

Diskussion

Fosforgödsling - skörd

Fosfor ingår både i markens kemiska och biologiska system. Markens förmåga att leverera fosfor till växten är därför resultatet av många samverkande faktorer. En av de viktigaste faktorerna tycks vara pH-värdet. Kemiskt fastläggs fosfor med kalcium vid höga pH-värden och med järn- och/eller aluminium vid låga pH-värden. Nedbrytning av organiskt material i marken och därmed frigörelse av fosfor, fodrar ett gynnsamt markklimat i marken för svampar, bakterier och andra markmikroorganismer. Mykorrhizasvamparna tycks ha en avgörande betydelse för växtens fosforförsörjning. Markmikroorganismernas krav på markklimatet ingår inte direkt i denna studie men troligen fungerar majoriteten av markmikroorganismerna bäst i en "lagom" miljö, med "lagom" pH, fukt, värme och så vidare.

I våra försök letade vi efter en jord med lågt fosforinnehåll. Den ideala åkern som både hade mycket lågt fosforinnehåll och som lämpade sig för försöksändamål fann vi inte, men en åker i Långshyttan med en jord som visade sig oförmögen att leverera fosfor i tillräcklig mängd till grödan. Fosforklassen låg mellan 2 och 3 i matjorden och mellan 1 och 2 i alvjorden, 20- 40 cm. Jorden visade sig ha kalkbehov, eftersom kalkning gav signifikant positiva effekter alla tre försöksåren.

Första året i Långshyttan var mycket torrt och grödan led påtagligt. Handelsgödsselfosfor gav signifikant högre skörd än alla övriga behandlingar utom aska. Det syntes tydligt även för ögat vid havrens vippgång att handelsgödsselfosfor hade gett den gynnsammaste utvecklingen. Eftersom försöken hade gödslats lika med kalium och kväve överallt och det använda handelsgödselmedlet med fosfor inte innehöll svavel, var det med största sannolikhet fosforeffekter som man kunde se med ögat vid havrens vippgång. Skördenivån var dock låg, 1700-2600 kg torrsubstans kärna per hektar, och den begränsande faktorn växtodlingssäsongen 1994 var vatten. De torra förhållandena i marken hade säkert en hämmande effekt på markmikroorganismerna som inte hade haft förmåga att frigöra fosfor från de slam som använts som fosforgödselmedel på våren. Att askan avkastade nästan lika mycket som handelsgödsselfosfor beror troligtvis på askans kalkverkan.

Vi fann inga signifikanta skillnader mellan järnfällt-, aluminiumfällt- och kalkfällt slam på kärnskörden. Däremot gav det kalkfällda slammet signifikant högre skörd än kontroll vilket inte järn- och aluminiumfällt slam gjorde. Detta antyder att 2500 kg kalkstensmjöl per hektar, som den kalkade delen av fältet fick, inte var tillräckligt för det aktuella fältet.

Gödslingen med bioslam gav signifikant högre kväveavkastning i halmskörden där vi kalkat jämfört med okalkat. Det är logiskt att kalkningen gynnade en frigörelse av bioslammets biologiskt bundna kväve. Eftersom sommaren var torr, kom troligtvis mineraliseringen igång sent och en god kvävetillgång i marken sent på säsongen visade sig i halmskörden.

Även andra året efter fosforgödslingen i Långshyttan var nederbördsfattigt i början av växtodlingssäsongen. Kornet som odlades gav dock högre skörd än havren första året. Skördenivåerna låg mellan 2900- 3400 kg torrsubstans kärna per hektar. Inga signifikanta skillnader mellan de olika fosforgödslingarna fanns. Däremot gav kalkningen signifikant högre halt fosfor i kärnan, och högre halmskörd.

Tredje året efter fosforgödslingen var klimatet gynnsamt och skörden blev rekordhög, 4800-5300 kg torrsubstans per hektar. Detta visade att försöksfältet hade förmåga att ge en god

avkastning vid gynnsamma förhållanden utan att lättlöslig fosfor hade tillförts samma eller föregående år. Inga signifikanta skillnader fanns mellan gödslingarna tredje året. Samma signifikanta effekter av kalken som visade sig andra året, högre fosforhalt i kärnan och högre halmskörd, fanns även tredje året. Vi vet inte om fosfor kom från fosforgödselmedlen eller från markens fosforpool, till den goda skörden tredje året då klimatet var gynnsamt. Siffermässigt hade kontrollen, ingen fosforgödsling vid anläggning, lägst kärnskörd, men någon statistisk skillnad mellan gödslingarna fanns inte. Troligen har den fosfor som tillsatts vid försökets anläggning omvandlats i flera steg både kemiskt och biologiskt och utgör efter några år en del av markens fosforpool.

I kärnförsöket gav det kalkfällda slammet signifikant högst skörd andra året. Första året var skördenivån relativt jämn. Den enda signifikanta skillnaden mellan skördenivåerna första året var att järnfällt slam gav lägre skörd än handelsgödsel fosfor. Det fanns ingen kalkad upprepning av de olika fosforgödslingarna. Att kalkfällt slam gav högsta skörden andra året beror sannolikt på att jorden hade ett kalkbehov vid försökets start samt att jord i kärnförsök har en tendens att få låga pH-värden (74). Jorden i kärnen analyserades inte efter de två försöksåren.

Jordanalyser

Vid försökets start gödslades alla behandlingar utom kontroll med 45 kg fosfor per hektar, vilket motsvarar 3 årsbehov för en normal gröda i det aktuella området. Under de tre försöksåren bortfördes i kärna i genomsnitt 39 kg fosfor per hektar från de okalkade behandlingarna och 44 kg fosfor per hektar från de kalkade. Halm, stubb och rötter myllades ned i jorden. Bortförel av fosfor från åkern med kärna, motsvarar alltså gödslingen med 45 kg fosfor per hektar vid anläggningen av försöket.

Jorden i Långshyttan hade vid försökets start i genomsnitt 44 mg svåröslig fosfor per 100 g luft torr jord mätt som P-HCl och 5,1 mg lättöslig fosfor per 100 g luft torr jord mätt som P-AL. Hösten 1996 hade innehållet av analyserad fosfor ökat dramatiskt. Där det inte var kalkat innehöll jorden i genomsnitt 82 mg svåröslig fosfor och 7,9 mg lättöslig fosfor per 100 g luft torr jord. Där det var kalkat hade den analyserade fosformängden ökat ännu mer och innehöll i genomsnitt 90,7 mg svåröslig fosfor och 12,2 mg lättöslig fosfor per 100 gram luft torr jord. Signifikanta skillnader i P-HCl fanns mellan olika typer av fosforgödsling. Kalkat bioslam gav signifikant högre andel svåröslig fosfor än andra kalkade fosforgödslingar utom kalkfällt slam.

