



Slamspridning på åkermark

FÄLTFÖRSÖK MED KOMMUNALT AVLOPPSSLAM FRÅN MALMÖ OCH LUND UNDER ÅREN 1981–2011

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

Per-Göran Andersson

Skåne i december 2012

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1. INLEDNING	8
1.1. MÅLSÄTTNING MED PROJEKTET	8
1.2. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING OCH DESIGN	8
1.2.1. Försöksplan	8
1.2.2. Blockförsök	9
1.2.3. Försöksplatserna	10
1.2.4. Grödor och tidpunkt för slamspridning	11
1.3. PROVTAGNING, PROVHANTERING OCH ANALYSER	12
1.3.1. Slam	12
1.3.2. Jord	12
1.3.3. Gröda	12
1.4. UTVÄRDERING OCH STATISTISK ANALYS AV DATA	13
2. EGENSKAPER HOS TILLFÖRT SLAM	15
2.1. VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL I SLAMMET	15
2.2. METALLINNEHÅLL I SLAMMET	17
3. FÖRSÖKSRESULTAT 2009–2011	19
3.1. EFFEKT PÅ SKÖRDENS STORLEK	19
3.1.1. Skördar från Igelösa	19
3.1.2. Skördar från Petersborg	19
3.2. SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV TUNGMETALLER	20
3.2.1. Skördar från Igelösa	20
3.2.2. Skördar från Petersborg	21
3.3. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL	22
3.3.1. Igelösa – Växtnäringstillstånd i matjorden 2009, 2010 och 2011	22
3.3.2. Petersborg – Växtnäringstillstånd i matjorden 2009, 2010 och 2011	22
3.4. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS METALLINNEHÅLL	23
3.4.1. Igelösa – Metallinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011	23
3.4.2. Petersborg – Metallinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011	23
4. SAMMANFATTANDE FÖRSÖKSRESULTAT 1981–2011	24
4.1. SLAMMETS EFFEKT PÅ SKÖRDEN	24
4.1.1. Skördeeffekt olika år efter slamtillförsel	24
4.1.2. Skördeeffekt på höstraps	25
4.1.3. Skördeeffekt på vårsäd (vårkorn, vårvete, havre)	25
4.1.4. Skördeeffekt på höstvete	26
4.1.5. Skördeeffekt på sockerbetor	26
4.1.6. Skördeeffekt på konservärt	27
4.1.7. Skördeeffekt på rödsvingelfrö	27
4.1.8. Skördar och ekonomiskt utfall	28
4.2. SKÖRDEPRODUKTERNAS INNEHÅLL AV METALLER	30
4.3. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS VÄXTNÄRINGSINNEHÅLL	33
4.4. SLAMMETS EFFEKT PÅ MARKENS METALLINNEHÅLL	37

5. SLUTSATSER AV RESULTAT FRÅN ÅREN 1981–2011	42
5.1. SLAMMETS EFFEKT PÅ SKÖRDEPRODUKTERNA	42
5.1.1. Effekt på skördens storlek	42
5.1.2. Metaller i skördeprodukter	42
5.2. SLAMMETS PÅVERKAN PÅ MARKEN	43
5.2.1. Påverkan på markens växtnäringssinnehåll	43
5.2.2. Påverkan på markens metallinnehåll	43
5.3. SLAMMETS KVALITET	43
5.3.1. Växtnäringssämnen och metaller i använt slam	43
6. TIDIGARE RAPPORTER I PROJEKTET	45
7. TABELLBILAGA	46
IGELÖSA. SKÖRD 2009–2011	46
Tabell 7. Skörd 2009, vårkorn	46
Tabell 8. Skörd 2010, höstraps	47
Tabell 9. Skörd 2011, höstvet	47
PETERSBORG. SKÖRD 2009–2011	48
Tabell 10. Skörd 2009, höstraps	48
Tabell 11. Skörd 2010, höstvet	48
Tabell 12. Skörd 2011, sockerbetor	49
IGELÖSA. HALTER AV METALLER I SKÖRDEPRODUKTER	49
Tabell 13. Kornkärnans innehåll av metaller 2009, mg/kg TS	49
Tabell 14. Rapsfröets innehåll av metaller 2010, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	50
Tabell 15. Höstvetekärnans innehåll av metaller 2011, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	50
PETERSBORG. HALTER AV METALLER I SKÖRDEPRODUKTER	51
Tabell 16. Rapsfröets innehåll av metaller 2009, mg/kg TS	51
Tabell 17. Höstvetekärnans innehåll av metaller 2010, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	51
Tabell 18. Sockerbetans innehåll av metaller 2011, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	52
IGELÖSA. VÄXTNÄRINGSTILLSTÅND I JORD 2009–2011	52
Tabell 19. Växtnäringstillstånd i matjorden 2009	52
Tabell 20. Växtnäringstillstånd i matjorden 2010. Rutvis analys (4 analyser/led)	53
Tabell 21. Växtnäringstillstånd i matjorden 2011. Rutvis analys (4 analyser/led)	53
PETERSBORG. VÄXTNÄRINGSTILLSTÅND I JORD 2009–2011	54
Tabell 22. Växtnäringstillstånd i matjorden 2009	54
Tabell 23. Växtnäringstillstånd i matjorden 2010. Rutvis analys (4 analyser/led)	54
Tabell 24. Växtnäringstillstånd i matjorden 2011. Rutvis analys (4 analyser/led)	56
IGELÖSA. METALLER I JORD 2009–2011	56
Tabell 25. Metallinnehåll i matjorden 2009, (HNO ₃), mg/kg TS	56
Tabell 26. Metallinnehåll i matjorden 2010, (HNO ₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	57
Tabell 27. Metallinnehåll i matjorden 2011, (HNO ₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	57
PETERSBORG. METALLER I JORD 2009–2011	58
Tabell 28. Metallinnehåll i matjorden 2009, (HNO ₃), mg/kg TS	58
Tabell 29. Metallinnehåll i matjorden 2010, (HNO ₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	58
Tabell 30. Metallinnehåll i matjorden 2011, (HNO ₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)	59
VÄXTNÄRINGSTILLSTÅND I JORD	60
Tabell 31. Markens innehåll av kväve i skiktet 0–60 cm	60



Förord

De kommunala reningsverken byggdes ut i stor omfattning på 1970-talet och stora mängder slam uppkom som en restprodukt av reningen. Slammet innehåller näringsämnen och det finns numera ett långsiktigt mål om att återföra dessa till marken. För fosfor, som är en ändlig resurs, har riksdagen satt upp ett särskilt miljömål, som innebär att minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp senast år 2015 ska återföras till produktiv mark, och minst hälften bör återföras till åkermark.

Växtnäringen i avloppsslammet eftersträvades redan från början att återföras till åkermarken. Uppmärksamheten inriktades tidigt på de tungmetaller som fanns i slammet och stora insatser har genom åren gjorts både av de kommunala huvudmännen för reningsverken och samhället för att minska halterna genom att få in så lite av tungmetallerna som möjligt i reningsverken. Kraven på slammet har alltid varit att det varken på kort eller lång sikt får skada jorden, grödan eller konsumenten av grödan. Inte heller får slammet orsaka skador på dem som arbetar med åkermarken.

Frågeställningen från lantbrukarkåren var om slammet var en tillgång eller belastning i växtodlingen. Det bästa sättet att få svar på frågan var att testa slamspridning på åkermark under kontrollerade former i verkligheten genom regelrätta fältförsök. En arbetsgrupp bildades med representanter från dåvarande SSK (Sydvästra Skånes Kommunförbund), Sysav (Sydvästra Skånes Avfallsaktiebolag), Hushållningssällskapet Malmöhus och LRF (Lantbrukarnas Riksförbund). Hushållningssällskapet gjorde en enkät i sydvästra Skåne för att undersöka hur intresset hos lantbrukarna var för att ta emot slam för spridning på sina åkrar. En majoritet av de tillfrågade var positiva till att ta emot slam.

Nästa steg i processen var att konstruera en försöksplan och att lägga ut fyra fältförsök i sydvästra Skåne, vilket skedde hösten 1981. Efter några år avslutades två av försöken och tillgängliga resurser koncentrerades till två försöksplatser, Igelösa norr om Lund och Petersborg söder om Malmö. Dessa två fältförsök pågår fortfarande.

Denna rapport redovisar resultatet av försöken under 2009–2011. För att sätta resultaten i sitt sammanhang redovisas även en sammanfattning av 30 års försöksresultat.

Projektet "Slamspridning på åkermark" är unikt, inte bara i Sverige utan även i Europa genom att det är upplagt som ett praktiskt fältförsök, där påverkan på åkermarken och dess växter på grund av upprepad slamtillförsel kan följas under lång tid. En stor enighet föreligger om angelägenhetsgraden att fortsätta försöken, inte minst med tanke på att här finns ett unikt material att arbeta vidare med.

Försöksverksamheten leds av en projektgrupp, som sedan förra avrapporteringen 2009, har haft följande sammansättning:

Bengt Andersson, VA SYD, Ordförande (tom 2010)

Henrik Aspegren, VA SYD, Ordförande (from 2011)

Ann Thorén, Sysav, Sekreterare

Stig Edner, Sysav Utveckling AB

Christopher Grubberger, VA SYD, (tom 2011)

Agneta Leander, VA SYD, (from 2011)

Henrik Lindblom, VA SYD, (from 2011)

Erling Midlöv, VA SYD, (tom 2011)

Tom Nielsen, Kävlinge kommun

Liselott Stålhandske, VA SYD, (under 2011)

Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus

Under 2010 avgick Bengt Andersson som ordförande i projektgruppen med ålderns rätt. Projektgruppen vill framföra sitt varma tack till Bengt för hans starka engagemang i projektet i många år. Bengt har också varit till stor hjälp vid utformningen av denna rapport.

Universitetslektor Jan-Eric Englund, Agrosystem, SLU, Alnarp har varit sakkunnig i den statistiska bearbetningen av innehåll av växtnäringsämnen och metaller i skördeprodukterna åren 2010 och 2011. Övriga statistiska bearbetningar är utförda vid Mark och miljö, avdelningen för Växtnäring och markbiologi, SLU, Ultuna.

Sammanfattning

Systematiska fältförsök för att undersöka effekterna på mark och gröda vid spridning av slam på åkermark har pågått i Malmö och Lund sedan 1981 och de pågår fortfarande. Projektet initierades som ett samarbetsprojekt mellan LRF, Malmöhus läns Hushållningssällskap, kommunerna i sydvästra Skåne och Sysav. Rötat och avvattnat slam från Sjölanda och Källby avloppsreningsverk i Malmö respektive Lund har spridits på försöksytor på Petersborgs gård strax söder om Malmö och på Igelösa gård strax norr om Lund. Valet av grödor har följt den växtföljd som tillämpats på respektive gård.

Fältförsöken har utförts med upprepningar för att få större säkerhet och minska effekterna av försöksfel. Försöket har utförts som ett blockförsök med fyra block, där alla försöksleden ingår i varje block. I fältförsöken finns ett helt obehandlat led där varken avloppsslam eller mineralgödsel har tillförts sedan 1981. Tillförsel i de slambehandlade leden är motsvarande 1 och 3 ton torrsustans (TS) per hektar och år. Tillförsel har skett vart fjärde år med 4 respektive 12 ton TS per tillfälle. Både led med och utan slam har kombinerats med olika mängder mineralgödsel. Tillförseln har varit ingen (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.

Från år 2010 har provtagning av både jord och gröda skett rutvis istället för som tidigare ledvis. Detta innebär fyra gånger så många analyser, men möjliggör en bra statistisk bearbetning av materialet.

Slammets innehåll av näringsämnen uppgår till drygt 4 % av TS vad gäller kväve och till drygt 3 % av TS vad gäller fosfor. Slamkvaliteten har genomgått en avsevärd förbättring sedan försöken startade. Samtliga metallhalter har minskat med tiden och minskningen uppgår i genomsnitt till över 70 % för slammen från båda avloppsreningsverken. Minskningen av halterna av bly, kadmium och kvicksilver har uppgått till cirka 90 %.

Fältförsöken har visat att slamgödsling medför att markens mullhalt är högre än i de försöksled som inte fått någon slam. Dock har inte mullhalten ökat i jämförelse med situationen när försöken började för 30 år sedan. Fosfortalen har stigit markant och kvävehalten har ökat i det översta markskiktet. Halterna av tungmetaller i marken har ökat vad gäller koppar, kvicksilver och zink på båda försöksplatserna. Kadmiumhalten har dessutom ökat på försöksplatsen Petersborg vid senaste analystillfället 2011, dock i mycket begränsad omfattning. Övriga metaller har inte uppvisat några förändrade värden på grund av slamgödsling.

Alla i försöken förekommande grödor har svarat med ökad skörd vid slamtillförsel. I genomsnitt har en skördeökning med cirka 7 % erhållits av slamgödslingen. Försöken har entydigt visat att slamtillförseln inte har haft någon negativ påverkan på växternas upptag av tungmetaller. Det kan fastslås att markens bördighet ökar vid slamtillförsel.





1. Inledning

Projektet Slamspridning på åkermark startade 1981. Försöksplatserna är Igelösa gård, strax norr 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 höstarna 1985, 1989, 1993, 1997, 2001, 2005 och 2009.

För projektledning av fältförsöken ansvarar Hushållningssällskapet Malmöhus och Per-Göran Andersson, utvecklingschef vid Hushållningssällskapet Malmöhus, är projektledare för denna del sedan 1988.

1.1. Målsättning med projektet

Målsättningen 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 ska utvärderas och kvantifieras. Vidare ska tillförsel av organiska miljöstörande ämnen identifieras, kvantifieras och riskbedömas vid några tillfällen.

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, vilket också är fallet med dessa slamförsök. Av praktiska och statistiska skäl ordnas försöksleden i olika block.

1.2.1. Försöksplan

Försöksplanen omfattar nio olika kombinationer av slamtilleförsel och mineralgödselgivor med nedanstående beteckningar.

Beteckning	Gödsling	Beteckning	Gödsling
A	Utan slam	0	Utan mineralgödsel
B	Slam. 4 ton TS per hektar vart 4:e år	1	NPK i förhållande till gröda. 1/2 N-giva, 1/1 PK-giva
C	Slam. 12 ton TS per hektar vart 4:e år	2	NPK i förhållande till gröda. 1/1 N-giva, 1/1 PK-giva

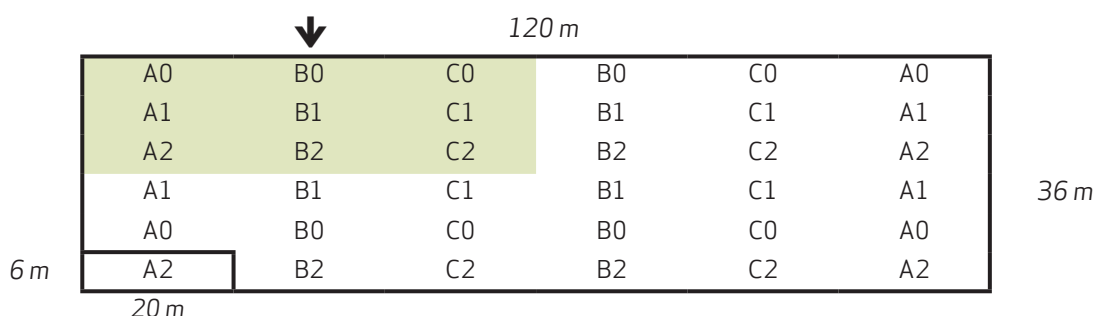
TS = Torrsubstans

Kombinationen A0 betyder ingen slamtilleförsel och ingen mineralgödsel och kombinationen B2 betyder 4 ton slam-TS per hektar vart fjärde år och full NPK-giva.

1.2.2. Blockförsök

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

Av figur 1 framgår hur blockförsöket organiserats. Det markerade området är i detta fall 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 att köra in i ett rutförsök med en slamspridare 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 i figur 1 och lägger mängden 4 ton TS/ha. Därefter tar man nästa kolumn med B-led. På samma sätt gör man med mineralgödseltillförsel vågrätt.



Figur 1. Blockförsök med fyra block

Om rutorna hade slumpats fritt inom varje block hade det varit nödvändigt att göra mycket större försöksytor för att möjliggöra behandling av varje enskild ruta för sig. Med större försöksytor hade man fått mycket större variation i jordart och därmed ett större försöksfel. Även risken för felbehandlingar hade blivit mycket större i ett långt perspektiv.

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

Tillförseln i de slambehandlade leden är motsvarande 1 och 3 ton torrs substans per hektar och år. Tillförsel har skett vart fjärde år med 4 respektive 12 ton torrs substans per tillfälle. B-ledet, 4 ton TS per tillfälle, motsvarar den av Naturvårdsverket maximalt rekommenderade givan vid försökens starttidpunkt. Avsikten med C-ledet var att simulera långtidseffekter men även att studera vad som händer när det ekologiska systemet provoceras.

Både led med och utan slam har kombinerats med olika mängder mineralgödsel. Tillförseln har varit ingen (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.

1.2.3. Försöksplatserna

Försöken har bedrivits vid Igelösa och Petersborg. 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 bl.a. karakteriseras av god bördighet och ringa stenförekomst. Försöksplatserna representerar jordarna i respektive område väl.

IGELÖSA

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

PETERSBORG

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

I tabell 1 visas en typisk jordanalys för de båda försöksplatserna från 1981 när försöken påbörjades.

Tabell 1. Jordanalyser på försöksplatserna 1981

Försöksplats	pH	Lättlöslig växtnäring* mg/100 g jord				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 något mullhaltig innehåller 2–3 % mull. En lättlera innehåller 15–25 och en mellanlera 25–40 % ler.

1.2.4. Grödor och tidpunkt för slamspridning

Följande grödor har odlats under försökstiden vid Igelösa respektive Petersborg. Grödorna har följt gårdarnas växtföljd.

År	Igelösa	Petersborg	År/cykel
1981	Slamspridning	Slamspridning	0/1
1982	Odling av höstvete	Odling av höstvete	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
1985	Slamspridning	Slamspridning	0/2
1986	Odling av höstvete	Odling av höstvete	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
1989	Slamspridning	Slamspridning	0/3
1990	Odling av höstraps	Odling av höstvete	1/3
1991	Odling av höstvete	Odling av sockerbetor	2/3
1992	Odling av sockerbetor	Odling av vårkorn	3/3
1993	Odling av vårvete	Odling av höstraps	4/3
1993	Slamspridning	Slamspridning	0/4
1994	Odling av konservärt	Odling av höstvete	1/4
1995	Odling av höstraps	Odling av sockerbetor	2/4
1996	Odling av höstvete	Odling av vårkorn	3/4
1997	Odling av sockerbetor	Odling av höstvete	4/4
1997	Slamspridning	Slamspridning	0/5
1998	Odling av vårvete	Odling av sockerbetor	1/5
1998	Tillförsel av kalkstensmjöl, 6 ton/ha	Tillförsel av kalkstensmjöl, 4 ton/ha	
1999	Odling 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
2001	Slamspridning	Slamspridning	0/6
2002	Odling av höstvete	Odling av höstvete	1/6
2003	Odling av rödsvingelfrö	Odling av sockerbetor	2/6
2004	Odling av rödsvingelfrö	Odling av vårkorn	3/6
2005	Odling av höstvete	Odling av höstvete	4/6
2005	Slamspridning	Slamspridning	0/7
2006	Odling av sockerbetor	Odling av höstvete	1/7
2007	Odling av höstvete	Odling av sockerbetor	2/7
2008	Odling av höstvete	Odling av vårkorn	3/7
2009	Vårkorn	Höstraps	
2009	Slamspridning	Slamspridning	0/8
2010	Höstraps	Höstvete	1/8
2011	Höstvete	Sockerbetor	2/8

1998 kalkades båda försöksplatserna med kalkstensmjöl, eftersom pH-värdena p.g.a. den allmänna försurningen hade sjunkit till en icke acceptabel nivå.

1.3. 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, 2002, 2005, 2006 och 2009 genomfördes ett större analysprogram. Åren dessemellan studerades i huvudsak leden A0 och C0, dvs. leden utan mineralgödsel där tredubbel giva av slam jämfördes med helt obehandlat led.

Där möjlighet funnits har analyserna utförts enligt SIS-standard och på ackrediterat laboratorium.

All analys av gröda och mark har fram till och med 2009 skett försöksledsvis. Delproven från de fyra upprepningarna har slagits samman 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 bra statistisk bearbetning av materialet.

Från och med 2010 har ett förändrat analysprogram genomförts, där alla försöksled analyseras rutvis, både vad gäller jord och gröda. Detta ger en större möjlighet att statistiskt bearbeta analysresultaten.

1.3.1. Slam

Samma analysprogram har tillämpats för slam och matjord som för växtnäringssämnen och metaller. Delprov har tagits ut kontinuerligt från slammet vid spridningstillfället. Delproverna har blandats och ett samlingsprov har erhållits. Detta prov har sänts till Eurofins laboratorium i Kristianstad för kemisk analys. Prov för kväveanalys har frysts omedelbart och sänts i fryst tillstånd till Eurofins för analys av ammonium- och nitratkväve.

Vid tre spridningstillfällen, 1989, 1993 och 1997, togs prover ut för analys av organiska föreningar. Som huvudanalys avseende organiska ämnen valdes "Priority Pollutants" (PP). Resultaten vad gäller organiska ämnen och bekämpningsmedelsrester har redovisats i tidigare rapporter och omnämns inte i denna rapport.

1.3.2. Jord

Provtagning i jord har genomförts som ett antal stick med jordborr per försöksruta. På varje prov har utförts dubbelanalys i laboratorium. Medeltalet av dessa analyser har redovisats. Provtagning i matjorden har skett ned till 25 cm. Proverna har lagts i speciella provkartonger och transporterats med bil till Eurofins i Kristianstad för analys. Kväve har analyserats två gånger årligen i led A0 och C0: dels på hösten före vinterns inträde, dels på våren före vårbruk. Provtagning har skett i två skikt: 0–30 och 30–60 cm.

För övriga parametrar har provtagning och analys skett från varje försöksled två av fyra år. Åren dessemellan har provtagning endast skett från leden A0 och C0.

Följande analyser har utförts:

Växtnäring	Metaller
pH-H ₂ O, P-AL, P-HCl, K-AL, K-HCl, Ca-AL, Mg-AL, S och mullhalt	Hg, Cd, Pb, As, Cr, Co, Ni, Mn, Cu, Zn och B.

Under senare år har även Ag (silver) och Sn (tenn) analyserats.

1.3.3. Gröda

All skörd av gröda har utförts rutvis, dvs. fyra skördeytor á 16–22 m² per försöksled, totalt 36 rutor per försök.

