	111	1,7
	A2	6,8	10	8,7	190	5,3	48	124	1,8
	C2	6,8	18	9,0	190	5,9	73	138	1,7
2001	A0	7,4	7,8	6,1	180	4,4	49	115	1,5
	C0	7,2	16	6,2	200	4,7	67	111	1,7
	A2	7,4	9,4	8,3	190	4,6	51	119	1,7
	C2	7,2	18	8,0	190	4,6	69	114	1,9

pH: Inga säkra skillnader.

Mullhalt: Slamtilförsel har medfört en ökad mullhalt.

P-AL: Kraftigt förhöja värden vid slamtilförsel.

K-AL: Något förhöjda värden vid slamtilförsel på Igelösa.

Ca-AL: En tendens till ökat halt vid slamtilförsel på Igelösa

Mg-AL: Ökat halt vid slamtilförsel.

P-HCl: Kraftigt förhöja värden vid slamtilförsel.

K-HCl: Något förhöjda värden vid slamtilförsel på Igelösa.

Tabell 32. Markens innehåll av kväve. Kg ammonium- plus nitratkväve per hektar i markprofilen, 0-60 cm. Åren 1982-1986 gäller värdena enbart nitratkväve.

År	Vårprov				Höstprov			
	Igelösa		Petersborg		Igelösa		Petersborg	
	A0	C0	A0	C0	A0	C0	A0	C0
1982	76	29	26	21	9	33	20	15
1983	26	29	21	32	16	19	54	44
1984	50	56	46	41	7	8	9	10
1985	-	-	-	-	22	15	56	29
1986	16	16	16	17	21	24	20	18
1988	18	29	23	33	14	22	13	19
1989	81	103	16	5	7	9	10	8
1990	20	21	24	55	33	52	47	40
1991	20	29	22	28	20	28	26	31
1992	25	47	34	43	20	20	15	13
1993	48	40	20	35	18	34	34	40
1994	20	8	20	23	5	4	5	2
1995	28	32	19	41	4	5	32	10
1996	29	45	72	62	19	22	17	28
1997	40	54	14	14	11	14	11	29
1998	9	3	25	47	12	15	11	15
1999	23	22	41	22	17	27	19	28
2000	18,6	19,8	17,4	18,7	12,9	16	11,5	11,6
2001	19,1	36	16,5	15,3	25,1	48	26	59
2002	9,1	13,8	13,3	94	6,3	10,7	14,4	46,3
2003	27,1	28,2	100,9	74,5	8,6	12,7	22,8	15,8
<b>Mt</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>24</b>

En tendens till ökad kvävemängd i slambehandlade led. Skillnaderna är dock små.

## 8. Slammets effekt på markens metallinnehåll

Samma försöksled redovisas som i föregående kapitel. Från år 1985 finns inga analysresultat.

Tabell 33. Igelösa. Matjordens innehåll av metaller slamspridningsåren, **före** spridningen. mg/kg TS.

År	Led	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Kvick-silver	Nickel	Zink
		Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
1981	Alla	19	0,3	12	-	0,05	14	70
1989	A0	27	0,3	11	19	0,04	11	48
	C0	28	0,4	18	20	0,06	13	58
	A2	30	0,4	11	20	0,04	12	51
	C2	30	0,3	17	21	0,07	13	63
1993	A0	18	0,35	14	24	0,05	13	54
	C0	21	0,41	24	26	0,11	14	72
	A2	18	0,31	16	23	0,04	13	51
	C2	19	0,39	27	24	0,10	13	67
1997	A0	20	0,31	10	22	0,06	13	56
	C0	22	0,33	23	23	0,11	13	66
	A2	20	0,30	9,7	22	0,05	13	55
	C2	20	0,28	22	20	0,11	11	60
2001	A0	16	0,29	9,9	21	0,05	12	48
	C0	18	0,37	24	21	0,09	13	63
	A2	17	0,32	10	21	0,04	13	51
	C2	17	0,35	25	21	0,09	12	60

Tabell 34. Petersborg. Matjordens innehåll av metaller slamspridningsåren, **före** spridningen. mg/kg TS.