En grov omräkning av ovanstående siffror ger följande sammanställning:

	AL-fosfor kg/ha	HCl-fosfor kg/ha
Innehåll i jorden 1993	133	1150
Innehåll i jorden 1996:		
Okalkat	205	2150
Kalkat	320	2360

Förutsättningar: 20 cm matjord, volymvikt på jorden: 1300 kg/m³

Kalk och färsk organisk substans gynnar omsättningen av organiskt material i marken. Det är därför logiskt att kalkning och kalkfällt slam ökar jordens innehåll av mineralisk fosfor. En ökad biologisk aktivitet i marken leder till att fosfor frigörs från biologiskt material i marken och omvandlas till mineralisk fosfor. Denna kan sedan ingå i den fosformängd som vi betecknar med "svårlöslig fosfor". P- HCl inkluderar P-AL.

Att det mineraliska fosforinnehållet har ökat mest med kalkat bioslam kan vara förvånande mot bakgrunden att tillsatt fosformängd var lika stor i alla behandlingar utom kontrollen. Resultatet kan tolkas så, att antingen gynnar biologiskt slam mineraliseringen i jorden eller att det biologiska materialet som tillsätts marken med biologiskt slam skyddar mineralisk fosfor från fastläggning i ny organisk substans eller från kemisk fixering.

Om gödsling och bortförsel med skörd har ungefär samma storleksordning under de tre försöksåren, hur kan man då förklara att den lösliga fosfor har ökat med 190 kg per hektar i de kalkade behandlingarna och den svårlösliga fosfor med över 1000 kg per hektar, både där det var kalkat och okalkat? Här ges utrymme för spekulationer som till exempel att utebliven fosforgödsling gynnar omvandlingen av organiskt bunden och mycket hårt kemiskt bunden fosfor till vad vi kallar växttillgänglig fosfor eller att analysering av fosfor i jord ger stora felmarginaler. Exemplet visar att fosfor i mark och analysering av detta är ett mycket komplicerat ämne.

Att fosfor i aluminiumfällt- och järnfällt slam inte är kemiskt hårt fixerat visas av E. Rydin (51) i ett nyligen genomfört laborieförsök. Rydin fann i försök med järn- och aluminiumfällda slam att dessa släppte 95 % av sitt innehåll av totalfosfor under kraftig nederbörd i laboriemiljö. Förhållandena var anaeroba, utan syre, i detta fall. I ett annat försök(52) fann han att jord som blandats med järn- och aluminiumfälld fosfor i avloppsslam, urlakades i stort sett helt på fosfor vid kraftig nederbörd i laborieförsök. Den kalciumfällda fosfor urlakades inte alls.

Så länge marken befinner sig i balans vad gäller kalkning, växtnäring, jordstruktur och väderbetingelserna ger lagom med värme och nederbörd samt att jorden inte är förorenad av metaller eller annat som kan hämma markmikroorganismerna har det troligtvis ingen betydelse i det långsiktiga perspektivet vilken form det tillsatta fosforgödselmedlet har. Kortsiktigt kan löslig handelsgödsel fosfor ge högre skörd om förhållandena är ogynnsamma som torka i kombination med låg fosforhalt i jorden och kort tid mellan gödsling och odling.

Slutsatser

Från försöken och litteraturjämförelser kan följande slutsatser dras:

- Vid försök med slam och aska är det viktigt att skilja på effekter av kväve, kalk och andra växtnäringsämnen i slammet och askan.
- Kalkning av slam ger förluster av ammoniumkväve i form av ammoniak. Om kalk används som stabiliseringsmedel eller fällningsmedel är detta försvarbart. Att kalka slam enbart för att få en kalkeffekt i marken är inte att rekommendera. Ur miljö- och resurssynpunkt är det bättre att kalka de åkrar som är i behov av gödsling vid annat tillfälle än vid slamtillförseln.
- Biologiskt material som tillsätts med fosforgödsel kan skydda fosfor från fastläggning.
- Gödsling med fosforrikt slam på hösten året före växtodlingssäsongen kan vara att föredra ur växtnäringsynpunkt. Då hinner fosfor i slammet frigöras till växtodlingssäsongen.
- Återföring av fosfor i restprodukter till åkermark kan enbart ses som positivt om produkten inte är förorenad och att tillförseln av växtnäring sker i lämpliga mängder till den aktuella åkern.
- Växternas försörjning med fosfor i det långa perspektivet är mer beroende av en riktig helhetsbedömning av jordart - gröda - gödsling, än av vilken form fosfor har i gödselmedlet.

LITTERATUR

1.

Anke, M., Meissner, D., & Mills, C.F., 1993. Trace elements in man and animals- TEMA 8. Proceedings of the eight int. symp. on trace elements in man and animals.

2.

Atterwall, S., 1993. Fosfor i avloppslam, växttillgänglighet och markreaktioner, Inst. för markvetenskap, exarb.-93, nr 84. Phosphorus in sewage sludge, plant availability and reactions in soils.

3.

Balsberg Pålsson. A-M., 1985. Effekter av kadmium och koppar på växter- en litteraturöversikt. Statens Naturvårdsverk, PM 1996.

4.

Brady, N., 1990. The nature and properties of soil. Macmillan publishing company.

5.

Claesson, S., Steineck. S., 1991. Växtnäring, hushållning - miljö. SLU, speciella skrifter 41.

6.

Coker, E. G., & Carlton-Smith, C.H., 1986. Phosphorus in sewage sludges as a fertilizer.

7.

Demchak, K., Morse, R. D., Wolf, D.D., Neal, J. L., 1983. Phosphorus availability of minesoils as influenced by phosphorus and lime rates and organic residues. Univ. Ky., Off. Eng. serv., (Bull.) UKY BU, UKY BU133, Symp. Surf. Min. Hydrol. Sedimentol. Reclam., 423-9.

8.

Ekeberg, E., 1987. Försök med avloppslam 1994-96. PLANTEFORSK/NORVAR. Möte på SFT 19.02.97.

9.