Skördeprodukterna har analyserats enbart på de delar som förs bort från fältet. För spannmål har analyserats kärna men inte halm. I kärna har bestämts torrsubstans, renhet, rymdvikt och proteinhalt. Frö har analyserats för oljeväxter, konservärt och rödsvingel. I oljeväxtfrö har bestämts torrsubstans, renhet, klorofyll, proteinhalt och oljehalt. För sockerbetorna har de för sockerbetorna normala analyserna, nämligen renvikt, sockerhalt, blåtal, K+Na och renhet, utförts vid Agri provtvätt på Örtofta Sockerbruk. Alla övriga analyser har utförts hos Eurofins. Dessutom har bestämts N, P, K, Ca, Mg, S, Hg, Cd, Pb, Cr, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, As, Sn, Ag och B.

1.4. Utvärdering och statistisk analys av data

I projektet har en stor mängd observationer och analyser samlats in genom åren och det är viktigt att behandla och utvärdera dessa data på ett riktigt sätt för att avgöra vilka slutsatser som kan dras av försöken. En stor mängd grunddata har insamlats kontinuerligt sedan projektets start och rapporten behandlar, utvärderar och redovisar i huvudsak dessa data. Som komplement till detta har olika specialundersökningar genomförts och resultatet av dessa redovisas i särskilda rapporter. En väsentlig skillnad i möjligheterna att utvärdera grunddata erhöles dessutom från och med år 2010, då inte bara skördarnas storlek utan även analyser av gröda och mark gjorts rutvis.

Olika typer av behandling och bearbetning av data har genomförts. Illustrationer i form av kurv- och stapeldiagram för enskilda parametrar eller grupper av parametrar ger en bra översiktlig bild av resultaten. Statistiska beräkningar av medelvärden, min- och maxvärden och spridningsmått har gett en kompletterande bild. Tidsserier av data har även vid något tillfälle utvärderats genom någon typ av tidsserieanalys.

Eftersom försöket genomförs som ett regelrätt fältförsök, där yttre variationer av olika slag föreligger som inte kan vare sig påverkas eller förutses, är en statistisk analys viktig för att kunna dra slutsatser om slamgödslingens effekt på mark och gröda. Den statistiska analysen som använts i detta projekt är signifikansanalys. Signifikansanalysen går ut på att försöka bestämma om det finns en verklig skillnad i medelvärdet för olika parametrar från olika behandlingsled i försöket eller om skillnaden enbart kan förklaras av slumpen.

I signifikansanalysen formuleras en nollhypotes som säger att det inte föreligger någon skillnad mellan försöksleden för en undersökt parameter. Mot nollhypotesen ställs en alternativ hypotes, som innebär att det föreligger en skillnad. Sannolikheten beräknas för att erhålla observerade mätvärden om nollhypotesen är sann. Här har förutsatts att mätvärdena är normalfördelade. Den beräknade sannolikheten kallas p-värde (från engelskans probability value). Med p-värdet som grund bestäms om nollhypotesen ska förkastas eller inte. Om nollhypotesen förkastas är den alternativa hypotesen mest trolig.



Nivån på p-värdet kan väljas och om ett p-värde $< 0,05$ väljs erhålls en 1-stjärnig signifikans, ett p-värde mellan 0,01 och 0,001 en 2-stjärnig signifikans och ett p-värde $< 0,001$ en 3-stjärnig signifikans. Det har blivit mest vanligt vid fältförsök att välja signifikansnivån 0,05 och detta har gjorts i denna rapport. Det innebär att risken för att fel slutsats dragits är mindre än 5 %.

Om den beräknade sannolikheten är liten ($< 0,05$) så förkastas hypotesen och analysen visar att det kan finnas en skillnad mellan försöksleden. Då beräknas även den minsta signifikanta skillnaden (LSD-värde från engelskans Least Significant Value), som anger hur stor skillnaden måste vara mellan två försöksled för att de ska anses vara signifikant skilda.

Det traditionella sättet att göra en signifikansanalys är att konstatera att den alternativa hypotesen är mest trolig om p-värdet understiger vald signifikansnivå. I rapportens tabellbilaga redovisas beräknade p- och LSD-värden för skördarnas storlek, skördeprodukternas innehåll av metaller samt växtnärings- och metallinnehåll i marken. Det ger en uppfattning inte bara om skillnaden kan anses vara signifikant utan även styrkan eller tyngden av skillnaden. Om p-värdet är $> 0,05$ redovisas inte LSD-värdet. I de fall det förekommit värden som är lägre än detektionsgränsen har ingen statistisk bearbetning utförts.



Vid analysen har dels slamgödslingens effekt, dels mineralgödslingens effekt analyserats. Slamgödslingens effekt har bestämts genom att alla A-, B- och C-led jämförs med varandra. På motsvarande sätt har mineralgödslingens effekt bestämts genom jämförelse av alla 0-, 1- och 2-led. De grupper som jämförts är

för slamgödsling

utan slam – det samlade resultatet för leden A0, A1 och A2

1 ton slam – det samlade resultatet för leden B0, B1 och B2

3 ton slam – det samlade resultatet för leden C0, C1 och C2

för mineralgödsling

utan mineral – det samlade resultatet för leden A0, B0 och C0

1/2 N, 1 PK – det samlade resultatet för leden A1, B1 och C1

1 N, 1 PK – det samlade resultatet för A2, B2 och C2

I tabellbilagan har angetts beräknade sannolikheter, där p F1 avser slamgödsling och p F2 avser mineralgödsling, och beräknade LSD-värden, där LSD F1 avser slamgödsling och LSD F2 avser mineralgödsling. Om det föreligger statistiskt säkra skillnader mellan försöksled så är de skuggade i avvikande färg i tabellerna.

Signifikansanalys kan endast göras då det föreligger rutvisa data och analyser.

2. Egenskaper hos tillfört slam

Slam tillfördes försöken vid åtta tillfällen, nämligen höstarna 1981, 1985, 1989, 1993, 1997, 2001, 2005 och 2009. Tillförelsen skedde efter skörd av respektive års gröda och före höstplöjning. Slamproven togs vid alla tillfällen ut slumpvis från respektive reningsverk. Så skedde även år 2001, men tyvärr kom det årets prov från Källbyslammets bort på laboratoriet varför analysresultat från produktionen på Källbyverket har använts istället. Det togs ett prov per arbetsdag under augusti månad. Proven frystes och slogs ihop till ett månadsprov. Det är resultatet av samlingsproven som redovisas här. Dessa prov analyserades på samma ämnen som i projektet i övrigt, med undantag för kalium och magnesium.

2.1. Växtnäringsinnehåll i slammet

I tabell 2a redovisas växtnäringsinnehållet i slammet från Källbyverket och i tabell 3a redovisas motsvarande för Sjölundaverket. Tabellerna 2b och 3b visar hur mycket växtnäring som tillförts med 1 ton slam-TS. Det kan noteras att ammoniumkväve från Källby ökat under de senaste spridningstillfällena till samma eller högre nivå som innehållet i slammet från Sjölundaverket. Förändringen har säkerligen att göra med en utbyggnad av Källbyverket för ökad kväveavskiljning.

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

År	TS, %	pH	% av TS				
			NH ₄ -N	Tot P	Tot K	Ca	Mg
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	7,3	1,3	4,1	-	3,1	-
2005	34	8,1	1,6	5,7	0,15	5,3	0,50
2009	22	8,0	2,1	2,7	0,18	2,5	0,36

* Analysresultat från produktionen på Källbyverket.

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

År	NH ₄ -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	-
2005	16	57	1,5	53	5,0
2009	21	27	1,8	25	3,6

* Analysresultat från produktionen på Källbyverket.

Tabell 3 a. Växtnäringsinnehåll i slam tillfört försöksplatsen Petersborg

År	TS, %	pH	% av TS				
			NH ₄ -N	Tot P	Tot K	Ca	Mg
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
2005	32	8,8	1,3	3,5	0,13	5,1	0,44
2009	-	7,4	1,7	3,6	0,12	4,1	0,35

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

År	NH ₄ -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
2005	13	35	1,3	51	4,4
2009	17	36	1,2	41	3,5

2.2. Metallinnehåll i slammet

I tabellerna 4a och 4b redovisas innehållet av tungmetaller i slammet från Källbyverket respektive Sjölundaverket. Analyserna har gjorts av de slampartier som levererats till försöksytorna för spridning. Bestämning av metallhalterna i slammen sker väsentligt mer frekvent i den dagliga driftkontrollen vid reningsverken och ett betydligt större och säkrare material finns således att tillgå vad gäller slammets kvalitet och förändring i tiden. Dock har avsikten varit att redovisa metallinnehållet i just det slam som tillförts försöksytorna.

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	1 333	137	6,9	111	1 037
1985	85	1,3	651	207	4,0	19	595
1989	59	1,7	1 300	46	5,2	17	1 100
1993	59	1,9	1 250	28	3,8	13	705
1997	64	1,9	1 700	28	3,4	17	780
2001*	39	1,1	350	18	1,6	13	520
2005	27	0,65	360	17	0,60	13	580
2009	16	0,59	360	10	0,33	8,9	480

* Analysresultat från produktionen på Källbyverket.

Samtliga analyserade metallhalter i slammet från Källbyverket har minskat avsevärt sedan projektet startades. Av särskilt stort intresse är minskningen av kopparhalten, som tidigare varit ett problem. Minskningen beror på att kvaliteten på dricksvattnet förändrats kraftigt genom byte av vattentäkt. I genomsnitt har halten för i tabellen redovisade metaller minskat med 82 %. Den procentuella minskningen var störst för kvicksilver och krom med 95 respektive 93 %.

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	1 100	135	4,5	25	1 000
1985	103	2,8	1 028	406	2,4	25	747
1989	120	2,2	1 300	49	3,7	25	810
1993	75	1,7	1 550	38	2,4	30	655
1997	82	3,1	2 000	29	2,0	26	840
2001	53	1,7	610	32	1,4	19	630
2005	49	0,53	660	31	0,61	25	620
2009	30	1,4	590	29	0,84	18	800

Liksom för Källbyslammet har alla metallhalter i slammet från Sjölundaverket minskat väsentligt sedan 1981. I genomsnitt för alla metaller är minskningen 67 %. Procentuellt är bly och zink de metaller vars halt minskat mest, med 92 respektive 83 %. Speciellt intressant är även minskningen av kopparhalten, som beror på att avhårdning vid Vombverket infördes vid millenniumskiftet.



3. Försöksresultat 2009–2011

De senaste tre årens resultat, 2009–2011, redovisas i nedanstående avsnitt vad gäller skördens storlek samt effekterna av slamspridning på grödans innehåll av metaller, innehållet av näringsämnen i mark och innehållet av tungmetaller i mark. För att öka läsbarheten redovisas samtliga försöksdata i tabellform i en tabellbilaga.

3.1. Effekt på skördens storlek

Mått på skördens storlek vad gäller spannmål, konservärt och rödsvingel anges i deciton per hektar (dt/ha), där 1 dt är 100 kg. Mått på sockerbetskördd angas som ton socker per hektar.

Vid jämförelser mellan de olika försöksleden i tabellerna har försöksledet A2 åsatts ett relativtal 100. Alla andra gödslingsalternativ har satts i relation till detta tal som representerar ett fält helt utan slamtillförsel och med normal handelsgödselgiva.

3.1.1. Skördar från Igelösa

Vid Igelösa har det under perioden odlats vårkorn, höstraps och höstvet. Resultaten redovisas i tabellerna 7–9 i tabellbilagan.

VÅRKORN 2009

Relativtalet 100 för skörd av vårkorn motsvarar en storlek på 72,5 dt/ha. Skörden från försöksleden utan handelsgödsel hade relativtal mellan 46 och 57 och skörden från försöksleden med halv handelsgödselgiva relativtal mellan 78 och 89. Slamtillförsel ger en skördeökning på 6 respektive 22 % från ytorna utan handelsgödsel respektive halv giva. Ingen extra skördeökning erhöles vid förhöjd slamgiva vid normal tillförsel av mineralgödsel. Se tabell 7 i tabellbilagan.

HÖSTRAPS 2010

Relativtalet 100 för skörd av höstraps motsvarar en storlek på 50,4 dt/ha. Skörden från försöksleden utan handelsgödsel hade relativtal mellan 48 och 84 och skörden från försöksleden med halv handelsgödselgiva relativtal mellan 84 och 102. En markant skördeökning genom slamtillförsel kunde konstateras. Skördeökningen uppgick till 14 % vid normal slamgiva och till 27 % vid förhöjd giva. Se tabell 8 i tabellbilagan.

HÖSTVETE 2011

Relativtalet 100 för skörd av höstvet motsvarar en skördemängd på 82,8 dt/ha. Skörden från försöksleden utan handelsgödsel hade relativtal mellan 47 och 68 och skörden från försöksleden med halv handelsgödselgiva relativtal mellan 83 och 88 med en outlier på 68 vid tredubbel slamgiva. En markant skördehöjande effekt av slamtillförsel kan ses, där ökningen uppgår till 6 % (ej statistiskt säker) vid normal slamgiva och till 22 % vid förhöjd giva. Se tabell 9 i tabellbilagan.

3.1.2. Skördar från Petersborg

Vid Petersborg har det odlats höstraps, höstvet och sockerbeter. Resultaten redovisas i tabellerna 10–12 i tabellbilagan.

HÖSTRAPS 2009

Relativtalet 100 för skörd av höstraps motsvarar en storlek på 27,2 dt/ha, vilket utgör en relativt låg skörd och endast ungefär hälften av storleken på höstrapsskörden 2010 vid Igelösa. Resultaten visar en mycket hög skörd i helt ogödslat försöksled med ett relativtal av 99. Ökningen i B-led med normal slamgiva uppgick till 40 %, oavsett tillsatsen av handelsgödsel. Skörderesultatet är dock ojämnt och ingen statistiskt signifikant skillnad föreligger mellan leden. Se tabell 10 i tabellbilagan.

HÖSTVETE 2010

Relativtalet 100 för skörd av höstvet motsvarar en skördemängd på 60,1 dt/ha, vilket utgör en relativt låg skörd som troligtvis beror på sen sådd. Effekten av slamtillförsel är liten, eller obefintlig, för försöksleden med full handelsgödselgiva. Skörden från försöksleden utan handelsgödsel hade relativtal mellan 43 och 81 och skörden från försöksleden med halv handelsgödselgiva relativtal mellan 92 och 105. Se tabell 11 i tabellbilagan.

SOCKERBETOR 2011

Relativtalet 100 för skörd av sockerbeter motsvarar en sockerskörd på 10,98 ton/ha. Effekten av slamtillförsel är betydligt lägre än vad den brukar vara för sockerbeter och ingen statistiskt signifikant skillnad föreligger mellan leden. Skörden från försöksleden utan handelsgödsel hade relativtal mellan 42 och 48 och skörden från försöksleden med halv handelsgödselgiva relativtal mellan 79 och 82. En större skördeeffekt av mineralgödsel än normalt erhöles. Se tabell 12 i tabellbilagan.

3.2. Skördeprodukternas innehåll av tungmetaller

Skördeprodukternas innehåll av tungmetaller redovisas i tabellerna 13–18 i tabellbilagan. Kortfattade kommentarer redovisas i det följande.

3.2.1. Skördar från Igelösa

KORNKÄRNA 2009

Kornkärnan innehöll låga koncentrationer av metaller detta år. Ingen skillnad mellan metallhalterna i gröda från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras. Se tabell 13 i tabellbilagan.

RAPSFRÖ 2010

Inga signifikanta skillnader i metallhalt för någon metall i fröna från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras. Detta år har konstaterats sänkta halter av kadmium och ökade zink- och manganhalter vid ökad NPK-gödsling.

Se tabell 14 i tabellbilagan.

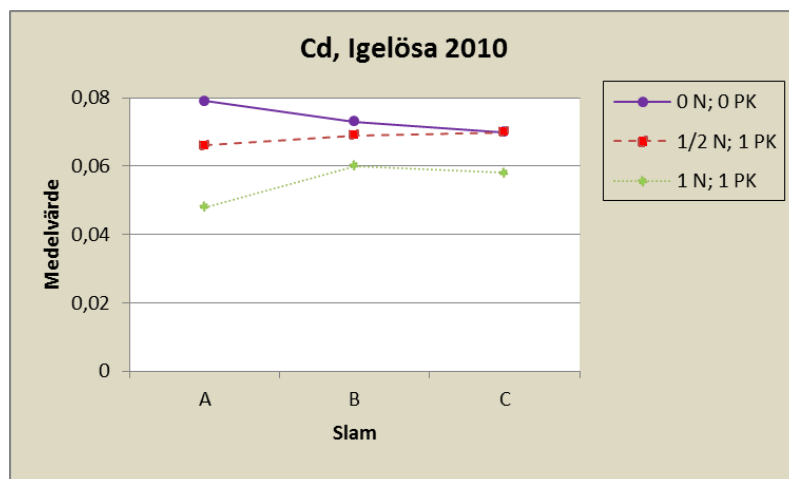


Diagram 1. Rapsfröets innehåll av kadmium.

HÖSTVETEKÄRNA 2011

Inga signifikanta skillnader i gröda från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras för någon metall. Vid ökad NPK-gödsling ökar koncentrationen av kadmium och zink i kärnan. För nickel gäller det omvända förhållandet och halten minskar vid ökad NPK-gödsling. Manganhalten minskar vid ökad gödslingsintensitet för både slam och mineralgödsel.

Se tabell 15 i tabellbilagan.

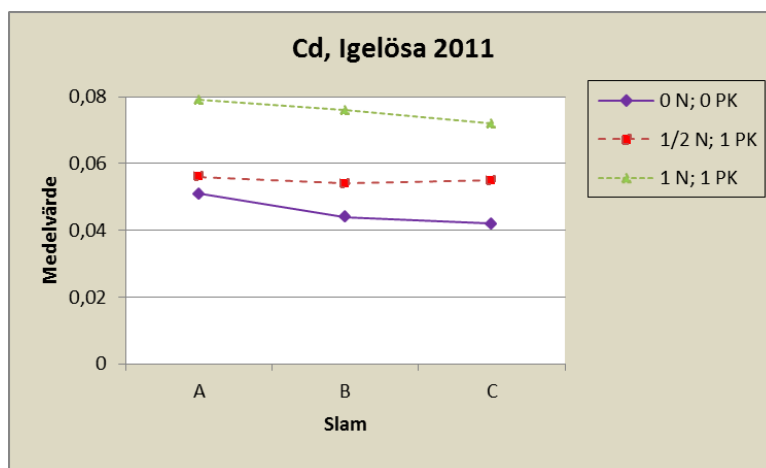


Diagram 2. Höstvetekärnans innehåll av kadmium.

3.2.2. Skördar från Petersborg

RAPSFÖ 2009

Inga skillnader i gröda från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras, med undantag för krom. Kromhalten minskar vid ökad gödslingsintensitet för både slam och mineralgödsel. Se tabell 16 i tabellbilagan.

HÖSTVETEKÄRNA 2010

Inga signifikanta skillnader i gröda från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras, med undantag för zink, där halten ökar i grödan från försöksled med största slamtillförseln. Koppar- och nickelhalten minskar vid ökad NPK-gödsling. Kadmiumhalten ökar vid normal NPK-gödsling.

Se tabell 17 i tabellbilagan.

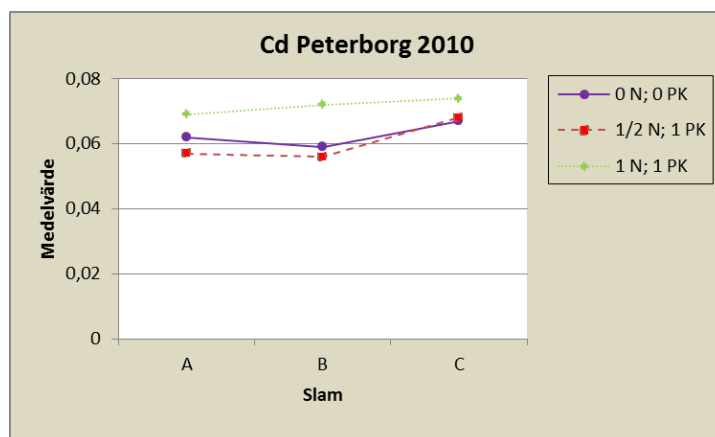


Diagram 3. Höstvetekärnans innehåll av kadmium.

SOCKERBETA 2011

Inga skillnader i gröda från slamgödslade och icke slamgödslade led kunde noteras för någon metall, med undantag av mangan. Manganupptaget minskar vid ökad slamtillförsel.

Se tabell 18 i tabellbilagan.

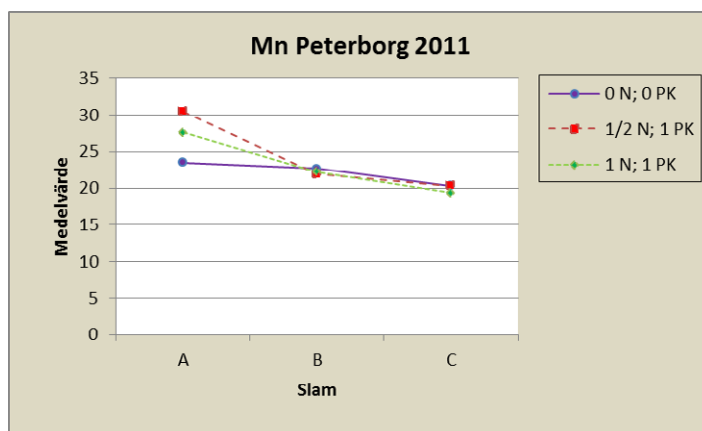


Diagram 4. Sockerbetans innehåll av mangan.

3.3. Slammets effekt på markens växtnäringsinnehåll

Slammets effekt på markens växtnäringsinnehåll redovisas i tabellerna 19–24 i tabellbilagan. Kortfattade kommentarer redovisas i det följande. I de fall kommentarer ges till skillnader mellan behandlingar i försöken 2010 och 2011 är skillnaderna statistiskt säkerställda.

3.3.1. Igelösa – Växtnäringsinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011

Genom slamtillförsel ökar växtnäringsinnehållet i marken och värdena för P-AL, P-HCl och Mg-AL har ökat. pH-värdet är genomgående lägre vid högsta slamgivan. Mullhalten ökar vid slamtillförsel. Effekten uppnås i huvudsak redan vid normal slamgiva.

Genom mineralgödsetillförsel fås ökade värden för K-AL och för Ca-AL för 2010 för högsta givan. Mullhalten ökar även genom mineralgödsetillförsel.

Se tabell 19–21 i tabellbilagan.