År	Led	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Kvick-silver	Nickel	Zink
		Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
1981	Alla	19	0,3	12	-	0,05	8,2	49
1989	A0	22	0,20	10	12	0,05	8,5	45
	C0	21	0,17	14	12	0,06	8,3	46
	A2	22	0,21	10	13	0,06	8,9	46
	C2	20	0,16	15	12	0,06	7,9	45
1993	A0	15	0,32	14	14	0,05	8,4	43
	C0	14	0,30	20	13	0,06	8,1	41
	A2	16	0,32	13	15	0,04	9,2	45
	C2	16	0,34	19	15	0,07	9,6	46
1997	A0	17	0,30	9,6	14	0,05	8,6	45
	C0	16	0,31	15	13	0,06	8,3	44
	A2	16	0,31	9,4	14	0,04	8,7	45
	C2	18	0,34	17	15	0,07	9,3	50
2001	A0	14	0,31	11	13	0,05	9,2	42
	C0	16	0,29	18	12	0,06	8,6	43
	A2	14	0,28	9,8	12	0,04	8,9	40
	C2	14	0,28	18	12	0,06	8,3	43

Under de första projektåren analyserades ej alla försöksleden. Av denna anledning finns inte år1985 med i redovisningen.

Pb: Inga säkra samband.

Cd: Inga säkra samband på Petersborg. En tendens till ökad koncentration på Igelösa i kombination med mineralgödsel.

Cu: Mycket klart samband med slamtillförsel. Ju mer slam, desto högre kopparvärden i jorden.

Cr: Inga säkra samband.

Hg: Ett klart samband på Igelösa. Ju mer slam, desto högre kvicksilverkoncentration i marken. Även en svag tendens i samma riktning på Peterborg.

Ni: Inga säkra samband.

Zn: Inga säkra samband på Petersborg. På Igelösa ökar halterna vid slamtillförsel.

## **9. Sammanfattning av åren 1981-2003**

### **9.1. Slammets effekt på skördeprodukterna**

#### 9.1.1 Effekt på skördens storlek

- I genomsnitt för de 22 försöksåren har normal slamgiva, motsvarande 1 ton slam-TS per hektar och år, gett upphov till en skördeökning på 15 % i förhållande till helt ogödslat försöksled.
- I det fall slamtillförsel, motsvarande 1 ton slam-TS per hektar och år, skett utöver vad som bedömts vara optimal mineralgödselgiva, har skördeökningen av slammets varit 4 %-enheter.
- Omsätts detta i skördevärde, räknat i 2004 års prislivå, motsvarar detta ca 500-1000 kr per hektar och år. Uttryckt på annat sätt kan detta sägas att slammets skördehöjande effekt i detta projekt har varit 500-1000 kr per ton TS slam.
- Alla förekommande grödor har svarat positivt på slamtillförsel. Sockerbetor är den gröda som givit störst skördeökning både procentuellt, och i synnerhet i skördevärde.

#### 9.1.2 Metaller i skördeprodukter

- Den metall som genom åren diskuterats mest är kadmium. I dessa försök har inte koncentrationen i grödan ökat vid slamtillförsel, inte ens vid trefaldig slamgiva. Inte heller i kombination med mineralgödsel. Variationen mellan grödor och år är stor. Sockerbetor är den gröda som tar upp kadmium i störst koncentration och mängd.
- Inte heller halten av övriga metaller har påvisbart förändrats vid slamtillförsel. I något fall på Petersborg har koncentrationen ökat något i samband med mineralgödsling.
- Slutsatsen efter 22 års försök är mycket säker. Under de förhållanden som råder på försöksplatserna har slamtillförsel till åkermark ingen påverkan på växtens upptag av tungmetaller.

### **9.2. Påverkan på marken**

#### 9.2.1 Påverkan på markens växtnäringsinnehåll.

- Fosfortalen, både P-AL och P-HCl, har ökat mycket markant på båda försöksplatserna när slam tillförts.
- Mullhalten stiger påvisbart vid slamtillförsel. Orsaken till detta är dels att det tillförs organiskt material med slam, men också att slamtillförsel har medfört en högre skörd och därmed mer skörderester och rötter, vilket påverkar mullhalten i positiv riktning. Detta senare faktum gäller även vid användning av mineralgödsel.
- pH-värdena påverkas inte mätbart av slamtillförsel.