Evans, A., Jr, 1985. The adsorption of inorganic phosphate by a sandy soil as influenced by dissolved organic compounds. Soil Sci. 140, 251-255.

10.

Furrer, O.J., Bolliger, R., 1981. Phosphorus content of sludge from Swiss sewage treatment plants. Comm. Eur. Communities, (Rep.) Eur, Eur 7112, Phosphorus sewage sludge animal waste slurries. 91-8.

11.

Gestring, W.D., Jarrell. W.M., 1982. Plant availability of phosphorus and heavy metals in soils amended with chemically treated sewage sludge. J. Environ. Qual., Vol. 11, no. 4, , page 669-675.

12.

Gillberg, L., Kwak, J.W. 1997. Removal of ortophosphate with aluminium and iron salts and their hydroxides. Asian Waterqual. 6th IAWQ Asia-Pacific Regional Conference May 20-23, 1997, Seoul, Korea.

13.

Haak, E., 1993. Aspekter på användning av spårämnesteknik i markväxtforskning. (Aspects on tracer use in soil-plant research). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

14.

Haan, S. De. 1980. Sewage sludge as a phosphate fertilizer. Phosphorus Agric., 78, 33- 41. Inst. soil fertility Haren, Neth.

15.

Hani, H., Gupta, S. K., Furrer, O. J. 1981. Availability of phosphorus fractions in sewage sludge. Comm. Eur. Communities, (Rep.) Eur, Eur 7112, Phosphorus sewage sludge animal waste slurries. 177-90.

16.

Hanotiaux, G., Heck, J. P., Rocher, M., Barideau, L., Marlier- Geets, O., 1981. The content of phosphorus in the sludge of Wallonian water purification plants and the form of phosphorus in these. Comm. Eur. Communities, (Rep.) Eur, Eur 7112, Phosphorus sewage sludge animal waste slurries. 99-108.

17.

Hartikainen, H., 1979. Phosphorus and its reactions in terrestrial soils and lake sediments. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 51.

18.

Hedley, M.J., Stewart, J.W.B. & Chauhan, B.S. 1982. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. Soil Sci. Soc. Am. J. 46, 970-976.

19.

Henze. M., Harremoës. P., Jansen. J. I. C., Arvin. E., 1995. Wastewater Treatment, Biological and Chemical Processes. Springer-Verlag.

20.

Hinedi, Z. R., Chang, A.C., Lee, R. W. K. 1989. Characterization of phosphorus in sludge extracts using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy. J. Environ. Qual. 18:323-329.

21.

Hägg, G., 1969. Allmän och oorganisk kemi. Almqvist & Wiksell.

22.

Ivarsson, K., 1988. Fosfor finns i mängd - svår att utnyttja för växten. Fakta mark-växter nr 12, 1988. SLU.

23.

Jansson, S.L., 1956. Allmänt grundläggande växtnäringsspörsmål. Ingår i: Handbok om växtnäring. Tidskrifts AB, Växtnärings- Nytt, Stockholm.

24.

Jansson, S.L., 1970. Gödslingsförsök med kemiskt fällda slamtyper. Hygienisk revy 8, 350-356.

25.

Jokinen, R., 1990. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 1: Characteristics of Ca, Al and Fe precipitated sewage sludges. Acta Agriculturae Scandinavica. v. 40 (2) p. 123-129.

26.

Jokinen, R., 1990. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 2. Effect of sewage sludges on yield, element contents and uptake by spring barley (*Hordeum vulgare*, L). Acta Agriculturae Scandinavica. v. 40 (2) p. 131-140.

27.

Jokinen, R., 1990. Effect of phosphorus precipitation chemicals on characteristics and agricultural value of municipal sewage sludges. 3. Analytical Results of sludge treated soils. Acta Agriculturae Scandinavica. v. 40 (2) p. 141-147.

28.

Jordbruksverket., 1997. Riktlinjer för gödsling och kalkning 1997.

29.

Kemira Kemi AB, 1989. Handbok i vattenvård.

30.

Kuile, M., Hons, B.A., White, R.E., Phil, D., Beckett, P.H.T., 1983. The Availability to Plants of Phosphate in Sludges Precipitated from the Effluent from Sewage Treatment. Water Pollution Control 1983. Department of Agriculture and Forest Sciences, University of Oxford.

31.

Lambert, D.H., Weidensaul, T.C., 1991. Element uptake by mycorrhizal soybean from sewage sludge- treated soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 55(2), 393-8.
19-5 (Fertilizers, Soils, and Plant Nutrition Dep. Plant Biol. Pathol., Univ. Maine Orono, ME 04469, USA).

32.

Larsen, K.E., & Damgaard- Larsen, S., 1981. Fosforvirkling av kemiskt fældt slam. Summary: Phosphorus effect of precipitated sewage sludge. Tidsskr. Planteavl 85, 185- 191.

33.

Larsson, E., 1991. Biologisk fosforreduktion. Anförande 14-16/5 1991 i Borlänge.

34.
Lundborg, A., Nohrstedt, H.Ö., 1995. Effekter av askspridning i skogen. NUTEK. R 1996:13.
35.
Lundekvam, H., 1997. P-losses from three soil types at different cultivation systems. NJF seminar, 17-19 March 1997, Stockholm, Sweden.
36.
Louis, P.L., 1993. Availability of fertiliser, raw materials. The fertiliser society, proc. 336.
37.
Mathiesen, A.S., 1993. Dyrkning av af kartofler. Landbrugets Informationskontor. Århus, Danmark.
38.
Mengel, K., Kirkby, E.A., 1982. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland.
39.
Mnkeni, P.N.S., & MacKenzi, A.F., 1985. Retention of orto and polyphosphates in some Quebec soils as affected by added organic residues and calcium carbonate. Can. J. Soil Sci. 65, 575-585.
40.
Mårtensson, A., Carlgren, K., 1993. Mykorrhiza och fosforgödning. Mark/växter fakta nr 15 1993. (Impact of phosphorus fertilization on VAM diaspores in two Swedish long-term field experiments, Agriculture, Ecosystems and Environment, in press).
41.
Naturvårdsverket, 1995. Användning av avloppsslam i jordbruket. NV 4418.
42.
Nielsen, J.D., 1994. Crop recovery of fertilizer P from soils low in soluble P. (Pot experiments with rye grass). Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 44: 84-87.
43.
Nilsson, C., Steenari, B.M., 1995. Karaktärisering och behandling av träaska. NUTEK. R 1996:15.
44.
Ohno, T., 1992. Neutralization of soil acidity and release of phosphorus and potassium by wood ash. J. Environ. Qual. 21: 433- 438.
45.
Ohno, T., Erich, M.S. 1994. Phosphorus and potassium availability in wood ash-amended soils: An incubation study. Maine Agricultural and forest Experiment Station, Technical Bullentin 154:1-16.