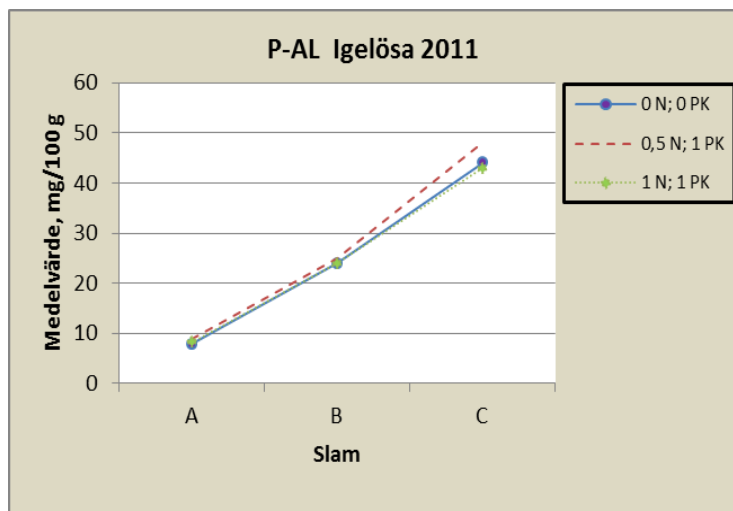


Diagram 5. Markens innehåll av fosfor 2011.

3.3.2. Petersborg – Växtnäringsinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011

Genom slamtillförsel ökar även växtnäringsinnehållet i marken i Petersborg med högre värden för P-AL, P-HCl och Mg-AL. Lägre pH-värde till följd av slamtillförsel förelåg under 2010. Mullhalten ökar genom slamtillförsel.

Genom mineralgödsetillförsel fås ökade värden för K-AL, Ca-AL och pH samt för P-AL år 2010. Mullhalten ökar även genom mineralgödsetillförseln.

Se tabell 22–24 i tabellbilagan.

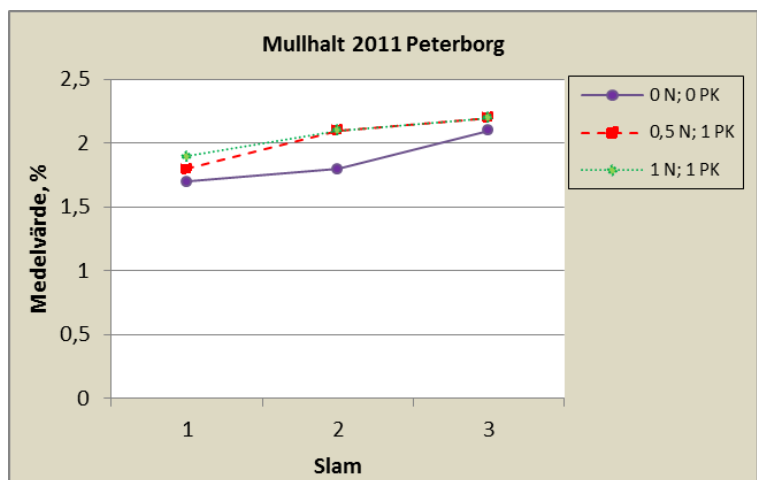


Diagram 6. Mullhalt i matjorden 2011.

3.4. Slammets effekt på markens metallinnehåll

Slammets effekt på markens metallinnehåll redovisas i tabellerna 25–30 i tabellbilagan. Kortfattade kommentarer redovisas i det följande. I de fall kommentarer ges till skillnader mellan behandlingar i försöken från 2010 och 2011 är skillnaderna statistiskt säkerställda.

3.4.1. Igelösa – Metallinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011

Genom slamtilförsel kan ses en ökning av halterna Cu, Zn och Hg i marken i Igelösa. Resultatet för 2010 visar dessutom att Sn och Pb ökar för högsta givan och resultatet för 2011 visar att Cd ökar för högsta givan.

Mineralgödseltillförsel ger ingen statistiskt signifikant effekt på metallhalterna i marken för någon metall.

Se tabell 25–27 i tabellbilagan.

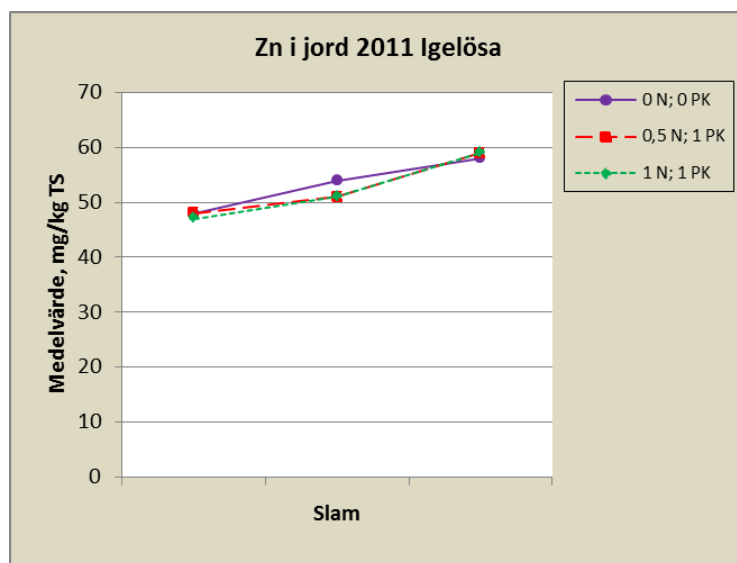


Diagram 7. Zink i matjorden 2011.

3.4.2. Petersborg – Metallinnehåll i matjorden 2009, 2010 och 2011

Genom slamtilförsel kan ses en ökning av halterna Cd, Cu, Zn och Hg i marken i Petersborg.

Mineralgödseltillförsel ger ingen statistiskt signifikant effekt på metallhalterna i marken för någon metall.

Se tabell 28–30 i tabellbilagan.

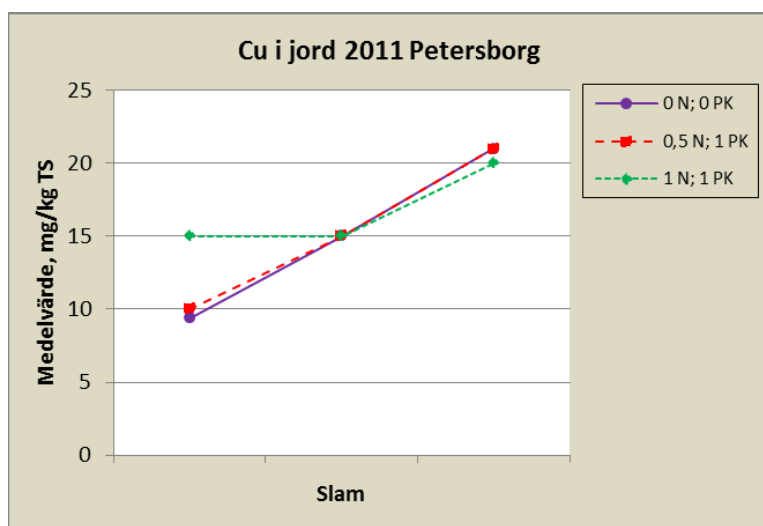


Diagram 8. Koppar i matjorden 2011.

4. Sammanfattande försöksresultat 1981–2011

4.1. Slammets effekt på skörden

För att kunna bestämma medeltal för skördarna av olika grödor har medeltalsberäkningarna grundats på skördarnas relativa tal, där led A2 (inget slam och full NPK-giva) utgör referens med värdet 100. Inom varje grupp av grödor har skördarnas reella värden använts.

4.1.1. Skördeeffekt olika år efter slamtillförsel

Det har funnits en hypotes att slammets effekt på skördens storlek skulle var störst andra året efter slamspridning. Data från detta försök har bearbetats för att utvärdera detta. Resultatet illustreras av diagram 9, där årsmedelvärden för samtliga fyraårsperioder för samtliga grödor som odlats det aktuella året redovisas. Av resultatet framgår att man inte kan se någon klar sådan tendens. Skördarna år 1, 2 och 4 efter slamtillförsel ligger på samma nivå, medan skörden år 3 av någon anledning ligger lite lägre.

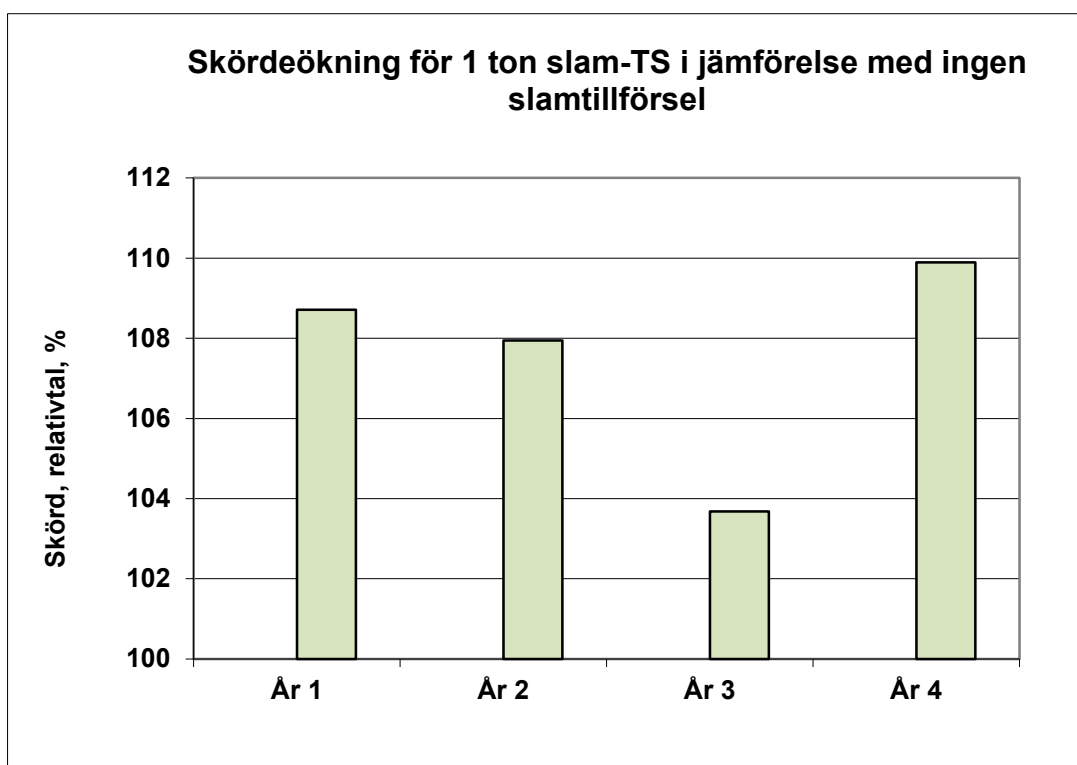


Diagram 9. Relativa skörderesultat 1:a, 2:a, 3:e respektive 4:e året efter slamspridning.

I följande avsnitt redovisas slammets effekt på skörden av olika grödor.

4.1.2. Skördeeffekt på höstraps

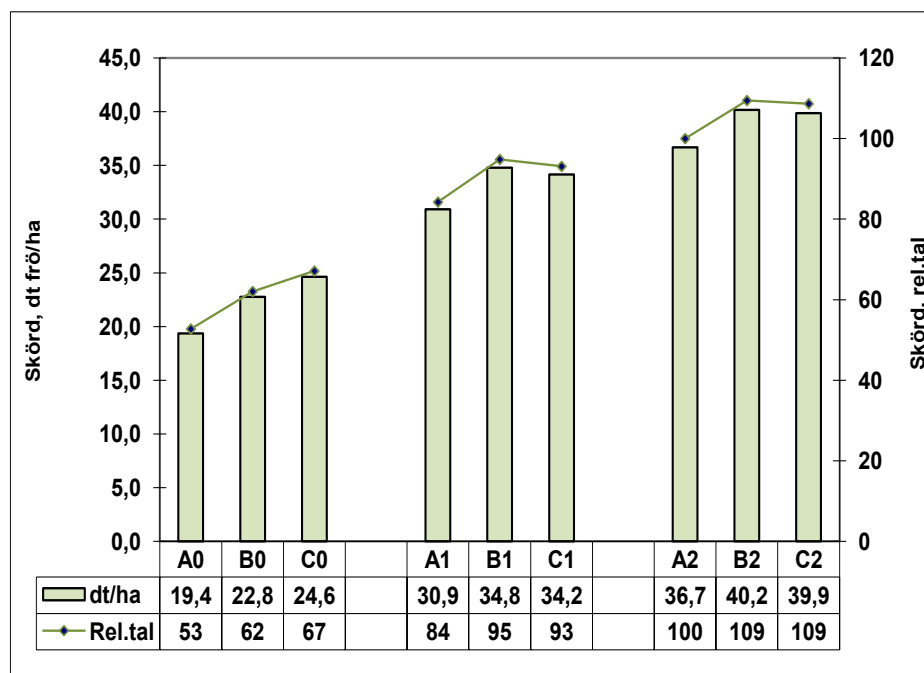


Diagram 10. Skördeeffekt på höstraps. Fröskörd, dt/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på nio höstrapskörningar. All slamtillförsel ökar skördarna oavsett om det sker i kombination med handelsgödsel eller ej. Skörden fördubblas i genomsnitt från helt ogödslat till normal tillförsel av handelsgödsel.

4.1.3. Skördeeffekt på vårsäd (vårkorn, vårvete, havre)

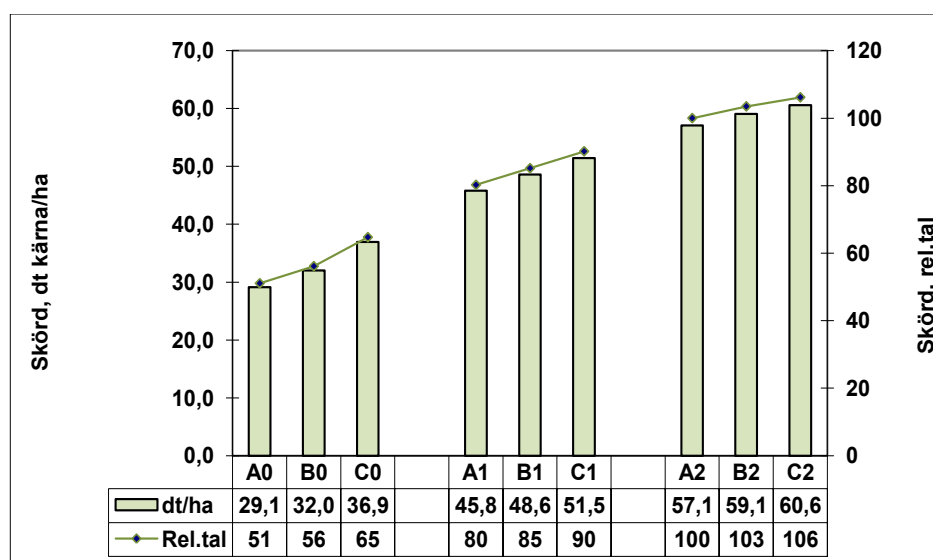


Diagram 11. Skördeeffekt på vårsäd (vårkorn, vårvete och havre). Kärnskörd, dt/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på skörd från elva vårkornskörningar, fyra vårveteskörningar och en havreskörd. I likhet med raps så fördubblas skördens storlek genom normal handelsgödselgiva och slam ger positiv effekt på skördens storlek, oavsett tillförsel av handelsgödsel.

4.1.4. Skördeeffekt på höstvetete

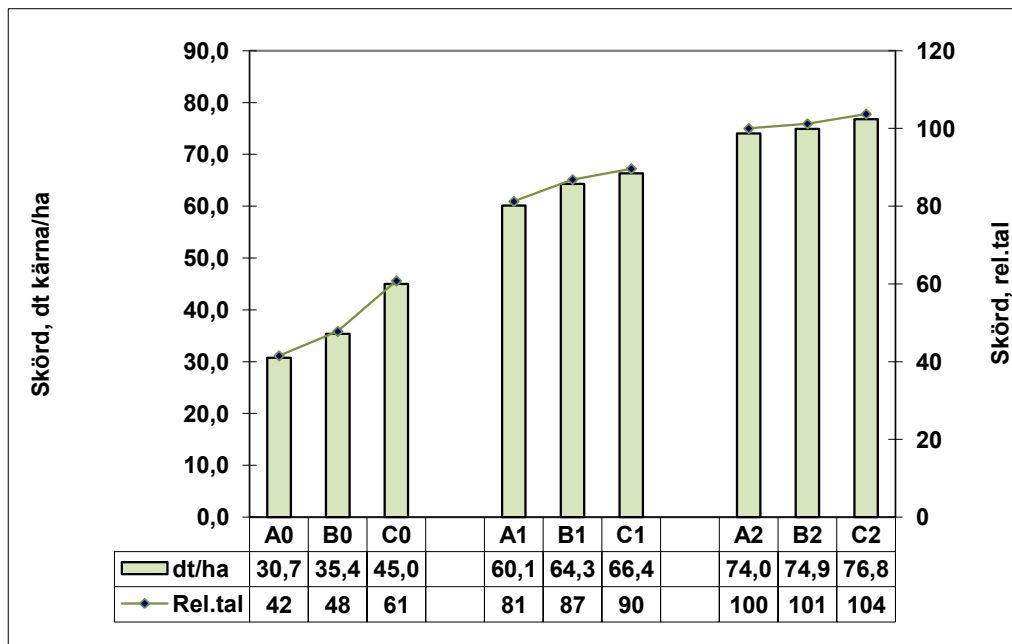


Diagram 12. Skördeeffekt på höstvetete. Kärnskörd, dt/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på 17 höstveteskördar. Slamtillförsel ökar skörden oavsett tillförsel av handelsgödsel. Skörden ökar med 138 % från helt ogödslat till normal handelsgödselgiva. Slamtillförsel ger i alla kombinationer med handelsgödsel en skördeökning.

4.1.5. Skördeeffekt på sockerbetor

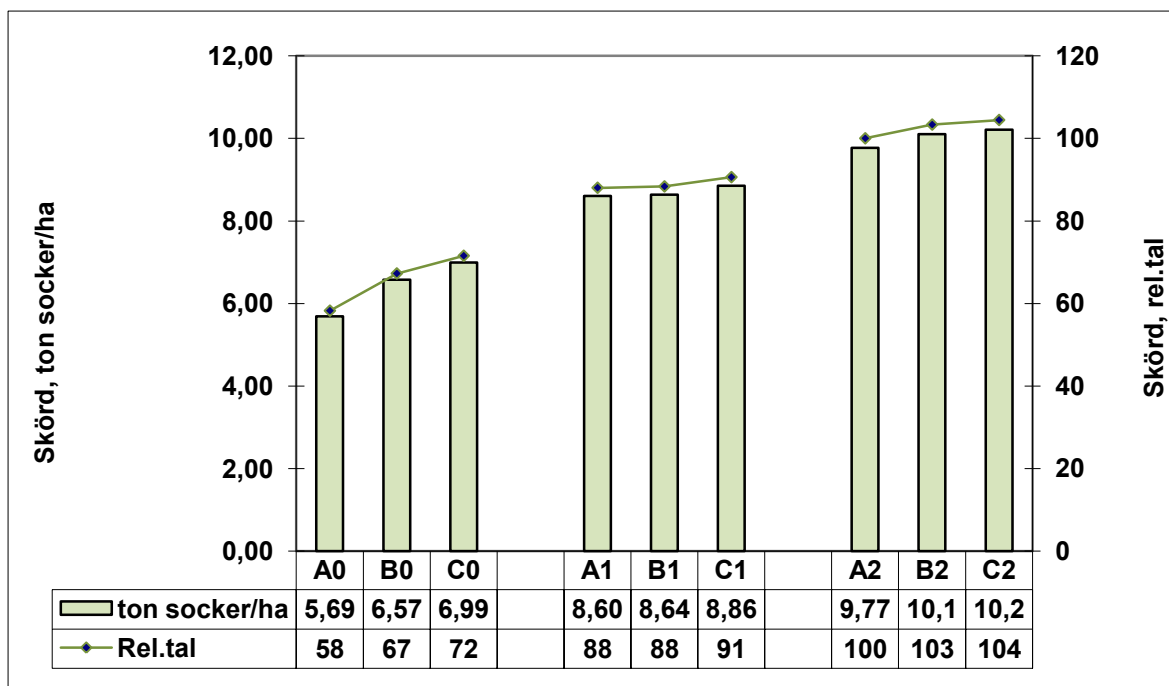


Diagram 13. Skördeeffekt på sockerbetor. Sockerskörd, ton/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på 13 sockerbetesskördar. Normal handelsgödselgiva ger en skördeökning i förhållande till ogödslat på 72 %. Slamtillförsel ger i alla kombinationer med handelsgödsel en skördeökning.

4.1.6. Skördeeffekt på konservärt

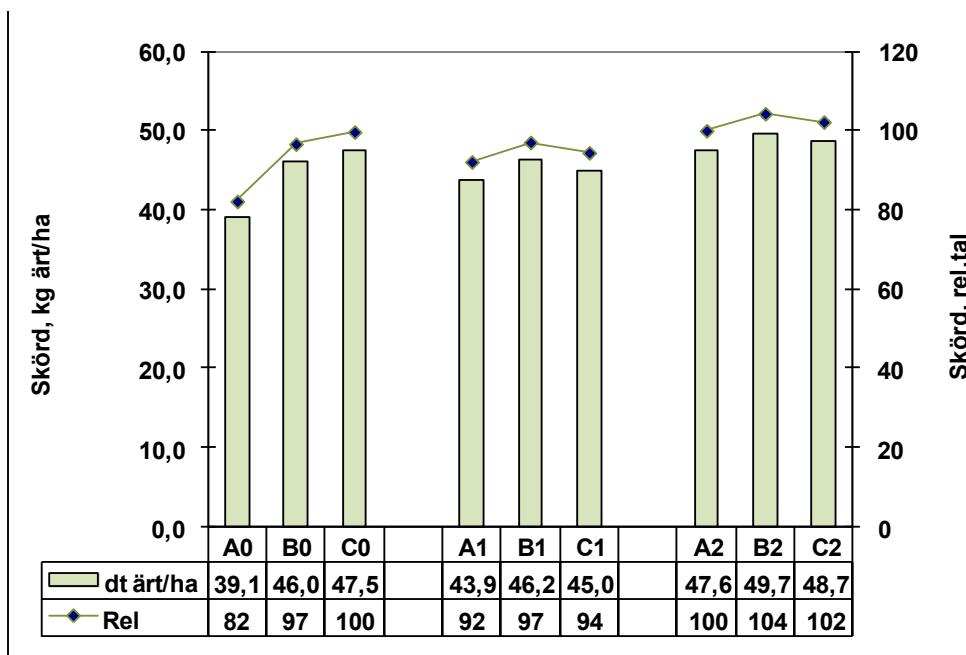


Diagram 14. Skördeeffekt på konservärt. Ärtskörd, dt/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på två ärtskördar. Materialet är begränsat eftersom grödan endast förekommit vid två tillfällen. Slutsatsen av resultaten blir att i denna gröda erhålls betydligt lägre skördeökningar, både för slam och handelsgödsel, än för övriga grödor. En del av förklaringen ligger säkert i att detta är en gröda som försörjer sig själv med kväve så kvävet i slam och handelsgödsel har ingen skördehöjande effekt.