- De börjar visa sig en tendens till förhöjda halter av kalcium och magnesium i matjorden vid slamtillförsel. Detsamma gäller kalium på Igelösa.

### 9.2.2 Påverkan på markens metallinnehåll

- I försöket på Petersborg finns det inget samband mellan kadmiumhalten i jorden och tillförsel av slam eller mineralgödsel. På Igelösa finns en tendens till höjda värden i matjorden vid slamtillförsel i kombination med mineralgödsel.
- Kopparvärdena stiger i matjorden vid slamtillförsel.
- Kvicksilverhalten stiger i matjorden vid slamtillförsel.
- På Igelösa har zinkhalterna ökat vid slamtillförsel. Dock ej på Petersborg.
- Halterna av övriga metaller har ej påverkats av slamtillförsel.

## 9.3. Slammets kvalitet

### 9.3.1 Växtnäringsämnen och metaller i använt slam

- Slammets kväveinnehåll (ammonium) har i medeltal varit 0,65 % av TS i Lund och 1,2 % av TS i Malmö.
- Fosforhalterna (totalfosfor) har i medeltal varit 4,2 % av TS i Lund och 3,2 % av TS i Malmö.
- Samtliga metallhalter har minskat med tiden. Denna tendens fortsätter. Alla kvantifierbara metallhalter minskade från 1997 till 2001. Undantaget är endast krom från Sjölunda, som ligger kvar på samma nivå som 1997.

## LITTERATURFÖRTECKNING

Andersson, P-G. Nilsson, P. (1992). Slamspridning på åkermark – fältförsök med kommunalt avloppsslam under åren 1981-1991. Bulletin Serie VA nr 67, Avd f. VA-Teknik, LTH, Lund.

Gunnarsson, T. (1991). Slamspridning på åkermark. Effekter på reproduktion, tillväxt och mortalitet hos daggmaskart. *Allolobophora chlorotica*. Ekologiska Institutionen, Lunds Universitet.

Torstensson, L. (1992). Projekt Slamspridning på åkermark. Mikrobiologiska test. Inst. f. Mikrobiologi, SLU, Ultuna.

Andersson, P-G. Nilsson, P. (1993). Slamspridning på åkermark. VA-Forsk rapport nr 1993:06.

Andersson, P-G. Nilsson, P. (1996). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-1995. Hushållningssällskapets rapportserie nr 1.

Bixo, O. Red. (1997). Avloppsslam – resurs eller fara i Kretsloppet? En beskrivning av projektet ”Slamspridning på åkermark”. Hushållningssällskapets rapportserie nr 8.

Naturvårdsverket (1997). Inarbetning av avloppsslam. En metod att tillverka jord. Naturvårdsverkets rapport nr. 4823.

Rappe, C., Et. al. (1997). A Field Study on the Use of Sewage Sludge as Soil Amendment. *Organohalogen compounds* Vol. 32.

Sjögren-Öhrn, M., Hall, M., Gunnarsson, T. (1998). Effekterna av normala och stora givor rötslam på småringmaskar och daggmaskar. Zooekologiska avd., Ekologiska Inst., Lunds Universitet.

Johansson, M., Torstensson, L. (1998). Markbiologiska effekter vid slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-1995. Institutionen. f. Mikrobiologi, SLU, Ultuna.

Johansson, M., Torstensson, L. (1999). Markmikrobiologi och nedbrytning av organiska föreningar vid stora slamgivor. Inst. f. Mikrobiologi, SLU, Ultuna.

Andersson, P-G. Nilsson, P. (1999). Slamspridning på åkermark. VA-Forsk rapport nr 1999:22.

Andersson, P-G (2000). Slamspridning på åkermark. Långliggande fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund. Lägesrapport för åren 1998-1999. Hushållningssällskapets rapportserie nr 10.

Andersson, P-G (2002). Slamspridning på åkermark. Långliggande fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund. Lägesrapport för åren 1981-2001. Hushållningssällskapets rapportserie nr 11.