46.

Olsen, R.S., Cole, S.W., Waternabe, F.S., & Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with bicarbonate. US Dep. Agric. Circ. 939, 1-19.

47.

Ottabong, E., & Persson, J., 1991. Relative agronomic merit of fused calcium phosphate. I Phosphate dissolution and transformation in incubation experiment with four Swedish soils. Fert. Res. 29, 173- 185.

48.

Ottabong, E. & Persson, J., 1992. Relative agronomic merit of fused calcium phosphate. II Dry matter production and P yields of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) in pot experiments. Fert. Res. 32, 269- 277.

49.

Ottabong, E. & Persson, J., 1994. Relative agronomic merit of fused calcium phosphate. III Forms of phosphorus in soils repeatedly cropped in pot experiments. Acta. Agric. Sect. B. Soil and Plant Sci. 44, 2-11.

50.

Pettersson, O., 1992. Kretslopp i odling och samhälle. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 408, mark-växter.

51.

Rydin, E., 1996. Experimental studies simulating potential phosphorus release from municipal sewage sludge deposits. Wat. Res. Vol 30. No 7, pp. 1695-1701.

52.

Rydin, E., Ottabong, E., 1997. Potential release of phosphorus from soil mixed with sewage sludge. J. Environ. Qual., Vol. 26. March-April.

53.

Saarela, I., 1989. Growth of ryegrass, barley and oats in soils amended with ashes of wood, bark, peat and coal. Annales Agriculturae Fenniae. Vol. 28:121-132.

54.

Saarela, I., 1991. Wood, bark, peat and coal ashes as liming agents and sources of calcium, magnesium, potassium and phosphorus. Annales Agriculturae Fenniae. Vol. 30: 375-388.

55.

Sheve, B.R., Moore Jr, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D. R., Miller, D. M., 1995. Reduction of phosphorus in runoff from field-applied poultry litter using chemical amendments. J Environ.Qual., Vol. 24.

56.

Sibbesen, E., 1983. Phosphate Soil Tests and Their Suitability to Assess the Phosphate Status of Soil. J. Sci. Food Agric. 34, 1368-1374.

57.

Soon, Y.K., Bates, T.E., 1982. Extractability and solubility of phosphate in soils amended with chemically treated sewage sludges. *Soil Sci.* 134: 89-96.

58.

Statistiska meddelanden, 1995. Handelsgödsel, stallgödsel och kalk i jordbruket. Na 30SM 9503. Statistiska centralbyrån.

59.

Statistiska meddelanden, 1995. Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark 1991 och jordbrukssektor 1985, 1991 och 1994. Na 40SM 9501. Statistiska centralbyrån.

60.

Stevenson, F.J., 1986. Cycles of soil, carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, mikronutrients. John Wiley & Sons, Inc.

61.

Ståhlberg, S., 1973. Kalknings- och fosforgödslingsproblematiken i ny belysning. *Grundförbättring*, 26, 1973/74:4, s.171-185.

62.

Ståhlberg, S., 1980. A new extraction method for estimation of plant-available P, K, and Mg. *Acta Agricultura Scandinavia* 30, 93- 107.

63.

Ståhlberg, S., 1982. Estimation of the requirement of liming by determination of exchangeable soil aluminium. *Acta Agricultura Scandinavia* 32, 357- 367.

64.

Thingstrup, I., Jakobsen, I., 1997. Effects of soil P levels on mycorrhiza functioning. NJF seminar, 17-19 March 1997, Stockholm, Sweden.

65.

Timmermann, F., Cervenka, L., Baran, E., 1981. Phosphatrückgewinnung aus abwässern und einsatz der fällungsprodukte in der düngung. (Phosphorus recovery from wastewater and use of the precipitates for fertilization.) *Landwirtsch. Forsch., Sonderh., Volume Date 1980*, 37, 176-85.

66.

Ulén, B., 1986. Lakning av fosfor ur jord. *Ekohydrologi* 21. Division of water management, Swedish University of Agricultural Sciences.

67.

Ulén, B., 1997. Phosphorus losses to waters from arable fields and reference water catchments in relation to phosphorus status of soils. NJF seminar, 17-19 March 1997, Stockholm, Sweden.

68.

Vigerust, E. 1983. Gjødseffekt av fosfor i kloakkslam. Dep of soil fert. and management, Agricultural University of Norway. Serie B 2/83.

69.

Werner, W., 1976. In stand und Leistung agriculturchemischer und agrarbiologischer forschun XXX(Kongressband 1975). Effectiveness as a phosphate source of sludges from chemical sewage plants. Landwirtschaftliche forschung; sonderheft 32/1; 177-185.

70.

Wikberg, A., 1996. Ammonia Recovery from Liquid Manure by Desorption with Air. (Rapportserien; Kretslopp och avfall, nr 6, Jordbrukstekniska Institutet).

71.

Williams, S., 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.A.O.A.C., Arlington, VA, p.1.

72.

Witter, E., 1992. Heavy metal concentrations in agricultural soils critical to microorganisms. Naturvårdsverket, rapport 4079.

Muntliga referenser

73.

Bertilsson, G., 1997. Hydro Agri. Landskrona

74.

Ivarsson, K., 1997. Länsstyrelsen i Stockholms län.

75.

Lindén, B., 1997. Inst. för jordbruksvetenskap, Skara, SLU.

76.

Steenari, B.M. 1997. Oorganisk kemi, Chalmers Tekniska Högskola.