4.1.7. Skördeeffekt på rödsvingelfrö

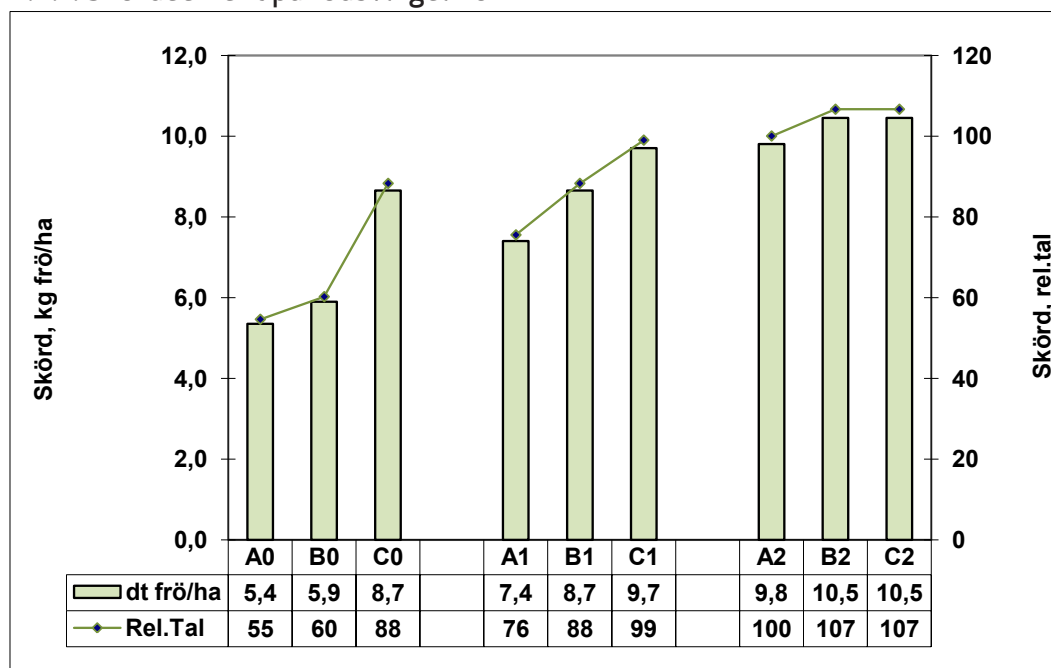


Diagram 15. Skördeeffekt på fröodling av rödsvingel. Fröskörd, dt/ha och relativtal, %.

Resultaten grundar sig på två skördar. Ett begränsat material gör att slutsatserna får bli försiktiga. Slamtillförsel ger en skördeökning i varje fall, utom för den högsta slamgivan i kombination med normal handelsgödselgiva.

4.1.8. Skördar och ekonomiskt utfall

Alla grödor uppvisar en skördeökning med slamtillförsel. Detta framgår av tabell 5, där skördarnas storlek uttrycks som relativtals för samtliga försöksled.

Tabell 5. Skördar uttryckt i relativtals för samtliga försöksled

Antal försöks-skördar	9	17	16	13	2	2	Vägt medeltal		
Gröda:	Höstraps	Höstvete	Vårsäd	Sockerbeter	Konservärt	Rödsvingel	Ig	Pe	Alla
A0	53	42	51	58	82	55	61	42	51
B0	62	48	56	67	97	60	67	47	59
C0	67	61	65	72	100	88	72	53	67
A1	84	81	80	88	92	76	81	82	83
B1	95	87	85	88	97	88	89	87	88
C1	93	90	90	91	94	99	91	88	91
A2	100	100	100	100	100	100	103	100	100
B2	109	101	103	103	104	107	107	103	104
C2	109	104	106	104	102	107	103	108	105

En jämförelse mellan försöksled med en 'normal' slamtillförsel (1 ton TS/ha/år) och försöksled utan tillförsel av slam har gjorts i diagram 16. Data baseras på ett medeltal för alla tre försöksleden med en normal slavgiva och försöksleden utan slam.

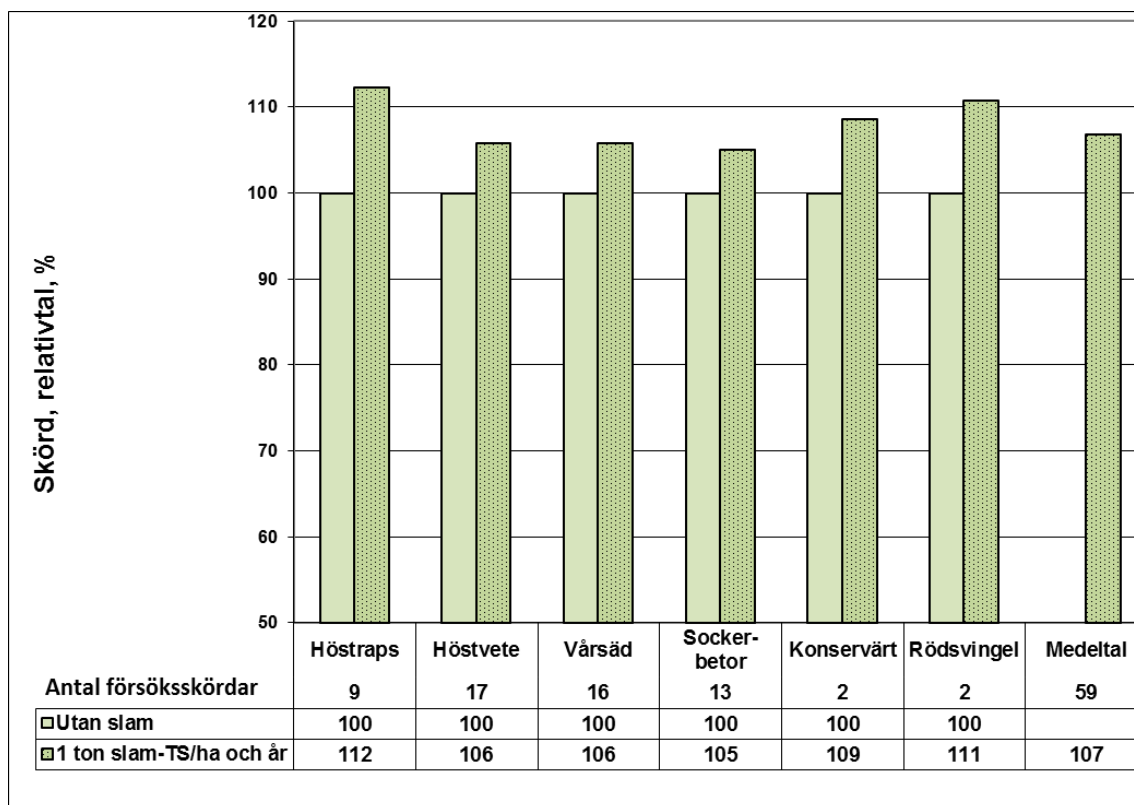


Diagram 16. Skördeeffekt på olika grödor 1981-2011. Relativtals, %.

Utan slam = medeltal av de försöksled som inte tillförts slam, dvs. A0, A1 och A2.

1 ton slam-TS/ha och år = medeltal av försöksleden B0, B1 och B2.

För att kunna utföra en ekonomisk utvärdering av slammets värde sett ut lantbrukarens synpunkt är det intressant att redovisa slammets skördehöjande effekt uttryckt i kronor per hektar. Numera är det svårt att bestämma vilka priser man ska använda vid en ekonomisk utvärdering av slammets värde i form av ökad skörd på grund av att priset under och mellan säsongerna varierar kraftigt.

För denna jämförelse har nedanstående priser, vilka svarar till en nivå som ungefärligt gällde i september 2012, använts.

Höstvete:	169 kr/dt
Havre:	169 kr/dt
Vårkorn (malkorn):	164 kr/dt
Vårvete:	192 kr/dt
Höstraps:	408 kr/dt
Konservärt:	176 kr/dt vid T-tal 100
Rödsvingelfrö:	8,50 kr/kg (2011 års pris, 2012 inte klart)
Sockerbetor:	1 700 kr/ton socker

Skillnaden i skörd mellan försöksleden B2 och A2 bör vara det minsta man kan förvänta sig att slammet ska ge i skördeökning. I försöksledet A2 har man gödslat med mineralgödsel vad som anses optimalt för respektive gröda. I försöksledet B2 har utöver detta tillförts slam.

Tabell 6. Skördeökning i kr/ha och år i de olika grödorna. 2012 års prisnivå

	Antal försöksskördar	Jämförda försöksled	
		Skördedifferens, kr/ha	
		B0 – A0	B2 – A2
Höstraps	9	1 392	1 414
Höstvete	17	785	152
Vårsäd	16	530	364
Sockerbetor	13	1 499	553
Konservärt	2	1 214	361
Rödsvingelfrö	2	468	553
Vägt medeltal	59	969	511

Med detta som utgångspunkt bör slutsatsen bli att 1 ton slam-TS har ett värde i detta räkne-exempel på mellan ca 500 och 1 000 kr.

4.2. Skördeprodukternas innehåll av metaller

I det följande redovisas en sammanställning av metallupptag i grödorna 1981–2011 från Igelösa och Petersborg.

Från år 1993 och framåt har samtliga försöksled analyserats på innehåll av metaller i grödorna de flesta åren. Dessförinnan analyserades grödorna inte så frekvent. Av alla analyserade metaller, har här valts ut två – kadmium och koppar – för att studera de långsiktiga effekterna av slam och mineralgödsel. Under 1997 förekom viss analysosäkerhet, varför detta år i några fall har uteslutits. Även vid enstaka andra tillfällen saknas analysresultat. Det finns många andra metaller att redovisa men de uppvisar oftast halter som är så låga att de inte går att kvantifiera. Exempel på sådana metaller är arsenik, bly, kobolt, krom, kvicksilver, tenn och silver.

Följande försöksled har här valts ut för jämförelse:

Utan slam

Medeltal av försöksleden A0, A1 och A2

1 ton slam-TS/ha och år

Medeltal av försöksleden B0, B1 och C2

I diagram 17 redovisas skördeprodukternas innehåll av kadmium. Kurvorna följer varandra väldigt väl, vilket tyder på att det inte är någon skillnad i upptag mellan slamgödslad och icke slamgödslad jord. Skillnaderna mellan grödor finns dock och generellt är upptaget störst i sockerbetor, som i genomsnitt har dubbelt så högt upptag som stråsåd.

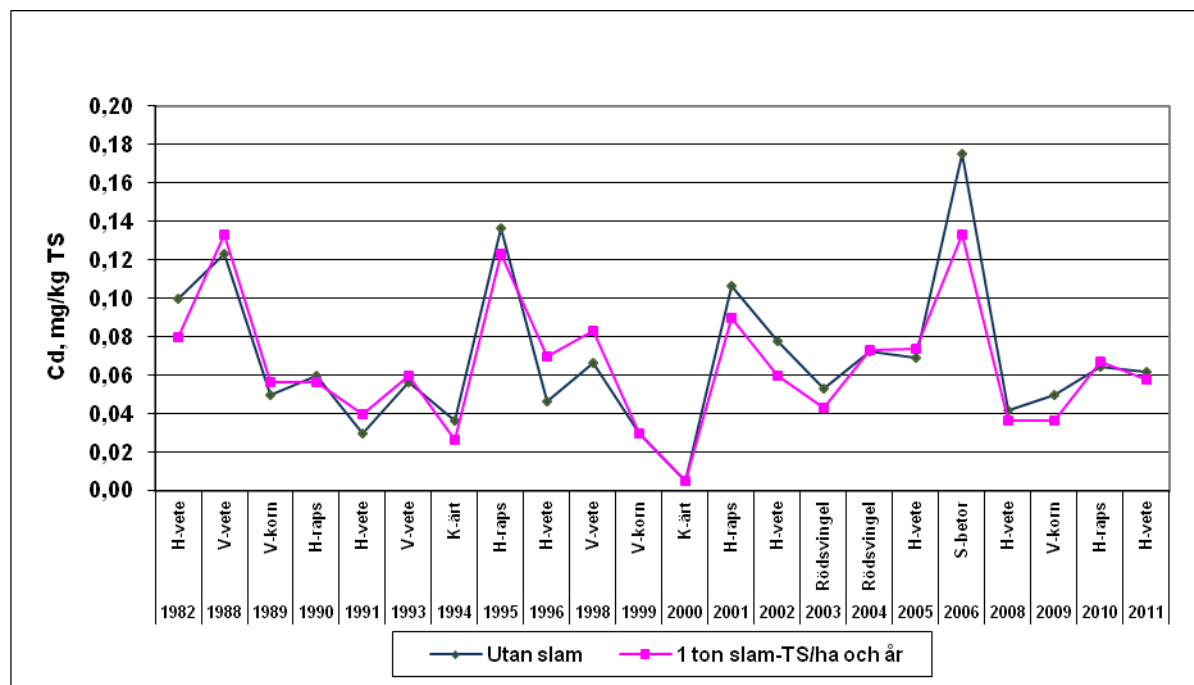


Diagram 17. Igelösa. Skördeprodukternas innehåll av kadmium, mg/kg TS.

I diagram 18 redovisas skördeprodukternas innehåll av koppar. Inte heller för koppar finner man någon skillnad i upptag mellan slam- och icke slamtillförsel.

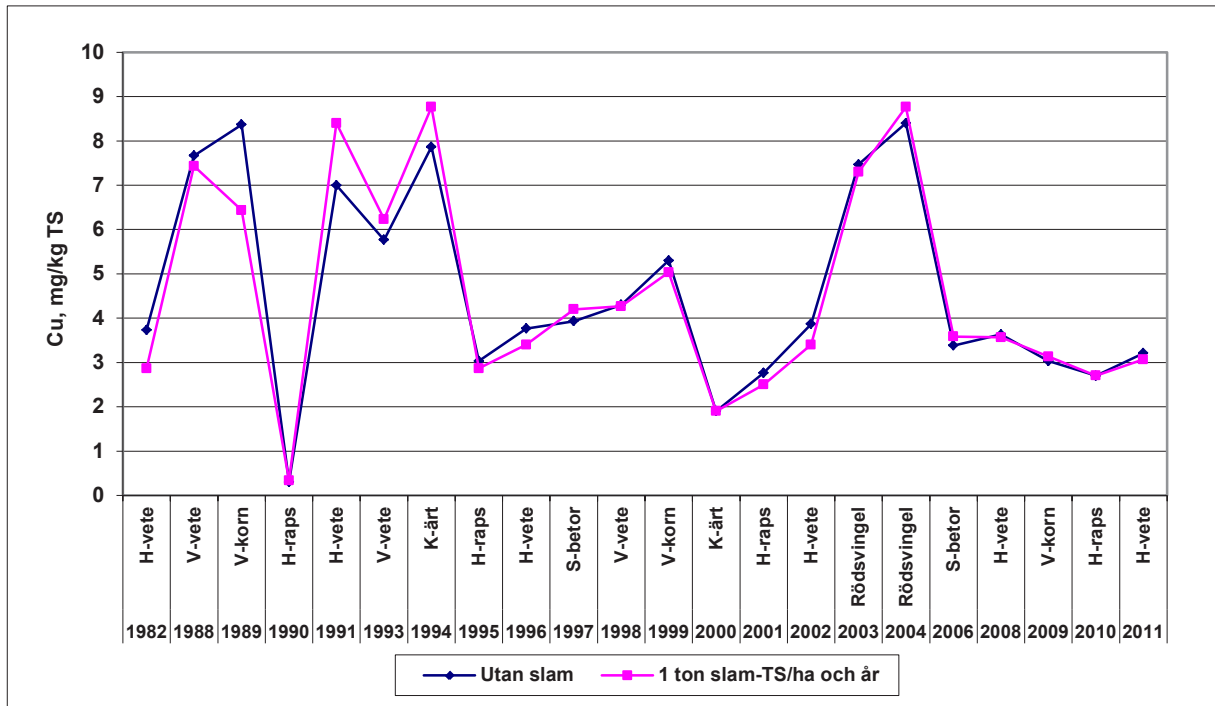


Diagram 18. Igelösa. Skördeprodukternas innehåll av koppar, mg/kg TS.

Mönstret från Igelösa går igen på Petersborg, vilket framgår av diagram 19-20. Kurvorna följer varandra väl och ingen skillnad i upptag mellan slam- och icke slamtillförsel i grödan kan skönjas. Sockerbetor är den gröda som i särklass tar upp störst mängd kadmium.

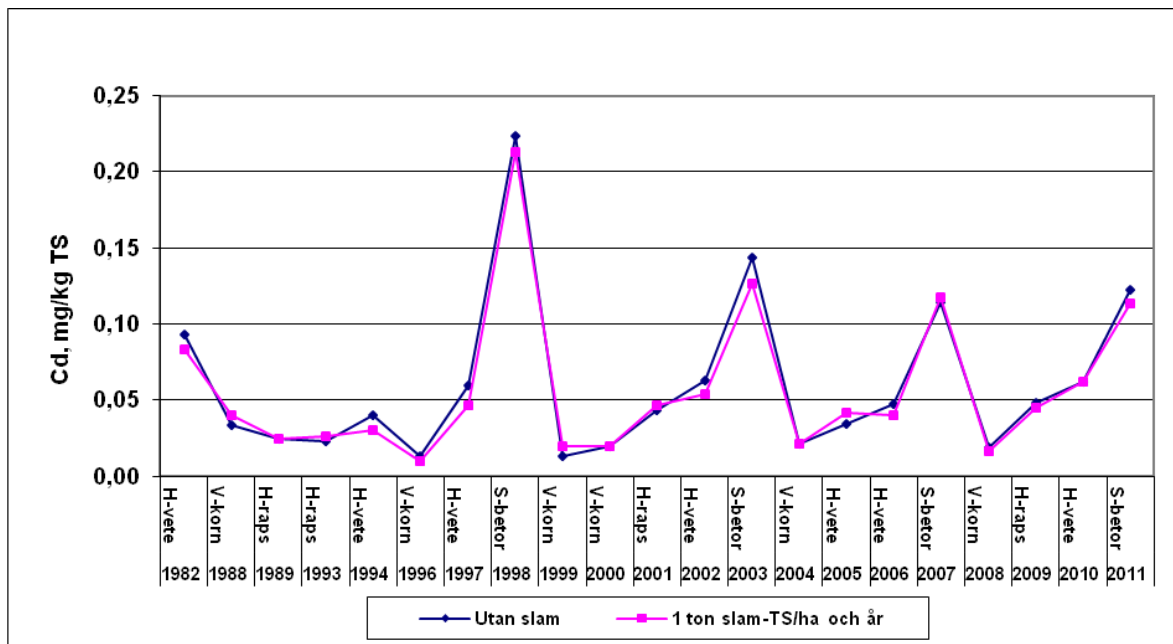


Diagram 19. Petersborg. Skördeprodukternas innehåll av kadmium, mg/kg TS.

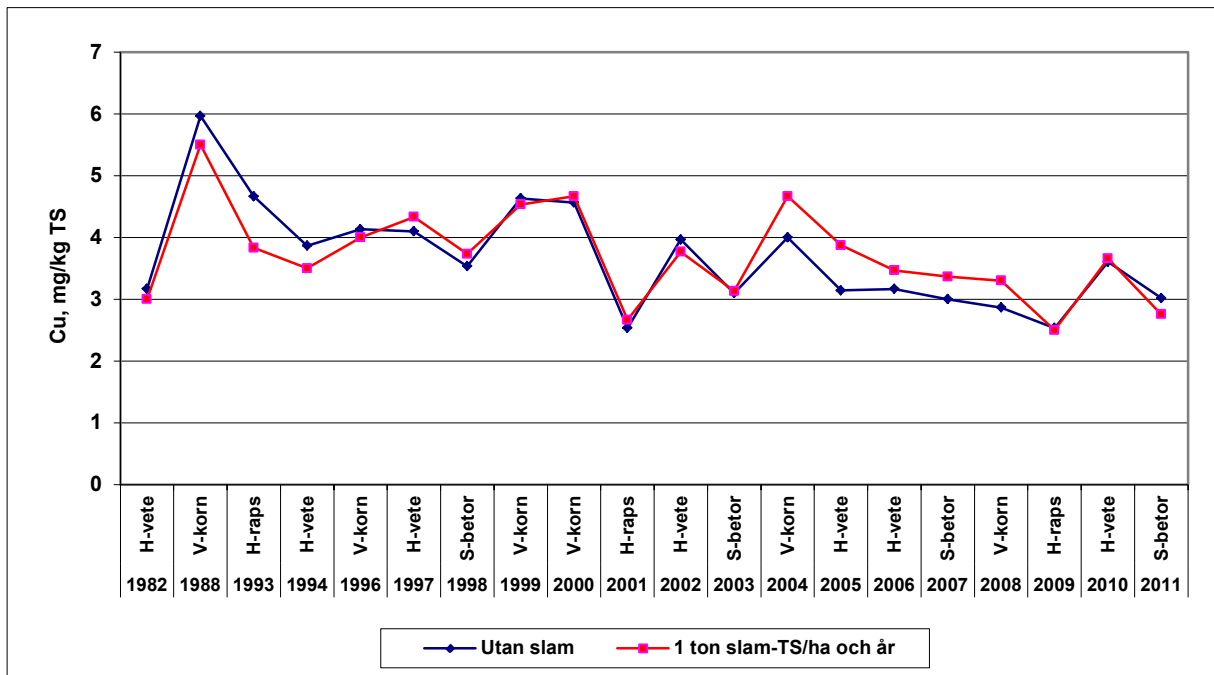


Diagram 20. Petersborg. Skördeprodukternas innehåll av koppar, mg/kg TS.



4.3. Slammets effekt på markens växtnäringsinnehåll

Omfattande provtagning har skett av matjorden. Här redovisas följande försöksled:

Utan slam
1 ton slam-TS/ha och år

Medeltal av försöksleden A0, A1 och A2
Medeltal av försöksleden B0, B1 och B2

Markens innehåll av lättlöslig fosfor

Halterna av P-AL ökar på båda försöksplatserna vid slamtillförsel, vilket framgår av diagrammen 21 och 22.