TABELLBILAGA

- Bilaga A:
Analysvärden på slam och aska använda i fält- och kärnförsök
- Bilaga B:
Analysvärden på jord, före och efter fältförsöken i Änge och Björänget
- Bilaga C:
Analysvärden på jord, före fältförsöket i Långshyttan
- Bilaga D:
Siktkurva på jord, före fältförsöket i Långshyttan
- Bilaga E:
Plantanalyser från Långshyttan, 1994 och 1995
- Bilaga F:
Analysvärden på jord, efter fältförsöket i Långshyttan
- Bilaga G:
Långshyttan, skörd 1994 (halm+ kärna)
- Bilaga H:
Översikt av statistiska samband mellan kalkning och gödsling i Långshyttan 1994
- Bilaga I a, I b, I c, I d, I e:
Sammanställning av statistisk analys, Långshyttan 1994
- Bilaga J:
Långshyttan, skörd 1995 (halm+ kärna)
- Bilaga K:
Översikt av statistiska samband mellan kalkning och gödsling i Långshyttan 1995
- Bilaga L:
Långshyttan, skörd 1996 (halm+ kärna)
- Bilaga M:
Översikt av statistiska samband mellan kalkning och gödsling i Långshyttan 1996
- Bilaga N:
Björänget, skörd 1993-1996
- Bilaga O:
Änge, skörd 1993-1996
- Bilaga P:
Skörd, kärnförsök 1995-1996
- Bilaga Q:
Översikt av statistiska samband, kärnförsök 1995- 1996
- Bilaga R a, R b, R c:
Sammanställning av statistisk analys, kärnförsök 1995-1996

Bilaga A

Slam och aska använda i fält- och kärlförsök anlagda 1993-1995.

		Ts %	Totalkväve % av ts	NH4-N % av ts	Fosfor, % av ts	Kalium, % av ts	Syra- neutrali- serande ä. (CaO) % av ts
Björånget och Ånge	Järnfällt slam	32,9	0,98	0,16	1,08	ea	ea
	Aluminiumfällt slam	24,2	0,69	0,195	0,54	ea	ea
	Kalkfällt slam	22,4	0,29	0,019	0,28	ea	ea
	Biologiskt slam	17	0,82	0,031	0,11	ea	ea
Långshyttan	Järnfällt slam	45,4	0,96	0,24	0,76	0,08	ea
	Aluminiumfällt slam	22,5	0,54	0,01	0,28	0,02	ea
	Kalkfällt slam	22,2	0,3	0,02	0,16	0,01	ea
	Biologiskt slam	17,6	0,9	0,02	0,09	0,07	ea
	Aska	39	<0,1	2	0,5	1,5	14
Kärlfösök	Järnfällt slam	33	3,5	0,7	3,8	0,08	ea
	Aluminiumfällt slam	19	3,3	0,8	2,1	0,11	ea
	Kalkfällt slam	21	1,6	0,4	0,88	<0,02	ea
	Biologiskt slam	19	5,5	0,4	0,88	0,26	ea
	Aska	41	<1	2	0,85	1,4	14
Analysmetod	SS028113	Kjeldahl	KLK 1950 Nr 7 mod	ICP AES	ICP AES	KLK 1950 Nr 7 4:59	

ea=ej analyserat

Tabellen visar analysvärden på slam och bottenaska som använts i försöken.
Fällningsmedel: aluminiumsulfat, järnklorid, släck kalk.

Änge (Smedjebacken) och Björänget (Stora Skedvi) vår 1993 och höst 1996

Jordprov

AL: Ammoniumlaktatlöslig
HCl: Saltsyralöslig

				Fosfor				Kalium				
				P-AL		P-HCl		K-AL		K-HCl		
				mg/100 g jt jord	klass	mg/100 g jt jord	klass	mg/100 g jt jord	klass	mg/100 g jt jord	klass	
Björänget 1993	Matjord, 0-20 cm	TS %	7,0	2,4	4,1	3	47	3	11,0	3	100	2
	Alv, 20-40 cm	pH	7,0	2,8	2,6	2	39	2	8,0	2	100	2
Björänget, Stora Skedvi 1996	0 P		6,2		4,0	2	59	3	6,5	2	86	2
	Järnfällt		6,6		5,0	3	58	3	5,4	2	85	2
	Al-fällt		6,5		4,6	3	67	4	6,4	2	93	2
	Kalkfällt		6,8		4,7	3	66	4	7,3	2	93	2
	Biologiskt		6,7		5,4	3	67	4	6,7	2	86	2
	Hgd- P		6,5		4,9	3	66	4	6,4	2	86	2
	Alternativt		6,0		4,2	2	57	3	7,9	2	93	2
	Nv Björänget		6,5		4,7	3	63	4	6,7	2	89	2
	Matjord, 0-20 cm		6,5	4,2	3,4	2	37	2	11,0	3	60	2
	Änge 1993	Alv, 20-40 cm		6,2		1,6	1	28	2	11,0	3	110
Änge, Smedjebacken 1996	0 P		6,3		3,0	2	47	3	9,6	3	113	2
	Järnfällt		6,1		3,8	2	45	2	10,2	3	116	3
	Al-fällt		6,0		3,2	2	49	3	8,9	3	118	3
	Kalkfällt		6,1		3,8	2	47	3	10,3	3	109	3
	Biologiskt		6,0		4,0	2	49	3	8,9	3	116	3
	Hgd- P		5,9		3,6	2	53	3	9,9	3	121	3
Nv Änge		6,1		3,5	2	48	3	9,6	3	115	3	

Klassindelningen i olika fosfor- och kaliumklasser görs med "lufttorr jord" (lt). Värdena i bilaga B är omräknade till 96 % ts för jordprov tagna 1996. Klasserna är 1- 5 . 5 har högsta innehållet av växtnäring. N=1.

Bilaga C

Långshyttan, höst 1993 Jordprov

Matjordsprov 0 - 20 cm
 Alvprov 20 - 40 cm
 AL: Ammoniumlaktatlösning
 HCl: Saltsyralösning

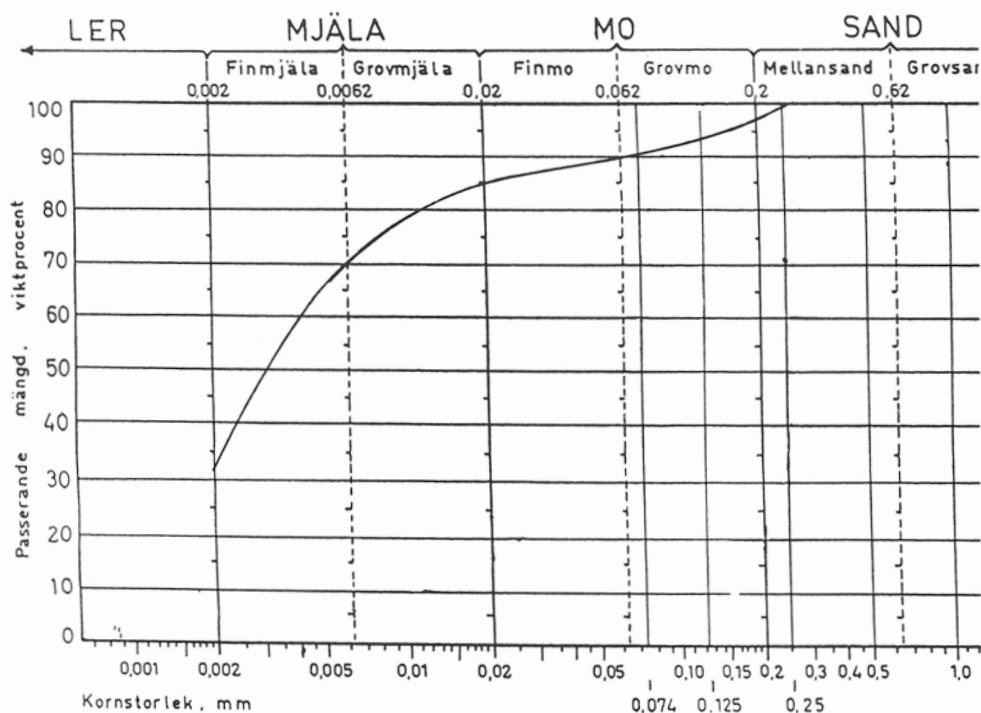
ea: ej analyserat
 lt: lufttorr

		pH	Mullhalt %	Fosfor				Kalium				Magnesium mg/ 100 g lufttorr jord	Koppar mg/ kg jord	Bor mg/kg jord
				P-AL		P-HCl		K-AL		K-HCl				
				mg/100 g lt jord	Klass	mg/100 g lt jord	Klass	mg/100 g lt jord	Klass	mg/100 g lt jord	Klass			
LÅ - A	0 - 20 cm	5,8	4,1	6,7	3	42	3	16	3	100	2	35	17	0,5
	20 - 40 cm	6,1 ea		0,9	1	16	1	12	3	120	3 ea		ea	ea
LÅ - B	0 - 20 cm	5,7	4,4	5,2	3	39	2	13	3	90	2	41	15	0,6
	20 - 40 cm	5,9 ea		1,4	1	20	2	9	3	90	2 ea		ea	ea
LÅ - C	0 - 20 cm	5,7	6,4	4,5	3	39	2	16	3	100	2	53	20	0,5
	20 - 40 cm	5,6 ea		0,3	1	18	1	7	2	90	2 ea		ea	ea
LÅ - D	0 - 20 cm	5,6 ea		5,4	3	42	3	21	4	100	2 ea		ea	ea
	20 - 40 cm	5,8 ea		0,1	1	14	1	10	3	90	2 ea		ea	ea
LÅ - E	0 - 20 cm	5,7	6,5	3,7	2	45	3	17	4	120	3	46	17	0,7
	20 - 40 cm	5,9 ea		1,2	1	27	2	7	2	100	2 ea		ea	ea
LÅ - H	0 - 20 cm	5,7	7,0	5,8	3	55	3	18	4	110	3	42	29	0,4
	20 - 40 cm	5,8 ea		0,5	1	24	2	7	2	90	2 ea		ea	ea
LÅ - K	0 - 20 cm	5,8	5,9	4,6	3	46	3	18	4	110	3	49	25	0,4
	20 - 40 cm	5,7 ea		0,4	1	23	2	8	2	90	2 ea		ea	ea
MV	0 - 20 cm	5,7	4,9	5,1	3	44	3	17	4	104	2	38	18	0,4
	20 - 40 cm	5,8		0,7	1	20	2	9	2	96	2			

Analyserna avser jord i Långshyttan där fältförsök anlades 1994. Samma jord har använts i kärnförsök 1995.

Bilaga D

Siktcurva för jorden i fältförsöket i Långshyttan.



Bilaga E

Plantanalyser, Långshyttan 1994 och 1995

Tabellen visar halter av växtnäring i plantprov 1994 och 1995 i Långshyttan samt upptag av radioaktivt märkt fosfor (P32)

N=3

	27/7 1994, Sveahavre						24/7 1995, Gunillakorn			
	Radioaktivt märkt P			Kväve % av ts	Fosfor % av ts	Kalium % av ts	Kväve % av ts	Fosfor % av ts	Kalium, % av ts	
	% P32	mg P/g ts	g P/m ²							
0 P mv	1,27	1,93	1,93	1,97	0,28	1,63	2,53	0,27	2,60	
Järnfällt mv	3,40	1,83	1,83	2,03	0,31	1,43	2,33	0,26	2,43	
Aluminiumfällt mv	3,49	1,87	1,87	2,03	0,28	1,70	2,40	0,28	2,60	
Kalkfällt mv	2,52	1,76	1,76	2,07	0,25	1,87	2,47	0,28	2,53	
Bioslam mv	3,42	1,88	1,88	1,97	0,28	1,83	2,23	0,27	2,40	
Handelsgödsel- P	2,75	1,72	1,72	2,13	0,32	1,43	2,13	0,26	2,33	
Aska mv	3,63	1,88	1,88	1,97	0,28	1,77	2,23	0,29	2,43	

Långshyttan höst 1996

Jordprov

Matjord 0-20 cm

AL: Ammoniumlaktatlösning
HCSaltsyratöslig

Tabell F visar P-AL, P-HCl, K-AL, K-HCl, ledvis höst 1996.