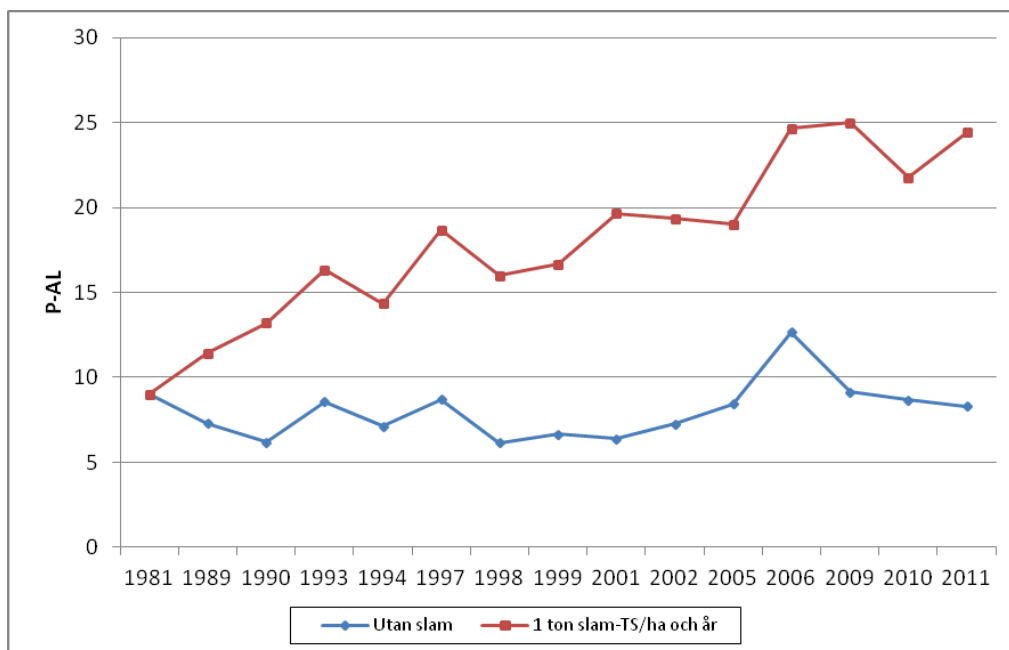


Diagram 21. Utveckling av fosfortalen, P-AL, på försöksplatsen Igelösa.

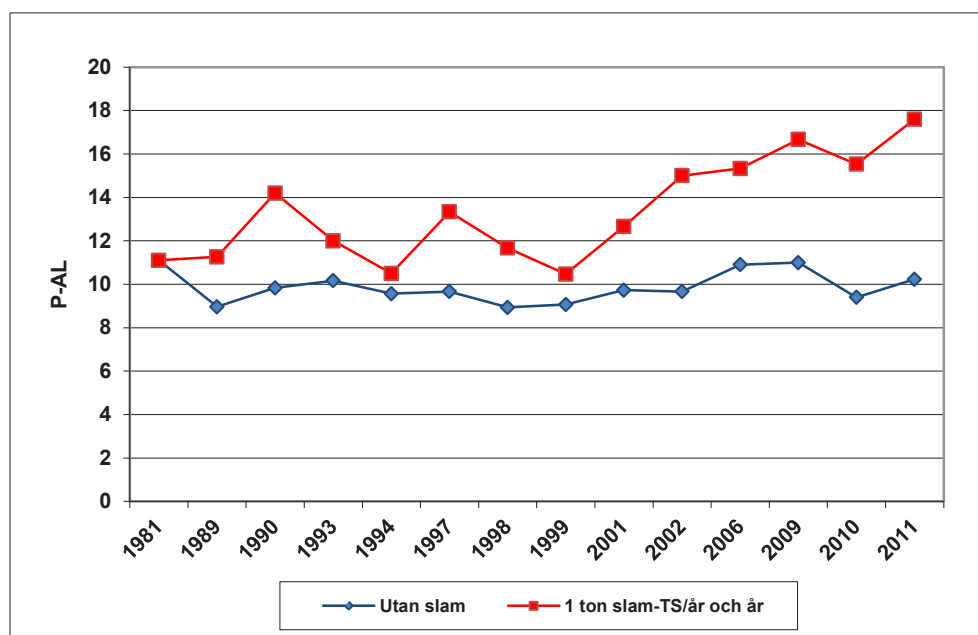


Diagram 22. Utveckling av fosfortalen, P-AL, på försöksplatsen Petersborg.

Markens mullhalt

En jämförelse av mullhalten i försöksled med och utan slam visas i diagram 23 och 24.

Mullhalten har generellt sjunkit på försöksplatsen Igelösa (diagram 23) och det verkar vara svårt att bibehålla den ursprungliga mullhalten trots slamtillförsel. Mullhalten är dock högre i de slamgödslade leden än i de icke slamgödslade leden med en differens på cirka 0,3–0,5 procentenheter.

För Petersborg har mullhalten inte minskat i tiden som för Igelösa (diagram 24). Mullhalten har hållit sig konstant under försöksperioden. Vid det senaste provtagningsstillfället har dessutom mullhalten i de slamgödslade leden ökat med 0,2 procentenheter mer än i icke slamgödslade led.

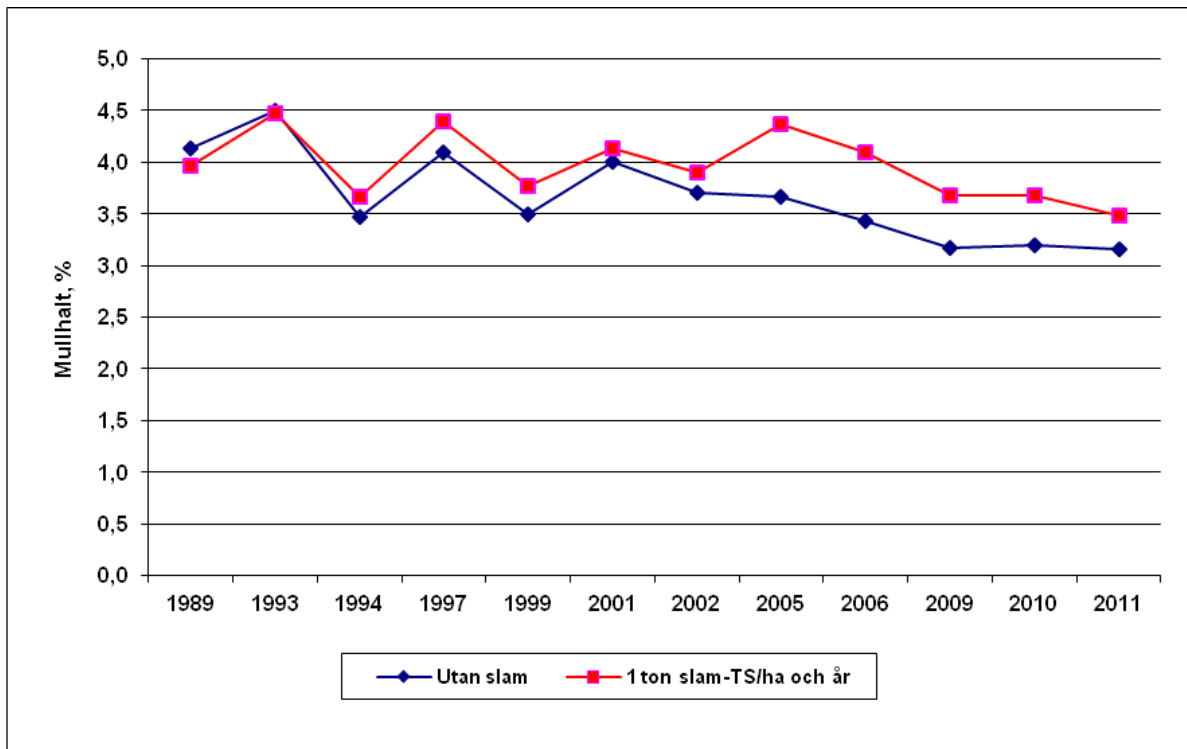


Diagram 23. Mullhaltsutveckling på försöksplatsen Igelösa.

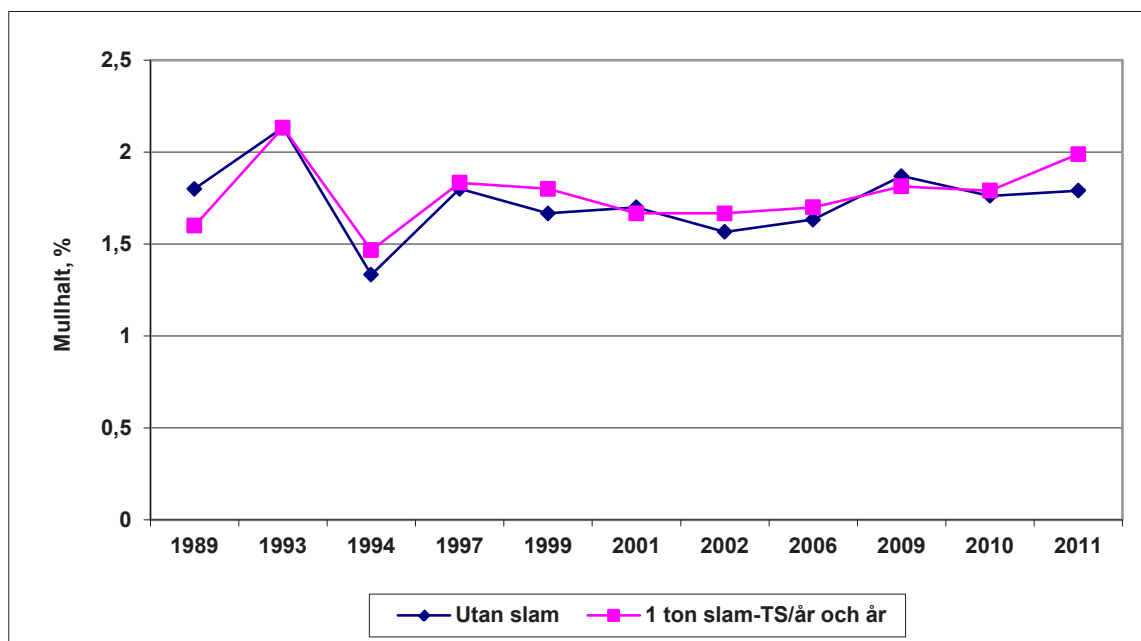


Diagram 24. Mullhaltsutveckling på försöksplatsen Petersborg.

Markens innehåll av kväve

Tidigt på våren har i försöksleden A0 och C0 tagits prov för analys av kväve (ammonium och nitratkväve), ner till ett djup av 60 cm. Detsamma har gjorts sent på hösten före vinterns inträde. Markens kväveprofil redovisas i diagrammen 25–28.

Vid vårprovtagningen finns det i genomsnitt ca 3 respektive 8 kg mer kväve i slamgödslat led än i icke slamgödslat vid Igelösa respektive Petersborg. Vid höstprovtagningen finns i genomsnitt ca 6 respektive 2 kg mer kväve i slamgödslat led än i icke slamgödslat vid Igelösa respektive Petersborg.

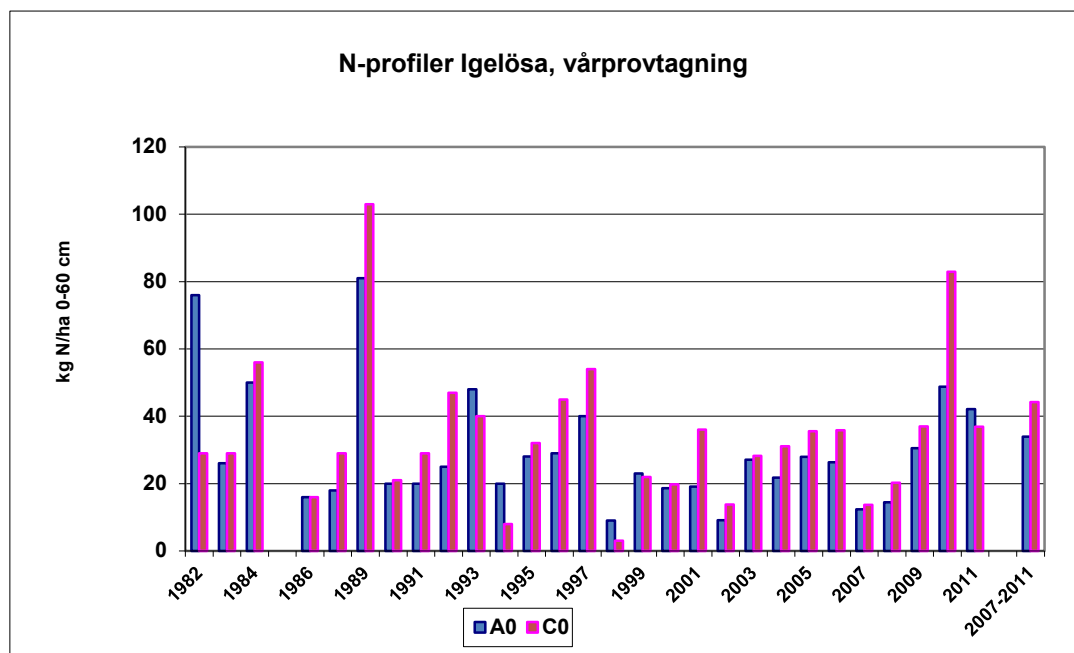


Diagram 25. N-profiler Igelösa, vårprovtagning.

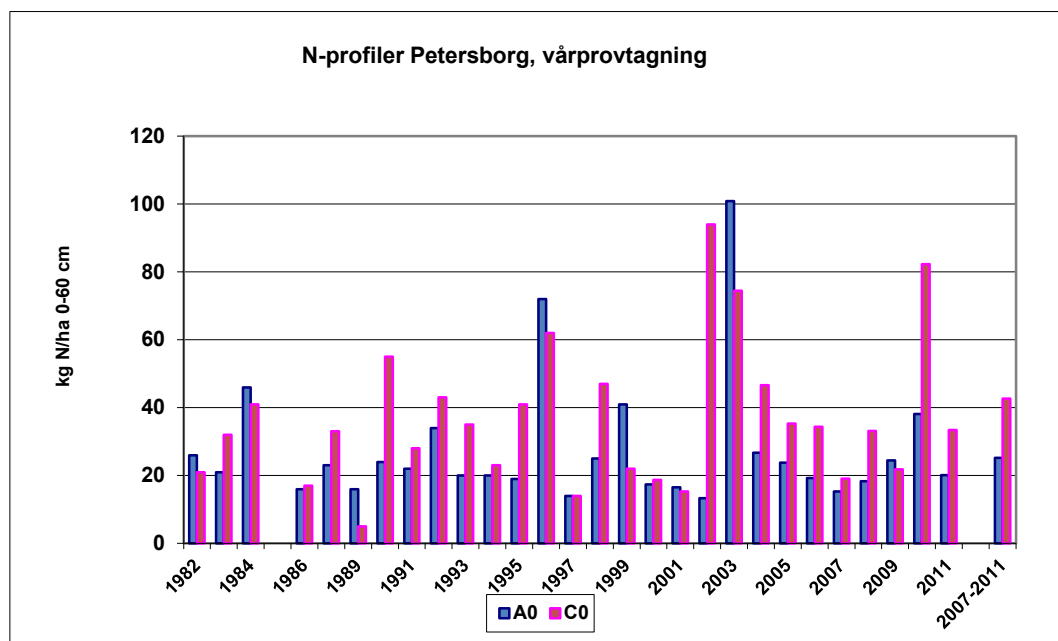


Diagram 26. N-profiler Petersborg, vårprovtagning.

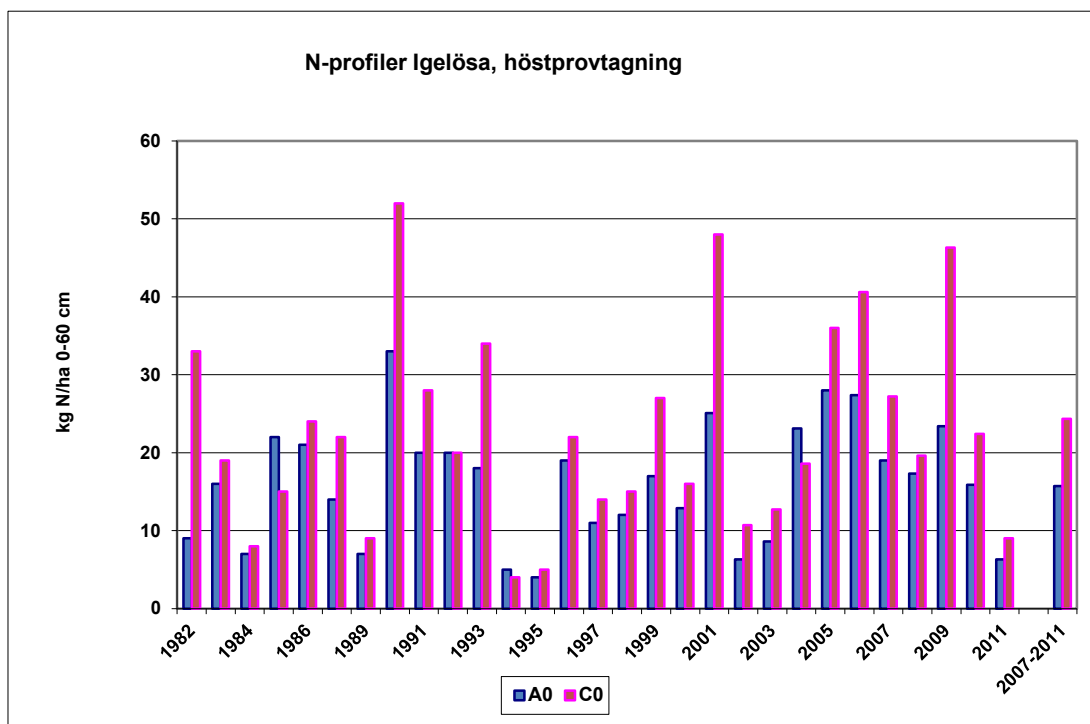


Diagram 27. N-profiler Igelösa, höstprovtagning.

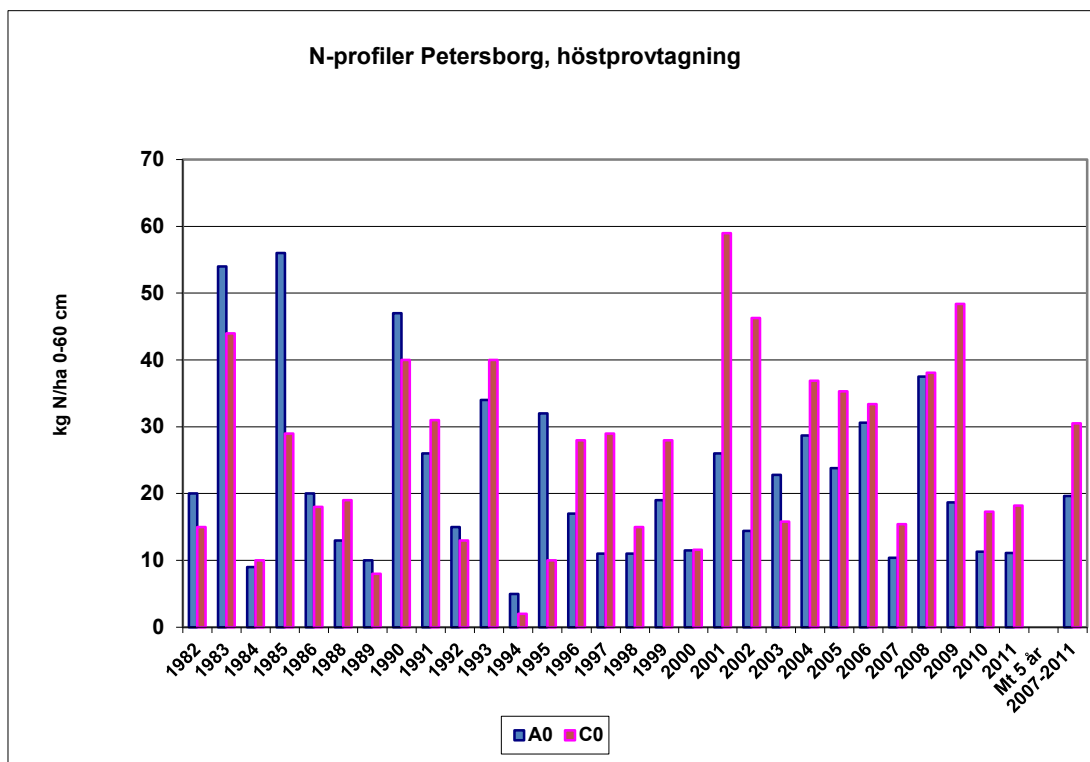


Diagram 28. N-profiler Petersborg, höstprovtagning.

Sammanfattningsvis kan konstateras att kvävmängden ökar i slambehandlade led. I genomsnitt för de senaste fem åren har vid vårprovtagningen funnits 12 kg mer kväve än vid höstprovtagning i det ogödslade ledet. Motsvarande ökning i det slavgödslade ledet är i genomsnitt 16 kg. Dessa skillnader tyder på att mineraliseringen under vintern varit större än summan av upptaget i grödan och eventuellt läckage. Se tabell 31 i tabellbilagan.

4.4. Slammets effekt på markens metallinnehåll

Liksom för analys av markens innehåll av växtnäring har omfattande provtagning skett av matjorden för analys av metaller.

En jämförelse av markens metallinnehåll i olika försöksled har gjorts. Jämförelsen är gjord som ett medeltal mellan de led som inte fått något slam alls (A0, A1, A2) under perioden och de försöksled som fått i genomsnitt 1 ton slam-TS/ha och år (B0, B1, B2). Resultatet av jämförelsen redovisas i diagram 29-35. Kommentarererna under respektive diagram avser slamtillförselns påverkan på halterna av metaller. När det nämns att det föreligger statistiskt säkra skillnader avses förhållandena vid senaste analystillfället 2011.

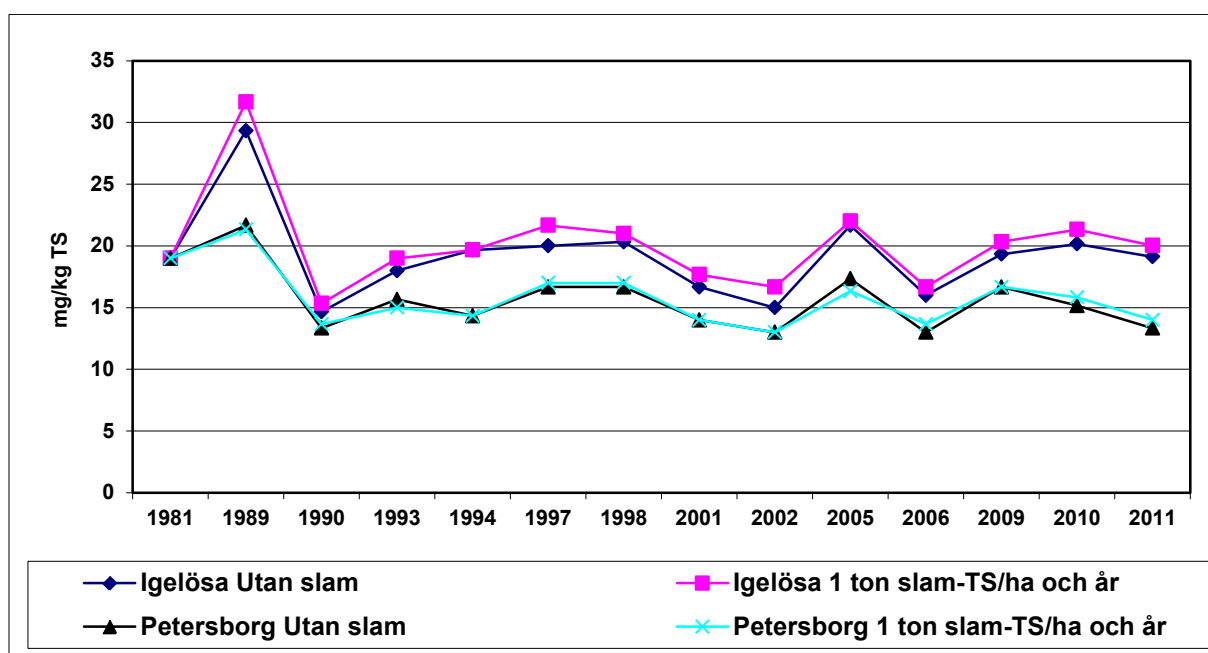


Diagram 29. Matjordens innehåll av bly.