	FOSFOR				KALIUM			
	P-AL		P-HCl		K-AL		K-HCl	
	mg/96 gr ts jord (=lt)	klass, mv av 3	mg/96 gr ts jord (=lt)	klass, mv av 3	mg/96 gr ts jord (=lt)	klass, mv av 3	mg/96 gr ts jord (=lt)	klass, mv av 3
	pH							
A 0 P mv	8,4	3,3	83,1	4,7	14,0	3,3	180,7	3,0
B Järnf. mv	8,1	3,7	89,3	4,7	13,4	3,0	178,2	3,0
C Al-fällt mv	7,4	3,3	80,0	4,3	14,5	3,3	165,6	3,0
D Kalkf. mv	7,4	3,3	74,1	4,0	14,3	3,3	159,1	3,0
E Biol. mv	8,0	3,3	82,0	4,7	14,8	3,3	158,6	3,0
G Hgd- P mv	8,7	3,3	87,8	4,3	15,8	3,3	167,7	3,0
I Aska mv	7,5	3,3	79,5	4,3	15,6	3,0	160,2	3,0
Medelvärde okalkat	7,9	3,4	82,3	4,4	14,6	3,2	167,2	3,0
	Medelvärde okalkat							
A 0 P	8,0	3,7	77,1	4,3	13,9	3,3	131,2	3,0
B Järnf. mv	9,1	3,7	88,2	4,3	14,8	3,3	145,2	3,0
C Al-fällt mv	10,8	4,0	89,0	4,7	14,2	3,3	145,2	3,0
D Kalkf. mv	16,3	4,3	100,8	4,7	15,6	3,3	165,0	3,0
E Biol. mv	21,7	4,3	105,5	4,7	16,5	3,7	166,8	3,0
G Hgd- P mv	10,3	4,0	88,6	4,7	14,7	3,3	157,6	3,0
I Aska mv	8,9	3,7	85,6	4,3	14,7	3,3	145,3	3,0
Medelvärde kalkat	12,2	4,0	90,7	4,5	14,9	3,4	150,9	3,0

Beroende på matjordens kalcium- och fosforinnehåll delas den in i klasser från 1-5, där 5 har högsta växtnäringsinnehållet. Klassindelningen utgår från innehållet av växtnäring i lufttorr jord (lt), vilket innebär 2-5 % vatten i provet. Med lättlöslig växtnäring avses i Sverige normalt den växtnäring som lakas ur med ammoniumlaktatlösning (AL). Med förrådsfosfor avses den mängd fosfor som frigörs med saltsyra (HCl). Klasserna för den lättlösiga växtnäringen skrivs av tradition med romerska siffror. På grund av datorns sätt att hantera siffror används här endast arabiska siffror. Jordklasserna anges normalt endast i heltal. Ovan är siffrorna medelvärdet av 3 heltal och därför lämnas även en decimal. Mv: medelvärde av 3 prover.

Långshyttan 1994 Skörd,

Tabellen visar skörd av Sveahavre 1994, samt upptag av kväve, fosfor och kalium i kärna + halm.

	Kärnskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, kg/ha					
	Kg ts/ha 1994	Kväve % av ts 1994	Kväve kg/ha 1994	Fosfor % av ts 1994	Fosfor kg/ha 1994	Kalium % av ts 1994	Kalium kg/ha 1994	Kg ts/ha 1994	Kväve % av ts 1994	Kväve kg/ha 1994	Fosfor % av ts 1994	Fosfor kg/ha 1994	Kalium % av ts 1994	Kalium kg/ha 1994	Kväve 1994	Fosfor 1994	Kalium 1994	
Okalkat Mv	A=0P	1638	2,59	42,4	0,41	6,7	0,51	8,4	646	1,39	9,0	0,10	0,62	2,23	14	51	7,3	23
	B=Järnf.	1721	2,56	44,1	0,39	6,8	0,49	8,5	702	1,27	8,9	0,10	0,73	2,10	15	53	7,5	23
	C=Alfält	1797	2,50	44,9	0,41	7,3	0,50	9,0	654	1,29	8,4	0,10	0,68	2,22	15	53	8,0	24
	D=Kalkfält	1798	2,60	46,7	0,40	7,3	0,50	9,0	703	1,42	10,0	0,11	0,75	2,27	16	57	8,0	25
	E=Biol.	1833	2,44	44,7	0,40	7,3	0,51	9,3	635	1,23	7,8	0,09	0,57	2,36	15	53	7,8	24
	G=Hgd-P	2200	2,71	59,6	0,39	8,5	0,37	8,1	821	1,02	8,4	0,09	0,71	1,88	15	68	9,2	23
	I=Aska	2124	2,51	53,2	0,39	8,4	0,48	10,2	787	1,26	9,9	0,10	0,76	2,13	17	63	9,1	27
	A 0 P	1767	2,53	44,6	0,42	7,4	0,53	9,4	666	1,28	8,5	0,12	0,78	2,27	15	53	8,1	25
	B Järnf.	1872	2,49	46,7	0,40	7,4	0,37	7,0	716	1,23	8,8	0,11	0,76	2,19	16	55	8,2	23
	C Alfält	1946	2,50	48,6	0,40	7,8	0,52	10,1	792	1,40	11,1	0,11	0,90	2,12	17	60	8,7	27
Kalkat Mv	D Kalkfält	2209	2,39	52,7	0,41	9,0	0,51	11,3	972	1,37	13,3	0,14	1,36	2,54	25	66	10,3	36
	E Biol.	2280	2,52	57,5	0,41	9,3	0,52	11,9	1088	1,69	18,4	0,15	1,63	2,58	28	76	11,0	40
	G Hgd-P	2591	2,43	63,0	0,41	10,7	0,52	13,5	1155	1,16	13,4	0,11	1,23	2,18	25	76	11,9	39
	I Aska	2559	2,43	62,2	0,39	10,1	0,49	12,6	763	0,92	7,0	0,09	0,66	2,53	19	69	10,7	32

Bilaga H

Långshyttan 1994 Statistiska samband, kalkning- gödsling

	Kärmskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, halm+kärna		
	Ts kg/ ha	Kväve % av ts	Fosfor kg/ha	Kalium % av ts	Ts kg/ ha	Kväve kg/ha	Fosfor % av ts	Kalium kg/ha	Kväve kg/ha	Fosfor kg/ha	Kalium kg/ha	Kväve	Fosfor	Kalium	
1. Starkt samspel gödsling x kalk	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja p=0,032 *	Ja p=0,0442 *	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
2. Kalkning påverkar utfallet starkt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja p=0,0075 *** K:1.03 Ok:0,72	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
3. Signifikant skillnad mellan gödslingarna	Ja p= 0,0001 ***	Nej	Ja p= 0,0001 ***	Nej	Ja p = 0,0001 ***	Nej	Ja p = 0,0072 **	Ja p = 0,0165 *	Nej	Ja p = 0,0005 ***	Nej	Ja p = 0,0015 ***	Ja p = 0,0001 ***	Ja p = 0,0201 *	

Tabellen visar statistiska samband mellan kalkning, gödsling och skördeutfall av Sveahavre 1994 i Långshyttan. Försöket är analyserat som ett rad- och kolumnförsök i tre block. Ett signifikant samspel innebär att vi har fått olika effekter på skörden i slamleden beroende av om vi kalkat eller ej.