Matjordens innehåll av bly (diagram 29) är cirka 5 mg Pb/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg. Halten i Igelösa har varit tämligen konstant ända sedan 1981 med variationer mellan enskilda år mellan 15 och 22 mg/kg TS. Halten i Petersborg har även varit tämligen konstant med variationer mellan 13 och 17 mg/kg TS. År 2011 var blyhalten omkring 20 mg/kg TS i Igelösa och omkring 14 mg/kg TS i Petersborg. Det föreligger ingen statistiskt signifikant skillnad mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled på någon av försöksplatserna.

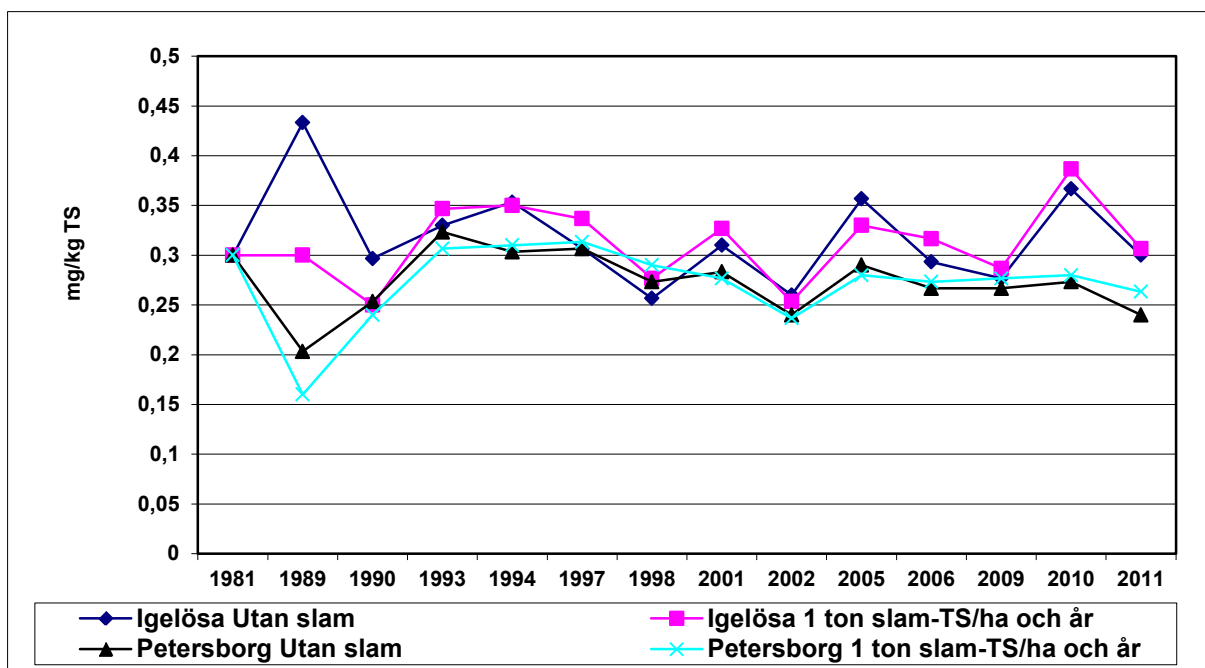


Diagram 30. Matjordens innehåll av kadmium.

Matjordens innehåll av kadmium (diagram 30) är cirka 0,05 mg/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg. År 2011 var kadmiumhalten omkring 0,30 mg/kg TS i Igelösa och omkring 0,25 mg/kg TS i Petersborg. Halten i Igelösa har varit tämligen konstant med variationer mellan 0,25 och 0,39 mg/kg TS. Halten i Petersborg har minskat från 0,3 mg/kg TS år 1990 till cirka 0,25 mg/kg TS år 2011. Det föreligger ingen signifikant skillnad mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled i Igelösa. I Petersborg föreligger år 2011 en signifikant skillnad i kadmiumhalt mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled. Skillnaden är ganska liten (0,01 mg/kg TS) och betydligt mindre än variationen mellan enskilda år.

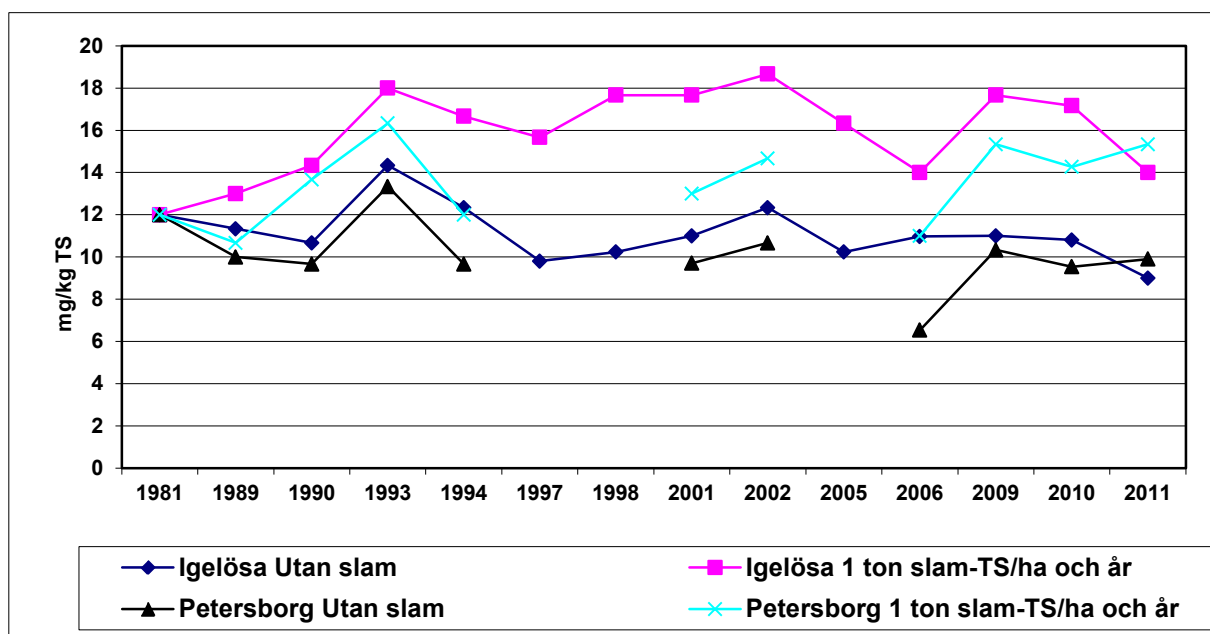


Diagram 31. Matjordens innehåll av koppar. På grund av analysfel saknas värden på Petersborg för åren 1997, 1998 och 2005.

Matjordens innehåll av koppar (diagram 31) har varit tämligen lika på båda försöksplatserna och uppgick till drygt 10 mg/kg TS med variationer mellan 9 och 12 mg/kg TS. Kopparhalten har ökat markant i de slamgödslade försöksleden. Halterna har varit något högre i Igelösa än i Petersborg men skillnaden tycks ha jämnats ut år 2011. Det föreligger en signifikant skillnad i kopparhalt mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled på båda försöksplatserna. Ökningen i halt uppgår till omkring 50 %. På grund av analysfel saknas värden för Petersborg för åren 1997, 1998 och 2005.

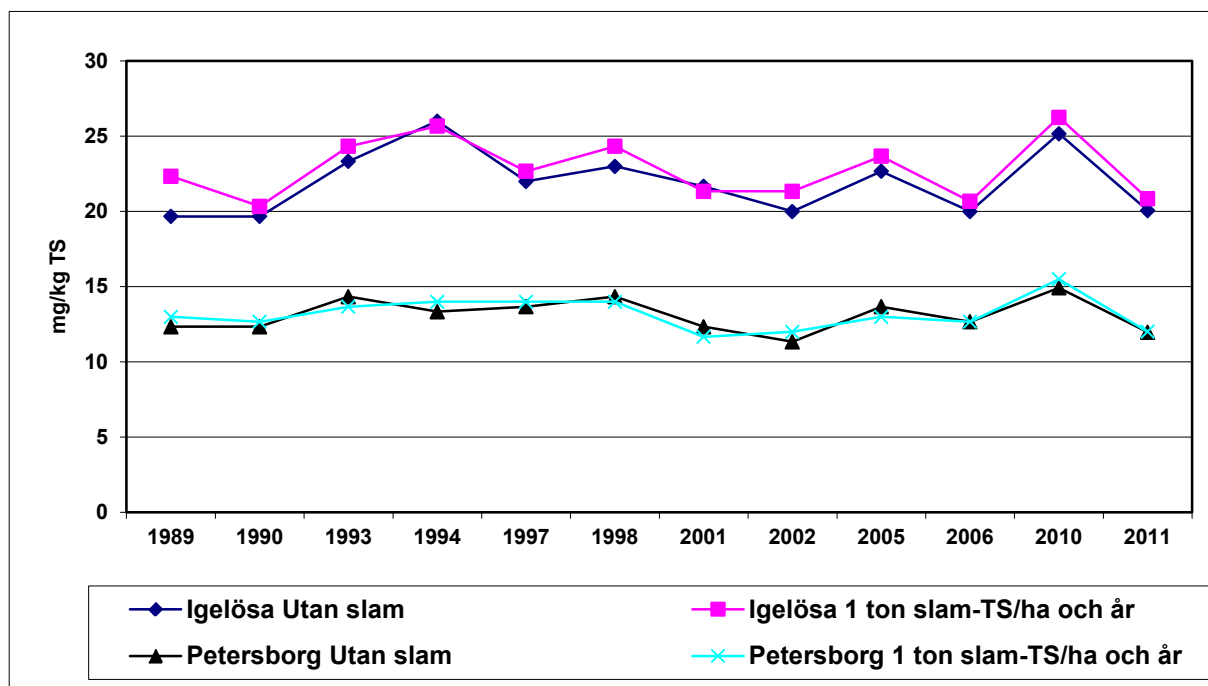


Diagram 32. Matjordens innehåll av krom. Analysvärden saknas för startåret 1981.

Matjordens innehåll av krom (diagram 32) är cirka 10 mg/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg. Variationerna mellan enskilda år har även varit högre i Igelösa. Det föreligger ingen statistiskt signifikant skillnad i kromhalten mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled på någon av de båda försöksplatserna. Analysvärden saknas för startåret 1981.

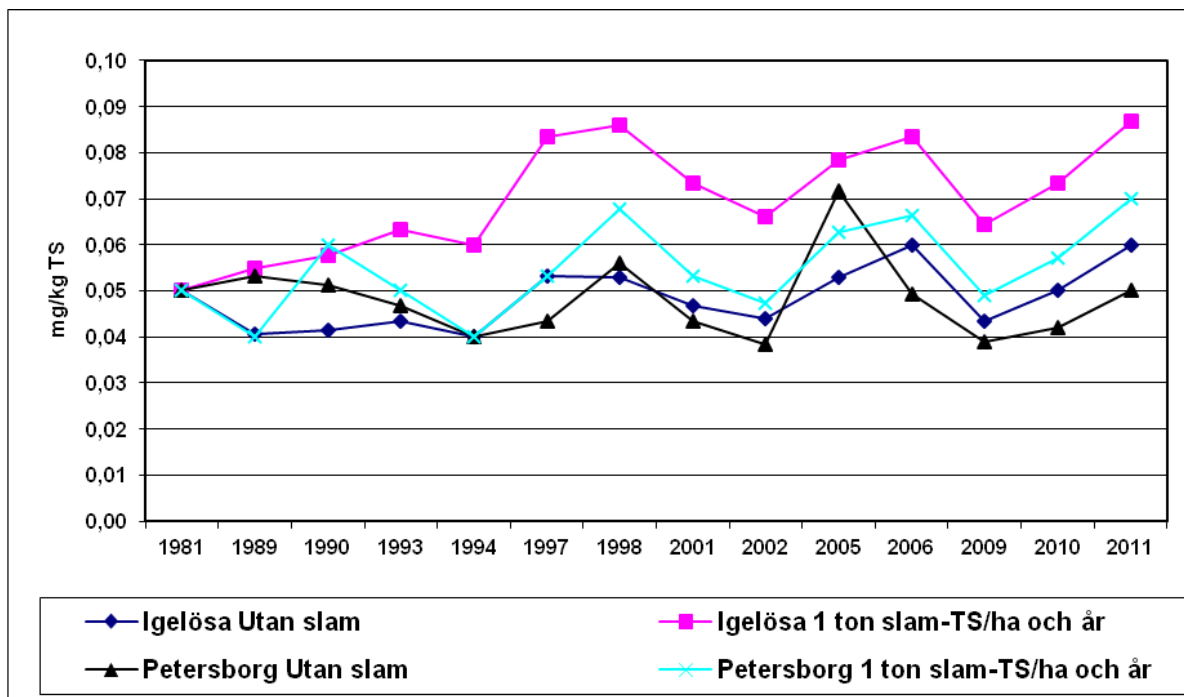


Diagram 33. Matjordens innehåll av kvicksilver.

Det föreligger en statistiskt signifikant skillnad i kvicksilverhalt i matjorden mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled på båda försöksplatserna (diagram 33). År 2011 var kvicksilverhalten i slamgödslade led i Igelösa cirka 45 % högre än i icke slamgödslade led. För Petersborg var motsvarande siffra cirka 40 %. Kviksilverhalten är omkring 0,02 mg/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg. Halterna i icke slamgödslade försöksled har i genomsnitt varit cirka 0,05 mg Hg/kg TS.

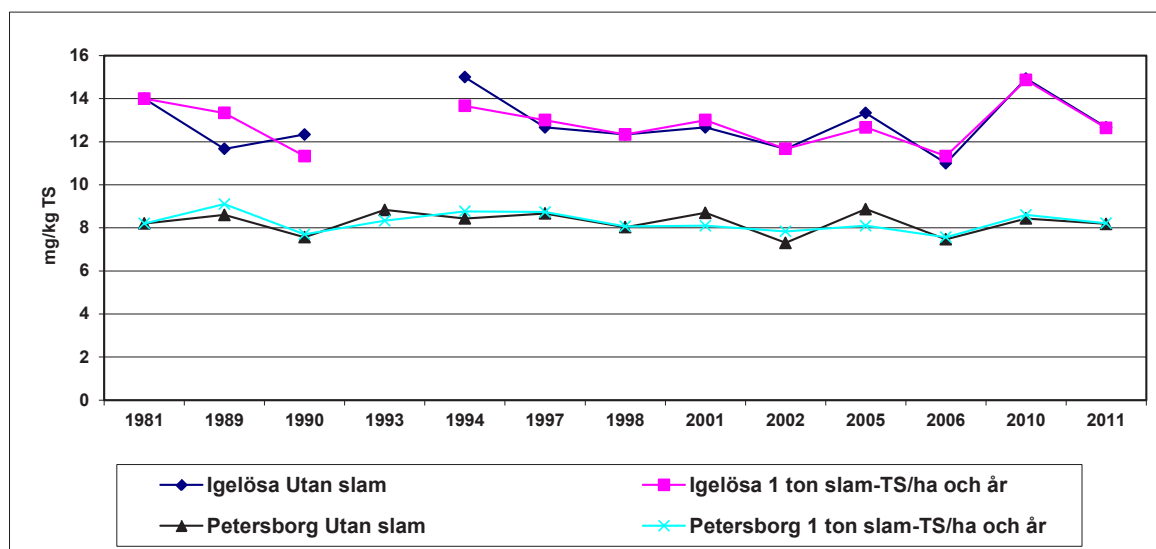


Diagram 34. Matjordens innehåll av nickel. Det saknas analysvärden för Igelösa år 1993.

Matjordens innehåll av nickel är cirka 4 mg/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg (diagram 34). Variationerna mellan enskilda år har varit liten. Det föreligger ingen statistiskt signifikant skillnad i nickelhalten mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled på någon av de båda försöksplatserna. Det saknas analysvärden för Igelösa år 1993.

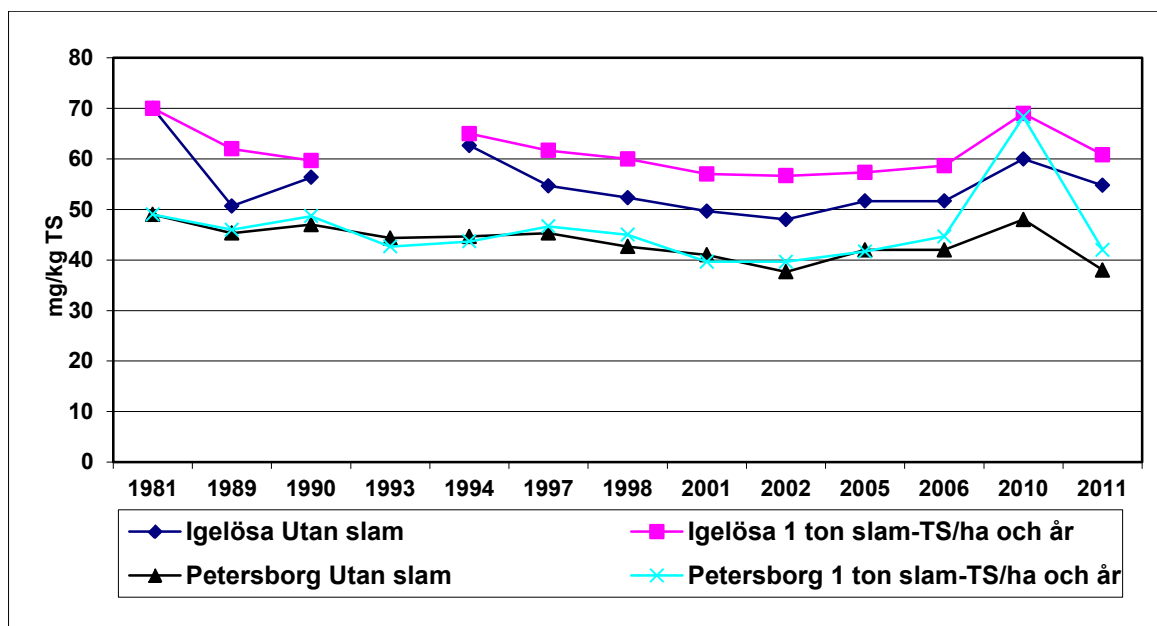


Diagram 35. Matjordens innehåll av zink. Det saknas analysvärden för Igelösa år 1993.

Matjordens innehåll av zink är omkring 15 mg/kg TS högre i Igelösa än i Petersborg (diagram 35). Skillnaden i halt mellan slamgödslade och icke slamgödslade försöksled är statistiskt signifikant och uppgår till cirka 10 mg/kg TS i Igelösa och cirka 4 mg/kg TS i Petersborg. Det saknas analysvärden för Igelösa år 1993. År 2010 var zinkhalten i slamgödslade led i Petersborg väsentligt högre än åren före och efter. Ingen förklaring till det höga analysvärdet finns.



5. Slutsatser av resultat från åren 1981–2011

Om inte annat nämns så avser slutsatserna av slamgödslingens effekt tillförsel med 1 ton slam-TS per hektar och år. Slutsatserna som dras grundar sig i första hand på analysresultat från senaste provtagningstillfället år 2011, men också på trender i försöken. När det i texten nämns en skillnad så är det en statistiskt säkerställd skillnad som menas.

5.1. Slammets effekt på skördeprodukterna

5.1.1. Effekt på skördens storlek

- Enbart slamtillförsel, utan inblandning av mineralgödsel, under de 30 år som försöken pågått, har gett en skördeökning på 16 %.
- I försöksleden med slam har tillförsel av slam i genomsnitt gett 7 % i skördeökning.
- Alla i försöken förekommande grödor har svarat positivt på slamtillförsel.
- Omräknat i 2012 års prisnivå har den skördehöjande effekten av slamtillförsel varit 500–1 000 kr per hektar och år.

5.1.2. 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 föreligger det i regel en ökning i kombination med mineralgödsel. Dock har det vid några tillfällen visat sig att tillförsel av handelsgödsel ökar upptaget av kadmium. Exempel på detta är upptag i höstvetekärnan på Petersborgsförsöket 2010 och Igelösaförsöket 2011. Variationen mellan grödor och år är stor. Sockerbetor är den gröda i försöken som tar upp kadmium i störst koncentration och mängd oavsett slamgödsling eller ej.
- Även om kadmium har ägnats stort intresse under försöken är det viktigt att notera att det dessutom har analyserats 14 andra metaller regelbundet i grödorna. Ingen av dessa metaller har ökat i upptag i växten vid slamtillförsel, inte ens vid trefaldig slamtillförsel.
- Slutsatsen efter 30 års försök är mycket säker. Under de förhållanden som råder på försöksplatserna har slamtillförsel till åkermark ingen påverkan på växtens upptag av tungmetaller.



5.2. Slammets påverkan på marken

5.2.1. Påverkan på markens växtnäringsinnehåll

- Fosfortalen stiger.
- Kaliumhalten i marken påverkas inte mätbart.
- Mullhalten är högre i försöksled som erhållit slam jämfört med i försöksled som inte erhållit något slam. Dock har inte slamtillförseln lyckats höja mullhalten i förhållande till nivån när försöken startade för 30 år sedan.
- pH påverkas inte mätbart.
- Kvävehalten ökar i markskiktet 0–60 cm.
- Markens bördighet ökar.

5.2.2. Påverkan på markens metallinnehåll

- Koppartalen stiger på båda försöksplatserna.
- Kvicksilverhalten ökar på båda försöksplatserna.
- Svagt högre värden för kadmium på Petersborg 2011, men inte på Igelösa.
- Zinkhalten stiger på båda försöksplatserna.
- För övriga metaller finns inga skillnader.

5.3. Slammets kvalitet

5.3.1. Växtnäringsämnen och metaller i använt slam

- Samtliga metallhalter i slammet har minskat med tiden. För slammet från Källbyverket i Lund har metallhalterna minskat med över 80 %. Motsvarande siffra från Sjölundaverket i Malmö är knappt 70 %.
- Slam är i första hand ett fosforgödselmedel. En viss effekt erhålls dessutom av det kväve som finns i slammet. Mullämneshalten i slammet är säkert en bidragande orsak till de positiva effekterna man ser på skördens utveckling.





6. Tidigare rapporter i projektet

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 dagmaskar. *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.

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.

Andersson, P-G (2005). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund. Lägesrapport för åren 1981–2003. Hushållningssällskapets rapportserie nr 13.

Andersson, P-G (2009). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund. Lägesrapport för åren 1981–2008. Hushållningssällskapets rapportserie nr 15.

7. Tabellbilaga

Statistiskt säkra skillnader mellan försöksled.
Dock ska villkoret för minsta LSD-värde vara uppfyllt.

Igelösa. Skörd 2009–2011

Tabell 7. Skörd 2009, vårkorn

Försöksled	Skörd dt/ha	Rel.tal %	Protein % av TS	TKV g	Stråstyrka 0-100
A0	33,6	46	8,4	42,3	99
B0	35,2	49	8,4	42,6	99
C0	41,5	57	8,5	44,0	99
A1	56,3	78	8,3	47,0	97
B1	61,4	85	8,3	42,8	97
C1	64,5	89	8,9	46,8	96
A2	72,5	100	9,1	46,7	90
B2	74,7	103	9,4	44,4	89
C2	72,5	100	9,9	46,8	74
Utan slam	54,1	100	8,6	45,3	95
1 ton slam-TS/ha/år	57,1	105	8,7	43,3	95
4 ton slam-TS/ha/år	59,5	110	9,1	44,9	90
Utan mineralgödsel	36,7	100	8,4	43,0	99
1/1 PK, 1/2 N	60,7	165	8,5	45,5	97
1/1 PK, 1 N	73,2	199	9,5	45,0	84
p F1	0,0430		0,0102	0,1477	
p F2	0,0001		0,0001	0,0276	
LSD F1	3,9		0,3		
LSD F2	3,4		0,2	1,9	

Tabell 8. Skörd 2010, rapsfrö

Försöksled	Skörd dt/ha 9% vh	Rel.tal %	Oljehalt % av TS	Stjälkstyrka 0-100
A0	24,2	48	51,3	90
B0	29,6	59	51,4	90
C0	42,3	84	49,9	86
A1	42,1	84	50,3	80
B1	48,1	95	49,2	83
C1	51,5	102	46,3	85
A2	50,4	100	47,7	83
B2	54,8	109	46,6	91
C2	55,0	109	45,0	85
Utan slam	38,9	100	49,8	84
1 ton slam-TS/ha/år	44,2	114	49,1	88
4 ton slam-TS/ha/år	49,6	127	47,0	85
Utan mineralgödsel	32,0	100	50,9	89
1/1 PK, 1/2 N	47,3	147	48,6	83
1/1 PK, 1 N	53,4	167	46,4	86
p F1	0,0004		0,0002	
p F2	0,0001		0,0001	
LSD F1	3,0		0,7	
LSD F2	2,6		0,6	

Tabell 9. Skörd 2011, höstvete

Försöksled	Skörd dt/ha	Rel.tal %	Protein % av TS	TKV g	Stråstyrka 0-100
A0	38,8	47	7,9	47,5	100
B0	39,3	47	8,1	47,6	100
C0	56,5	68	8,2	50,2	100
A1	68,6	83	9,4	46,6	95
B1	72,6	88	8,6	46,9	100
C1	56,5	68	9,2	47,9	95
A2	82,8	100	10,4	44,6	83
B2	89,8	108	10,7	45,3	85
C2	94,0	114	11,2	48,4	53
Utan slam	63,4	100	8,9	46,3	93
1 ton slam-TS/ha/år	67,2	106	9,1	46,6	95
4 ton slam-TS/ha/år	77,4	122	9,5	48,8	83
Utan mineralgödsel	44,8	100	8,1	48,4	100
1/1 PK, 1/2 N	74,3	166	8,7	47,1	97
1/1 PK, 1 N	88,9	198	10,7	46,1	73
p F1	0,0024		0,0062	0,0014	
p F2	0,0001		0,0001	0,0001	
LSD F1	5,7		0,3	1,0	
LSD F2	3,2		0,2	0,8	

Petersborg. Skörd 2009–2011

Tabell 10. Skörd 2009, höstraps

Försöksled	Skörd dt/ha 9% vh	Rel.tal %	Oljehalt % av TS	Stjälkstyrka 0-100
A0	27,0	99	46,3	70
B0	38,2	140	47,0	81
C0	30,0	110	46,9	76
A1	26,5	97	47,3	69
B1	38,9	143	47,0	83
C1	29,0	107	46,8	81
A2	27,2	100	46,2	70
B2	37,2	137	47,6	84
C2	32,4	119	47,1	83
Utan slam	26,9	100	46,6	70
1 ton slam-TS/ha/år	38,1	142	47,2	83
4 ton slam-TS/ha/år	30,5	113	46,9	80
Utan mineralgödsel	31,8	100	46,8	76
1/1 PK, 1/2 N	31,5	99	47,0	78
1/1 PK, 1 N	32,3	102	47,0	79
p F1	0,5596		0,9366	
p F2	0,9023		0,6785	
LSD F1				
LSD F2				

Tabell 11. Skörd 2010, höstvetete

Försöksled	Skörd dt/ha	Rel.tal %	Protein % av TS	TKV g	Stråstyrka 0-100
A0	25,6	43	8,4	39,6	90
B0	32,0	53	8,0	40,5	88
C0	48,8	81	9,0	38,2	90
A1	57,7	96	8,8	37,5	90
B1	55,3	92	9,7	34,8	90
C1	62,9	105	10,8	34,6	90
A2	60,1	100	12,3	31,4	88
B2	55,5	92	13,0	30,0	85
C2	61,6	102	12,7	30,9	80
Utan slam	47,8	100	9,9	36,2	89
1 ton slam-TS/ha/år	47,6	100	10,2	35,1	88
4 ton slam-TS/ha/år	57,8	121	10,8	34,5	87
Utan mineralgödsel	35,5	100	8,4	39,4	89
1/1 PK, 1/2 N	58,6	165	9,8	35,6	90
1/1 PK, 1 N	59,1	167	12,7	30,7	84
p F1	0,0078		0,0009	0,1669	
p F2	0,0001		0,0001	0,0001	
LSD F1	5,8		0,7		
LSD F2	4,7		0,4	0,9	

Tabell 12. Skörd 2011, sockerbetor

Försöksled	Rotskörd ton/ha	Sockerkhalt %	Socketerskörd ton/ha	Rel.tal %	Blåtal	K+Na
A0	28,0	16,3	4,62	42	7	3,56
B0	30,5	16,8	5,09	46	8	3,54
C0	32,8	16,2	5,31	48	9	3,48
A1	52,4	17,1	8,96	82	11	3,95
B1	51,1	16,9	8,62	79	8	3,83
C1	53,0	16,5	8,76	80	8	3,99
A2	64,4	17,0	10,98	100	11	3,38
B2	61,1	16,8	10,25	93	12	3,69
C2	68,4	16,6	11,37	104	15	3,78
Utan slam	48,2	16,8	8,19	100	10	3,63
1 ton slam-TS/ha/år	47,5	16,8	7,99	98	9	3,69
4 ton slam-TS/ha/år	51,4	16,5	8,48	104	11	3,75
Utan mineralgödsel	30,4	16,4	5,01	100	8	3,52
1/1 PK, 1/2 N	52,1	16,8	8,78	175	9	3,92
1/1 PK, 1 N	64,6	16,8	10,86	217	13	3,62
p F1	0,5048	0,0789	0,7153		0,4587	0,6829
p F2	0,0001	0,0172	0,0001		0,0011	0,0155
LSD F1						
LSD F2	5,2	0,3	0,89		2	0,27

Igelösa. Halter av metaller i skördeprodukter

Tabell 13. Kornkärnans innehåll av metaller 2009, mg/kg TS

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	<0,02	0,040	3,1	2,65	1,15	28,8	<0,02	0,040	<0,05	6,1	<0,05	<0,05
B0	<0,02	0,030	3,2	1,50	0,60	30,7	<0,02	0,022	<0,05	4,7	<0,05	<0,05
C0	<0,02	0,030	3,0	1,73	0,71	31,4	<0,02	0,026	<0,05	4,1	<0,05	<0,05
A1	<0,02	0,050	3,1	0,95	0,31	28,1	<0,02	<0,02	<0,05	7,0	<0,05	<0,05
B1	<0,02	0,040	3,2	0,88	0,28	27,6	<0,02	<0,02	<0,05	5,0	<0,05	<0,05
C1	<0,02	0,030	3,1	1,62	0,58	28,3	<0,02	0,021	<0,05	4,3	<0,05	<0,05
A2	<0,02	0,060	2,9	1,38	0,51	22,0	<0,02	0,021	<0,05	6,8	<0,05	<0,05
B2	<0,02	0,040	3,0	1,72	0,63	26,1	<0,02	0,023	<0,05	6,8	<0,05	<0,05
C2	<0,02	0,040	3,4	1,27	0,57	30,0	<0,02	0,030	<0,05	7,1	<0,05	<0,05
Utan slam		0,050	3,0	1,66	0,66	26,3				6,6		
1 ton slam-TS/ha/år		0,037	3,1	1,37	0,50	28,1				5,5		
4 ton slam-TS/ha/år		0,033	3,2	1,54	0,62	29,9				5,2		
Utan mineralgödsel		0,033	3,1	1,96	0,82	30,3				5,0		
1/1 PK, 1/2 N		0,040	3,2	1,15	0,39	28,0				5,4		
1/1 PK, 1 N		0,047	3,1	1,46	0,57	26,0				6,9		

Tabell 14. Rapsfröets innehåll av metaller 2010, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	<0,04	0,079	2,4	<0,1	0,16	27,8	<0,02	<0,04	<0,1	13,9	<0,1	<0,1
B0	<0,04	0,073	2,3	<0,1	<0,11	25,5	<0,02	<0,04	<0,1	18,0	<0,1	<0,1
C0	<0,04	0,070	2,5	<0,1	0,15	27,3	<0,02	<0,04	<0,1	11,4	<0,1	<0,1
A1	<0,04	0,066	2,8	<0,1	<0,1	30,0	<0,02	<0,04	<0,1	13,6	<0,1	<0,1
B1	<0,04	0,069	2,7	<0,1	0,14	27,8	<0,02	<0,04	<0,1	14,5	<0,1	<0,1
C1	<0,04	0,070	2,9	<0,1	0,18	31,0	<0,02	<0,04	<0,1	14,8	<0,1	<0,1
A2	<0,04	0,048	2,2	<0,1	0,15	31,8	<0,02	<0,04	<0,1	20,4	<0,1	<0,1
B2	<0,04	0,060	3,1	<0,1	0,14	31,8	<0,02	<0,04	<0,1	17,5	<0,1	<0,1
C2	<0,04	0,058	3,1	<0,1	0,18	32,8	<0,02	<0,04	<0,1	15,9	<0,1	<0,1
Utan slam		0,064	2,5			29,8				16,0		
1 ton slam-TS/ha/år		0,067	2,7			28,2				13,9		
4 ton slam-TS/ha/år		0,066	2,8			30,4				14,0		
Utan mineralgödsel		0,074	2,4			26,5				11,7		
1/1 PK, 1/2 N		0,068	2,8			29,5				14,3		
1/1 PK, 1 N		0,055	2,8			32,3				17,9		
p F1		0,701	0,2554			0,199				0,2714		
p F2		0,014	0,1284			0,0002				0,0006		
LSD F1												
LSD F2		0,011				1,4				2,7		

Tabell 15. Höstevetekärnans innehåll av metaller 2011, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	<0,02	0,051	3,08	<0,06	0,167	20,4	<0,02	<0,02	<0,06	16,1	<0,06	<0,06
B0	<0,02	0,044	2,98	<0,06	0,142	21,8	<0,02	<0,02	<0,06	14,8	<0,06	<0,06
C0	<0,02	0,042	2,94	<0,06	0,139	19,8	<0,02	<0,02	<0,06	12,6	<0,06	<0,06
A1	<0,02	0,056	3,06	<0,06	0,124	18,4	<0,02	<0,02	<0,06	13,3	<0,06	<0,06
B1	<0,02	0,054	2,95	<0,06	0,108	19,0	<0,02	<0,02	<0,06	10,9	<0,06	<0,06
C1	<0,02	0,055	3,00	<0,06	0,103	19,6	<0,02	<0,02	<0,06	9,9	<0,06	<0,06
A2	<0,02	0,079	3,49	<0,06	0,079	21,0	<0,02	<0,02	<0,06	12,5	<0,06	<0,06
B2	<0,02	0,076	3,28	<0,06	0,073	22,1	<0,02	<0,02	<0,06	10,4	<0,06	<0,06
C2	<0,02	0,072	3,17	<0,06	0,086	20,9	<0,02	<0,02	<0,06	9,1	<0,06	<0,06
Utan slam		0,062	3,21		0,123	19,9				14,0		
1 ton slam-TS/ha/år		0,058	3,07		0,107	21,0				12,0		
4 ton slam-TS/ha/år		0,057	3,04		0,109	20,1				10,5		
Utan mineralgödsel		0,046	3,00		0,149	20,7				14,5		
1/1 PK, 1/2 N		0,055	3,00		0,112	19,0				11,3		
1/1 PK, 1 N		0,075	3,31		0,079	21,3				10,7		
p F1		0,362	0,087		0,046	0,286				0,001		
p F2		0,0001	0,010		0,0001	0,025				0,001		
LSD F1					0,013					1,2		
LSD F2		0,004	0,19		0,017	1,6				1,4		

Petersborg. Halter av metaller i skördeprodukter

Tabell 16. Rapsfröets innehåll av metaller 2009, mg/kg TS

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	<0,02	0,045	2,5	0,359	0,18	39,1	<0,02	<0,02	<0,05	37,1	<0,05	<0,05
B0	<0,02	0,045	2,5	0,337	0,15	38,7	<0,02	<0,02	<0,05	35,9	<0,05	<0,05
C0	<0,02	0,053	2,7	0,163	0,20	36,5	<0,02	<0,02	<0,05	31,4	<0,05	<0,05
A1	<0,02	0,049	2,5	0,315	0,16	35,8	<0,02	<0,02	<0,05	34,2	<0,05	<0,05
B1	<0,02	0,045	2,5	0,272	0,17	33,9	<0,02	<0,02	<0,05	31,5	<0,05	<0,05
C1	<0,02	0,041	2,5	0,228	0,16	35,2	<0,02	<0,02	<0,05	33,5	<0,05	<0,05
A2	<0,02	0,052	2,6	0,348	0,23	37,9	<0,02	<0,02	<0,05	34,7	<0,05	<0,05
B2	<0,02	0,046	2,5	0,163	0,16	32,9	<0,02	<0,02	<0,05	32,2	<0,05	<0,05
C2	<0,02	0,049	2,5	0,163	0,18	36,0	<0,02	<0,02	<0,05	32,6	<0,05	<0,05
Utan slam		0,049	2,5	0,341	0,17	37,6				35,3		
1 ton slam-TS/ha/år		0,045	2,5	0,257	0,16	35,2				33,2		
4 ton slam-TS/ha/år		0,048	2,6	0,185	0,18	35,9				32,5		
Utan mineralgödsel		0,047	2,6	0,286	0,18	38,1				34,8		
1/1 PK, 1/2 N		0,045	2,5	0,272	0,16	35,0				33,1		
1/1 PK, 1 N		0,049	2,5	0,225	0,19	35,6				33,2		

Tabell 17. Höstvetekärnans innehåll av metaller 2010, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	<0,02	0,062	3,9	<0,05	0,12	27,9	<0,02	<0,02	<0,05	26,8	<0,05	<0,05
B0	<0,02	0,059	4,2	<0,05	0,14	27,0	<0,02	<0,02	<0,05	27,5	<0,05	<0,05
C0	<0,02	0,067	4,2	<0,05	0,13	26,7	<0,02	<0,02	<0,05	30,5	<0,05	<0,05
A1	<0,02	0,057	3,8	<0,05	0,11	21,8	<0,02	<0,02	<0,05	26,0	<0,05	<0,05
B1	<0,02	0,056	3,6	<0,05	0,11	23,2	<0,02	<0,02	<0,05	25,8	<0,05	<0,05
C1	<0,02	0,068	3,9	<0,05	0,10	27,8	<0,02	<0,02	<0,05	27,5	<0,05	<0,05
A2	<0,02	0,069	3,0	<0,05	0,07	24,9	<0,02	<0,02	<0,05	29,3	<0,05	<0,05
B2	<0,02	0,072	3,1	<0,05	<0,07	26,0	<0,02	<0,02	<0,05	23,8	<0,05	<0,05
C2	<0,02	0,074	3,9	<0,05	0,07	32,1	<0,02	<0,02	<0,05	26,5	<0,05	<0,05
Utan slam		0,062	3,60		0,10	24,8				27,3		
1 ton slam-TS/ha/år		0,062	3,66		0,11	25,4				25,7		
4 ton slam-TS/ha/år		0,070	3,96		0,10	28,9				28,2		
Utan mineralgödsel		0,062	4,10		0,13	27,2				28,3		
1/1 PK, 1/2 N		0,060	3,78		0,10	24,2				26,4		
1/1 PK, 1 N		0,071	3,35		0,07	27,6				26,5		
p F1		0,118	0,106		0,565	0,049				0,211		
p F2		0,012	0,006		0,0001	0,053				0,211		
LSD F1						3,3						
LSD F2		0,006	0,34		0,01							

Tabell 18. Sockerbetans innehåll av metaller 2011, mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	0,116	0,125	2,91	0,116	0,24	17,7	<0,02	0,05	<0,05	23,5	<0,05	0,142
B0	0,070	0,120	2,79	0,099	0,19	16,4	<0,02	0,04	<0,05	22,7	<0,05	0,083
C0	0,070	0,128	2,79	0,102	0,20	19,0	<0,02	0,04	<0,05	20,3	<0,05	0,089
A1	0,167	0,130	3,33	0,474	0,43	22,5	<0,02	0,13	<0,05	30,5	<0,05	0,179
B1	0,953	0,117	2,66	0,132	0,24	16,7	<0,02	0,06	<0,05	21,9	<0,05	0,154
C1	0,149	0,126	2,94	0,457	0,35	32,6	<0,02	0,05	<0,05	20,3	<0,05	0,345
A2	0,235	0,113	2,82	0,098	0,21	15,9	<0,02	0,06	<0,05	27,6	<0,05	0,090
B2	0,080	0,103	2,82	0,116	0,22	17,1	<0,02	0,04	<0,05	22,2	<0,05	0,089
C2	0,061	0,106	3,07	0,129	0,27	21,4	<0,02	0,04	<0,05	19,3	<0,05	0,075
Utan slam		0,123	3,02		0,29			0,08		27,2		
1 ton slam-TS/ha/år		0,113	2,76		0,22			0,04		22,2		
4 ton slam-TS/ha/år		0,120	2,93		0,27			0,05		19,9		
Utan mineralgödsel		0,124	2,83		0,21			0,04		22,1		
1/1 PK, 1/2 N		0,124	2,97		0,34			0,08		24,2		
1/1 PK, 1 N		0,107	2,90		0,24			0,05		23,0		
p F1		0,234	0,325		0,452			0,169		0,011		
p F2		0,103	0,680		0,142			0,130		0,471		
LSD F1										3,9		
LSD F2												

Igelösa. Växtnäringstillstånd i jord 2009–2011

Tabell 19. Växtnäringstillstånd i matjorden 2009

Försöksled	pH-H2O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO3 mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,2	9,3	9,6	9,8	400	54	160	0,90	250	3,1
B0	7,2	25	9,0	11	450	83	160	0,99	290	3,6
C0	7,1	43	8,7	12	440	120	170	1,1	300	3,9
A1	7,3	9,2	10	10	430	56	160	0,84	260	3,2
B1	7,3	26	10	12	480	87	180	1,0	300	3,7
C1	7,2	45	9,4	12	480	120	170	1,1	310	3,9
A2	7,4	8,9	10	10	460	54	170	0,95	280	3,2
B2	7,3	24	9,3	11	470	86	170	1,0	310	3,7
C2	7,1	42	9,9	12	450	120	170	1,2	310	3,9
Utan slam	7,3	9,1	9,9	9,9	430	55	160	0,90	260	3,2
1 ton slam-TS/ha/år	7,3	25	9,4	11	470	85	170	1,0	300	3,7
4 ton slam-TS/ha/år	7,1	43,3	9,3	12	460	120	170	1,1	310	3,9
Utan mineralgödsel	7,2	26	9,1	11	430	86	160	1,0	280	3,5
1/1 PK, 1/2 N	7,3	27	9,4	11	460	88	170	0,98	290	3,6
1/1 PK, 1 N	7,3	25	9,7	11	460	87	170	1,1	300	3,6

Tabell 20. Växtnäringstillstånd i matjorden 2010. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	pH-H ₂ O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO ₃ mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,5	8,3	8,5	9,6	385	60	198	1,01	275	3,10
B0	7,6	21,5	8,9	11,3	408	98	213	1,13	310	3,53
C0	7,4	37,3	9	12,5	408	135	220	1,08	323	3,66
A1	7,6	8,9	9,2	9,1	388	62	210	1,04	278	3,15
B1	7,6	23,5	9,6	11	413	97	225	1,18	318	3,57
C1	7,4	39,5	10,7	13	440	138	228	1,23	350	3,96
A2	7,7	8,8	8,8	9,5	420	62	208	1,13	293	3,32
B2	7,6	20,3	9,2	10,5	433	95	218	1,30	338	3,91
C2	7,4	35,5	9,8	11,8	425	130	223	1,21	348	3,83
Utan slam	7,6	8,7	8,8	9,4	398	61	205	1,06	282	3,20
1 ton slam-TS/ha/år	7,6	21,8	9,2	10,9	418	97	218	1,20	322	3,67
4 ton slam-TS/ha/år	7,4	37,4	9,8	12,4	424	134	223	1,17	340	3,81
Utan mineralgödsel	7,5	22,4	8,8	11,1	400	98	210	1,07	303	3,40
1/1 PK, 1/2 N	7,5	24,0	9,8	11,0	413	99	221	1,15	315	3,55
1/1 PK, 1 N	7,5	21,5	9,3	10,6	426	96	216	1,21	326	3,69
p F1	0,0257	0,0001	0,0622	0,0003	0,1286	0,0001	0,0304	0,0547	0,0004	0,0010
p F2	0,2001	0,0007	0,0134	0,0264	0,0243	0,5286	0,0037	0,0001	0,0001	0,0001
LSD F1	0,2	1,7		0,8		7	13		17	0,22
LSD F2		1,1	0,6	0,4	18		6	0,04	8	0,10

Tabell 21. Växtnäringstillstånd i matjorden 2011. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	pH-H ₂ O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO ₃ mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,6	7,8	7,7	9,8	388	60	175	0,93	268	3,1
B0	7,7	24	7,9	11,5	420	94	183	1,0	305	3,4
C0	7,5	44	8,8	12,5	418	135	200	1,1	313	3,4
A1	7,7	8,9	9,3	9,6	398	63	190	1,0	283	3,1
B1	7,7	25	9,5	10,8	413	94	195	1,1	303	3,5
C1	7,5	48	10,8	12,3	420	140	205	1,1	330	3,6
A2	7,8	8,2	8,6	9,7	458	60	173	1,0	280	3,2
B2	7,7	24	9,8	11,0	433	94	198	1,2	315	3,6
C2	7,6	43	10,3	12,0	423	130	198	1,2	333	3,7
Utan slam	7,7	8,3	8,5	9,7	414	61	179	0,99	277	3,15
1 ton slam-TS/ha/år	7,7	24,4	9,0	11,1	422	94	192	1,10	308	3,47
4 ton slam-TS/ha/år	7,5	45,1	9,9	12,3	420	135	201	1,13	325	3,55
Utan mineralgödsel	7,6	25,4	8,1	11,3	408	96	186	1,01	295	3,28
1/1 PK, 1/2 N	7,6	27,3	9,8	10,9	410	99	197	1,08	305	3,40
1/1 PK, 1 N	7,7	25,1	9,5	10,9	438	95	189	1,12	309	3,49
p F1	0,0087	0,0001	0,1699	0,0015	0,9153	0,0001	0,0626	0,0470	0,0014	0,0073
p F2	0,0011	0,0082	0,0002	0,1752	0,0621	0,0798	0,3283	0,0006	0,0385	0,0255
LSD F1	0,1	2,7		0,9		8		0,12	17	0,20
LSD F2	0,1	1,4	0,7					0,05	11	0,14

Petersborg. Växtnäringstillstånd i jord 2009–2011

Tabell 22. Växtnäringstillstånd i matjorden 2009

Försöksled	pH-H ₂ O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO ₃ mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,4	10	8,3	4,9	210	41	160	0,43	130	1,5
B0	7,1	14	7,5	4,7	190	52	160	0,54	140	1,5
C0	7,0	23	6,8	4,8	180	74	160	0,51	150	1,7
A1	7,2	12	11	4,4	200	49	180	0,60	160	1,9
B1	7,1	18	9,7	4,5	200	66	170	0,65	160	1,9
C1	7,0	26	11	4,7	190	77	170	0,58	190	2,2
A2	7,3	11	12	4,3	210	46	180	0,70	160	1,9
B2	7,2	18	9,6	4,3	210	58	170	0,61	170	2,0
C2	7,0	28	10	5,0	210	83	170	0,68	200	2,0
Utan slam	7,3	11	10	4,5	210	45	170	0,58	150	1,8
1 ton slam-TS/ha/år	7,1	17	8,9	4,5	200	59	170	0,60	160	1,8
4 ton slam-TS/ha/år	7,0	26	9,3	4,8	190	78	170	0,59	180	2,0
Utan mineralgödsel	7,2	16	7,5	4,8	190	56	160	0,49	140	1,6
1/1 PK, 1/2 N	7,1	19	11	4,5	200	64	170	0,61	170	2,0
1/1 PK, 1 N	7,2	19	11	4,5	200	62	170	0,66	180	2,0

Tabell 23. Växtnäringstillstånd i matjorden 2010. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	pH-H ₂ O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO ₃ mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,1	8,6	6,9	4,1	175	47	143	0,54	138	1,6
B0	7,0	13,5	6,8	4,5	178	58	135	0,59	153	1,6
C0	6,9	21,8	6,7	4,7	175	78	138	0,60	173	1,8
A1	7,1	10,1	9,0	3,8	185	50	153	0,63	158	1,8
B1	7,1	15,8	8,0	4,3	190	66	140	0,63	175	1,9
C1	7,0	23,3	8,0	4,6	188	82	138	0,61	198	2,1
A2	7,3	9,5	8,5	3,7	195	49	150	0,66	165	1,9
B2	7,3	17,3	8,7	4,3	205	62	143	0,63	185	1,9
C2	7,1	25,3	8,2	4,5	203	85	140	0,66	203	2,2
Utan slam	7,2	9,4	8,1	3,9	185	49	148	0,61	153	1,75
1 ton slam-TS/ha/år	7,1	15,5	7,8	4,4	191	62	139	0,62	171	1,79
4 ton slam-TS/ha/år	7,0	23,4	7,6	4,6	188	82	138	0,62	191	2,04
Utan mineralgödsel	7,0	14,6	6,8	4,4	176	61	138	0,57	154	1,67
1/1 PK, 1/2 N	7,1	16,4	8,3	4,2	188	66	143	0,62	177	1,92
1/1 PK, 1 N	7,2	17,3	8,5	4,2	201	65	144	0,65	184	2,01
p F1	0,0240	0,0001	0,3056	0,0002	0,7166	0,0001	0,1109	0,8256	0,0003	0,0072
p F2	0,0001	0,0021	0,0001	0,0032	0,0001	0,0104	0,0598	0,0088	0,0001	0,0001
LSD F1	0,1	1,6		0,2		4			10	0,15
LSD F2	0,1	1,4	9	0,1	9	3		0,04	9	0,14



Tabell 24. Växtnäringsstillstånd i matjorden 2011. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	pH-H ₂ O	P-AL mg/100	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	P-HCl mg/100g	K-HCl mg/100g	B mg/kg	S-HNO ₃ mg/kg	Mullhalt, %
A0	7,2	8,9	8,1	4,1	168	47	148	0,48	133	1,7
B0	7,2	16,3	7,7	4,6	183	60	148	0,51	150	1,8
C0	7,1	27,5	7,0	4,7	173	84	140	0,51	175	2,1
A1	7,2	11,0	11,0	3,8	170	51	158	0,54	150	1,8
B1	7,2	18,5	9,9	4,1	178	67	150	0,55	170	2,1
C1	7,1	27,3	10,2	4,4	178	88	150	0,57	193	2,2
A2	7,2	10,8	10,8	3,9	180	47	148	0,57	155	1,9
B2	7,2	18,0	9,2	4,0	188	68	153	0,57	175	2,1
C2	7,1	27,3	9,3	4,8	190	83	148	0,59	195	2,2
Utan slam	7,2	10,2	10,0	3,9	173	48	151	0,53	146	1,79
1 ton slam-TS/ha/år	7,2	17,6	8,9	4,2	183	65	150	0,54	165	1,99
4 ton slam-TS/ha/år	7,1	27,3	8,8	4,6	180	85	146	0,56	188	2,16
Utan mineralgödsel	7,2	17,5	7,6	4,4	174	63	145	0,50	153	1,84
1/1 PK, 1/2 N	7,1	18,9	10,4	4,1	175	68	153	0,55	171	2,06
1/1 PK, 1 N	7,2	18,7	9,8	4,2	186	66	149	0,57	175	2,04
p F1	0,1351	0,0001	0,0491	0,0182	0,2553	0,0001	0,6115	0,2432	0,0005	0,0036
p F2	0,2027	0,3694	0,0001	0,0431	0,0416	0,2072	0,0723	0,0004	0,0007	0,0036
LSD F1		2,5	1,0	0,4		7			12	0,15
LSD F2			0,7	0,2	10			0,03	11	0,14

Igelösa. Metaller i jord 2009–2011

Tabell 25. Metallinnehåll i matjorden 2009, (HNO₃), mg/kg TS

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	19	0,26	10	23	13	52	0,045	-	3,6	210	<1	<1
B0	20	0,28	16	25	14	59	0,067	-	3,6	220	<1	<1
C0	22	0,32	23	25	14	68	0,086	-	2,9	280	<1	<1
A1	19	0,27	9,6	24	14	53	0,041	-	3,3	230	<1	<1
B1	21	0,29	16	25	14	60	0,064	-	3,7	220	<1	<1
C1	22	0,30	24	25	14	65	0,089	-	4,0	200	<1	<1
A2	20	0,30	9,9	24	15	51	0,044	-	5,0	320	<1	<1
B2	20	0,29	16	25	14	58	0,062	-	3,3	210	<1	<1
C2	21	0,30	23	25	14	63	0,082	-	3,5	210	<1	<1
Utan slam	19	0,28	9,9	24	14	52	0,043		4,0	250	<1	<1
1 ton slam-TS/ha/år	20	0,29	16	25	14	59	0,064		3,5	220	<1	<1
4 ton slam-TS/ha/år	22	0,31	23	25	14	65	0,086		3,5	230	<1	<1
Utan mineralgödsel	20	0,29	16	24	14	60	0,066		3,4	240	<1	<1
1/1 PK, 1/2 N	21	0,29	17	25	14	59	0,065		3,7	220	<1	<1
1/1 PK, 1 N	22	0,31	16	25	14	57	0,063		3,9	250	<1	<1

Tabell 26. Metallinnehåll i matjorden 2010, (HNO₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	20	0,35	12	25	15	60	0,05	5,0	4,0	250	<0,05	2,4
B0	21	0,38	19	26	15	69	0,07	5,0	4,2	248	<0,05	2,6
C0	22	0,39	28	27	14	78	0,10	4,9	3,9	228	<0,05	2,9
A1	20	0,38	11	25	15	60	0,05	5,6	4,0	300	<0,05	2,4
B1	22	0,38	19	27	15	68	0,07	5,2	4,0	240	<0,05	2,4
C1	23	0,42	27	26	15	77	0,10	5,2	4,0	265	<0,05	2,9
A2	21	0,37	12	25	15	60	0,05	5,3	3,8	283	<0,05	2,5
B2	21	0,40	19	26	15	70	0,08	5,3	3,9	268	<0,05	2,6
C2	22	0,39	27	26	15	76	0,10	5,0	3,8	240	<0,05	3,0
Utan slam	20	0,36	12	25	15	60	0,05	5,3	3,9	278		2,4
1 ton slam-TS/ha/år	21	0,39	19	26	15	69	0,07	5,2	4,0	252		2,6
4 ton slam-TS/ha/år	22	0,40	27	26	15	77	0,10	5,0	3,9	244		2,9
Utan mineralgödsel	21	0,37	20	26	15	69	0,07	5,0	4,0	242		2,6
1/1 PK, 1/2 N	21	0,39	19	26	15	68	0,07	5,3	4,0	268		2,6
1/1 PK, 1 N	21	0,39	19	26	15	68	0,08	5,2	3,8	263		2,7
p F1	0,025	0,0991	0,0001	0,0668	0,6401	0,0004	0,0004	0,7193	0,8611	0,3044		0,0114
p F2	0,5951	0,0743	0,0993	0,8397	0,1428	0,5712	0,6248	0,0568	0,2990	0,1088		0,0597
LSD F1	1		1			5	0,01					0,3
LSD F2												

 Tabell 27. Metallinnehåll i matjorden 2011, (HNO₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	16	0,30	12	23	12	48	0,06	4,5	4,1	220	<0,5	2,5
B0	17	0,31	16	24	12	54	0,09	4,5	4,5	193	<0,5	2,9
C0	17	0,34	20	24	12	58	0,11	4,6	4,3	228	<0,5	2,8
A1	16	0,31	9	24	12	48	0,06	4,6	4,4	233	<0,5	2,6
B1	17	0,31	13	23	12	51	0,08	4,4	4,5	198	<0,5	2,5
C1	17	0,34	20	24	12	59	0,13	4,3	4,3	203	<0,5	3,2
A2	16	0,29	8	24	13	47	0,06	4,6	4,5	208	<0,5	2,5
B2	16	0,30	13	23	12	51	0,09	4,1	4,3	183	<0,5	2,4
C2	17	0,33	19	23	12	59	0,11	4,2	4,3	203	<0,5	2,9
Utan slam	16	0,30	10	24	12	47	0,06	4,5	4,3	220		2,5
1 ton slam-TS/ha/år	16	0,30	14	23	12	52	0,09	4,3	4,4	191		2,6
4 ton slam-TS/ha/år	17	0,34	20	23	12	59	0,12	4,4	4,3	211		2,9
Utan mineralgödsel	17	0,32	16	24	12	53	0,09	4,5	4,3	213		2,7
1/1 PK, 1/2 N	16	0,32	14	24	12	53	0,09	4,4	4,4	211		2,7
1/1 PK, 1 N	16	0,30	13	23	12	52	0,09	4,3	4,4	198		2,6
p F1	0,0617	0,0106	0,0003	0,8437	0,5874	0,0008	0,0001	0,6246	0,8816			0,2628
p F2	0,716	0,1496	0,0535	0,5594	0,9082	0,6179	0,5333	0,1425	0,7978			0,6949
LSD F1		0,02	2,6			0,20	0,01					
LSD F2												

Petersborg. Metaller i jord 2009–2011

Tabell 28. Metallinnehåll i matjorden 2009, (HNO₃), mg/kg TS

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	17	0,27	9,6	15	8,0	44	0,042	4,3	3,8	341	<1	<1
B0	17	0,27	14	16	7,9	47	0,051	4,2	3,5	330	<1	<1
C0	17	0,29	20	15	8,0	50	0,056	4,7	4,1	289	<1	<1
A1	17	0,27	9,7	15	7,6	46	0,037	4,1	3,3	315	<1	<1
B1	17	0,28	15	15	7,6	47	0,047	4,2	3,5	290	<1	<1
C1	20	0,29	20	15	7,8	50	0,055	4,3	3,7	309	<1	<1
A2	16	0,26	9,4	15	7,5	44	0,038	4,0	3,8	319	<1	<1
B2	16	0,28	14	15	7,6	46	0,049	4,4	4,0	297	<1	<1
C2	17	0,29	20	15	7,8	49	0,061	4,2	4,0	301	<1	<1
Utan slam	17	0,27	9,6	15	7,7	45	0,039	4,1	3,6	325		
1 ton slam-TS/ha/år	17	0,28	14	15	7,7	47	0,049	4,3	3,7	306		
4 ton slam-TS/ha/år	18	0,29	20	15	7,9	50	0,057	4,4	3,9	300		
Utan mineralgödsel	17	0,28	15	15	8,0	47	0,050	4,4	3,8	320		
1/1 PK, 1/2 N	18	0,28	15	15	7,7	48	0,046	4,2	3,5	305		
1/1 PK, 1 N	16	0,28	14	15	7,6	50	0,049	4,2	3,9	306		

Tabell 29. Metallinnehåll i matjorden 2010, (HNO₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	16	0,27	10	15	8,4	47	0,05	3,8	3,7	298	<0,05	<2
B0	16	0,28	15	16	8,3	67	0,07	3,9	3,9	310	<0,05	<2
C0	17	0,29	21	15	8,2	74	0,07	4,0	3,7	308	<0,05	<2
A1	15	0,27	10	14	7,7	48	0,04	3,8	3,5	285	<0,05	<2
B1	16	0,28	16	16	9,2	66	0,05	3,8	3,7	303	<0,05	<2
C1	17	0,29	21	15	8,0	75	0,06	3,9	3,8	318	<0,05	<2
A2	15	0,28	10	16	9,2	49	0,04	3,9	3,8	295	<0,05	<2
B2	16	0,28	15	16	8,3	72	0,05	3,9	3,7	295	<0,05	<2
C2	17	0,29	22	17	10	77	0,07	4,0	4,0	303	<0,05	<2
Utan slam	15	0,27	10	15	8,4	48	0,04	3,8	3,7	293		
1 ton slam-TS/ha/år	16	0,28	14	16	8,6	68	0,06	3,9	3,8	303		
4 ton slam-TS/ha/år	17	0,29	20	16	8,7	75	0,07	4,0	3,8	309		
Utan mineralgödsel	16	0,28	14	15	8,3	63	0,06	3,9	3,7	305		
1/1 PK, 1/2 N	16	0,28	15	15	8,3	63	0,05	3,8	3,6	302		
1/1 PK, 1 N	16	0,28	15	16	9,1	66	0,05	3,9	3,8	298		
p F1	0,0914	0,0073	0,0001	0,5512	0,9203	0,0005	0,0012	0,7723	0,5194	0,3898		
p F2	0,3498	0,7896	0,2875	0,3104	0,4634	0,1296	0,0595	0,0612	0,2680	0,1775		
LSD F1		0,01	1			8	0,01					
LSD F2												

Tabell 30. Metallinnehåll i matjorden 2011, (HNO₃), mg/kg TS. Rutvis analys (4 analyser/led)

Försöksled	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Hg	Co	As	Mn	Ag	Sn
A0	14	0,24	9,4	13	7,9	38	0,05	5,0	4,3	318	<0,5	*
B0	14	0,27	15	14	8,3	42	0,07	5,5	4,4	373	<0,5	*
C0	15	0,26	21	14	8,2	45	0,08	5,2	4,5	343	<0,5	*
A1	13	0,24	10	13	7,4	38	0,05	4,7	4,1	305	<0,5	*
B1	14	0,26	15	13	7,8	42	0,07	4,9	4,3	325	<0,5	*
C1	14	0,28	21	14	8,4	44	0,09	5,2	4,7	353	<0,5	*
A2	13	0,24	15	13	7,7	38	0,05	4,9	4,3	320	<0,5	*
B2	14	0,26	15	14	8,0	42	0,07	5,1	4,5	333	<0,5	*
C2	14	0,27	20	14	8,3	45	0,09	5,4	4,8	343	<0,5	*
Utan slam	13	0,24	12	13	7,7	38	0,05	4,9	4,2	314		
1 ton slam-TS/ha/år	14	0,26	15	14	8,1	42	0,07	5,2	4,4	343		
4 ton slam-TS/ha/år	14	0,27	21	14	8,3	45	0,09	5,3	4,7	346		
Utan mineralgödsel	14	0,26	15	14	8,1	42	0,07	5,3	4,4	344		
1/1 PK, 1/2 N	14	0,26	15	13	7,9	41	0,07	5,0	4,4	328		
1/1 PK, 1 N	14	0,26	17	13	8,0	42	0,07	5,1	4,5	332		
p F1	0,0831	0,0022	0,0006	0,0811	0,2623	0,0002	0,0001	0,3738	0,1877	0,0963		
p F2	0,1323	0,8596	0,4600	0,2362	0,2244	0,2263	0,7249	0,0011	0,1215	0,0244		
LSD F1		0,01	3,4			2						
LSD F2								0,2		12		

* Analys saknas



Växtnäringstillstånd i jord

Tabell 31. Markens innehåll av kväve i skiktet 0–60 cm

År	Vårprov				Höstprov			
	Igelösa		Petersborg		Igelösa		Petersborg	
	A0	C0	A0	C0	A0	C0	A0	C0
1982	76,0	29,0	26,0	21,0	9,0	33,0	20,0	15,0
1983	26,0	29,0	21,0	32,0	16,0	19,0	54,0	44,0
1984	50,0	56,0	46,0	41,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1985					22,0	15,0	56,0	29,0
1986	16,0	16,0	16,0	17,0	21,0	24,0	20,0	18,0
1988	18,0	29,0	23,0	33,0	14,0	22,0	13,0	19,0
1989	81,0	103,0	16,0	5,0	7,0	9,0	10,0	8,0
1990	20,0	21,0	24,0	55,0	33,0	52,0	47,0	40,0
1991	20,0	29,0	22,0	28,0	20,0	28,0	26,0	31,0
1992	25,0	47,0	34,0	43,0	20,0	20,0	15,0	13,0
1993	48,0	40,0	20,0	35,0	18,0	34,0	34,0	40,0
1994	20,0	8,0	20,0	23,0	5,0	4,0	5,0	2,0
1995	28,0	32,0	19,0	41,0	4,0	5,0	32,0	10,0
1996	29,0	45,0	72,0	62,0	19,0	22,0	17,0	28,0
1997	40,0	54,0	14,0	14,0	11,0	14,0	11,0	29,0
1998	9,0	3,0	25,0	47,0	12,0	15,0	11,0	15,0
1999	23,0	22,0	41,0	22,0	17,0	27,0	19,0	28,0
2000	18,6	19,8	17,4	18,7	12,9	16,0	11,5	11,6
2001	19,1	36,0	16,5	15,3	25,1	48,0	26,0	59,0
2002	9,1	13,8	13,3	94,0	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
2004	21,8	31,1	26,7	46,6	23,1	18,6	28,7	36,9
2005	27,9	35,6	23,8	35,3	28,0	36,0	23,8	35,3
2006	26,3	35,8	19,3	34,4	27,4	40,6	30,6	33,4
2007	12,4	13,7	15,3	19,1	19,0	27,2	10,4	15,4
2008	14,4	20,2	18,3	33,1	17,3	19,6	37,5	38,1
2009	30,5	37,0	24,4	21,8	23,4	46,3	18,7	48,4
2010	48,8	82,9	38,1	82,3	15,9	22,4	11,3	17,3
2011	42,1	36,9	20,1	33,4	6,3	9,0	11,1	18,2
Mt 5 år								
2007–2011	34,0	44,3	25,2	42,7	15,7	24,3	19,7	30,5

I HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPENS RAPPORTSERIE INGÅR:

1996

1. Slamspridning på åkermark
2. Slamspridning i energiskog
3. Hem- och hushållsekonomisk utbildning av ryska landsbygdskvinnor

1997

4. Fiskevårdsområdenas betydelse för fritidsfiskemöjligheterna, fiskevattenägarna och viskevården – en utvärdering
5. Prisutveckling på lantbruksfastigheter i Skåne mellan 1990 och 1997
6. Avveckling av Storförsök Syd och återställning av marken
7. The Challenge for the future: Improving the Quality of life
8. Avloppsslam - resurs eller fara för kretsloppet?
9. Genmodifierade livsmedel på nätet

2000

10. Slamspridning på åkermark, Lägesrapport 1998–99

2002

11. Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2001.

2003

12. Röttslam i växtföljden, Ett växtnäringsförsök med biomull

2005

13. Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2003
14. Arvikamodellen, Kommunal upphandling av livsmedel till småkök
Ylva Gustafsson, Hushållningssällskapet Värmland, 2005

2009

15. Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2008.
Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus, 2009



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, Landsbygdsutveckling, Mat, Miljö och Fiske.

www.hushallningssallskapet.se

Hushållningssällskapet Malmöhus
Borgeby slottsväg 11
237 91 Bjärred
Tel: 046-71 36 00
Fax: 046-70 61 35
E-post: info-m@hushallningssallskapet.se

Hushållningssällskapens Förbund
Stortorget 7
111 29 Stockholm
Tel: 08-545 278 00
Fax: 08-21 50 75
E-post: info@hushallningssallskapet.se

ISSN 1402-1951
ISBN 91-88668-74-6

© Hushållningssällskapet