Om "Ja" finns i rad 1 eller 3 så kan ytterligare information hämtas i bilaga Ia - le.

Ok:okalkat, medelvärde
" : kalkat,

Bilaga Ia

LÅNGSHYTTAN 1994

Analyserat som ett rad- och kolumnförsök i tre block. Ett signifikant samspel innebär att effekten av kalkning inte är densamma för alla gödslingstyper.

Signifikanta skillnader:

Starkt samspel gödsling x kalk

Halmskörd

Hypotestestning med statistikprogrammet GLM i SAS.

N % av ts $p=0,032 = *$

standardavvikelse: 0,093

Bioslam gav signifikant högre halt kväve i halmen vid kalkat (1,69 %) än vid okalkat (1,23 %) $p=0,0033 = **$

Aska; signifikant högre % N i halmen i okalkat (1,26 % N) än i kalkat (0,92 % N), $p=0,0215 = *$

Kalkat:

Bioslam gav signifikant högre halt kväve (1,69 % N) i halmen än :

- utan P	1,27 % N	$p=0,0071 = **$
- järn	1,23	$p=0,0035 = **$
- aluminium	1,40	$p=0,0445 = *$
- kalk	1,37	$p=0,0302 = *$
- hgd-P	1,16	$p=0,0013 = **$
- aska	0,92	$p=0,0001 = ***$

Aska gav signifikant lägre halt kväve i halmen (0,92 %) än

- utan P	1,277 % N	$p=0,0168 = *$
- järn	1,23	$p=0,0333 = *$
- aluminium	1,40	$p=0,0026 = **$
- kalk	1,37	$p=0,0039 = **$
- bioslam	1,69	$p=0,0001 = ***$

Okalkat

Handelsgödsel-P gav signifikant lägre kvävehalt i halmen (1,163 %) än

- utan P	1,39 % N	$p=0,0144 = *$
- kalk	1,417	$p=0,0097 = **$

Kg N/ha $p=0,0442 = *$

standardavvikelse: 1,654

Kalkat bioslam gav signifikant mer kväveskörd/ha i halmen (17,86 kg), än okalkat bioslam (8,11 kg)

$p=0,0010 = ***$

Kalkat

Bioslam gav signifikant högre kväveskörd/ha i halmen (17,86 kg) än

- utan P	8,46 kg N/ha	p=0,0013 = **
- järn	8,48	p=0,0013 = **
- aluminium	10,67	p=0,0082 = **
- handelsg- P	12,39	p=0,0347 = *
- aska	6,53	p=0,0003 = ***

Handelsgödsel-P gav signifikant högre kväveskörd/ha i halmen (12,39 kg) än aska (6,53 kg)
p=0,0254 =*

Okalkat

Inga signifikanta skillnader.

Kg P/ha i halmskörd p=0,0075 =**

Kalk, mv: 1,03 kg P/ha

Okalk, mv: 0,72 kg P/ha

Signifikant skillnad mellan gödslingarna

Kärna

Kg kärna ts/ha p=0,0001 =***

standardavvikelse: 77,06

Utan P gav signifikant lägre kärnskörd/ha (1702,33 kg ts/ha) än

- kalk	2003,17 kg ts/ha	p=0,0153 = *
- bioslam	2056,83	p=0,0058 = **
- hgd-P	2395,33	p=0,0001 = ***
- aska	2341,67	p=0,0001 = ***

Järn gav signifikant lägre kärnskörd/ha (1796,83 kg ts/ha) än

- bioslam	2056,83 kg ts/ha	p=0,0317 = *
- hgd.-P	2395,33	p=0,0001 = ***
- aska	2341,67	p=0,0002 = ***

Aluminium gav signifikant lägre kärnskörd/ha (1871,67 kg ts/ha) än

- hgd.-P	2395,33 kg ts/ha	p=0,0003 = ***
- aska	2341,67	p=0,0007 = ***

Kalk gav signifikant lägre kärnskörd/ha (2003,17 kg ts/ha) än

- hgd.-P	2395,33 kg ts/ha	p=0,0029 = **
- aska	2341,67	p=0,0077 = **

Bioslam (2056,83 kg kärna ts/ha) är signifikant lägre än

- hgd.-P	2395,33 kg ts/ha	p=0,0077 = **
- aska	2341,67	p=0,0204 = *

Bilaga Ic

Handelsgödsel-P gav signifikant högre kärnskörd/ha (2395,33 kg ts/ha) än

- utan P	1702,33 kg ts/ha	p=0,0001 = ***
- järn	1796,83	p=0,0001 = ***
- aluminium	1871,67	p=0,0003 = ***
- kalk	2003,17	p=0,0029 = **
- bioslam	2056,83	p=0,0077 = **

Kg N/ha p=0,0001= ***

standardavvikelse: 1,78

Hgd-P gav signifikant högre skörd kväve/ha i kärna (60,59 kg N/ha) än

- utan P	43,31 kg N/ha	p=0,0001 = ***
- järn	45,38	p=0,0001 = ***
- aluminium	46,36	p=0,0001 = ***
- kalk	48,14	p=0,0004 = ***
- bioslam	50,04	p=0,0009 = ***

Aska gav signifikant högre skörd kväve/ha i kärna (56,71 kg N/ha) än

- utan P	43,31 kg N/ha	p=0,0001 = ***
- järn	45,38	p=0,0005 = ***
- aluminium	46,36	p=0,0011 = **
- kalk	48,14	p=0,0042 = **
- bioslam	50,04	p=0,0189 = *

Kg P/ha p=0,0001= ***

standardavvikelse: 0,286

Hgd-P gav signifikant högre fosforskörd i kärna (9,48 kg P/ha) än

- utan P	6,90 kg P/ha	p=0,0001 = ***
- järn	6,99	p=0,0001 = ***
- aluminium	7,296	p=0,0001 = ***
- kalk	8,015	p=0,0028 = **
- bioslam	8,13	p=0,0049 = **

Utan P gav signifikant lägre fosforskörd i kärna/ha (6,90 kg P/ha) än

- kalk	8,015	p=0,0156 = *
- bioslam	8,13	p=0,0089 = **

Järn gav signifikant lägre fosforskörd i kärna/ha (6,99 kg P/ha) än

- kalk	8,015	p=0,0001 = ***
- bioslam	8,13	p=0,0001 = ***

Kg K/ha $p=0,0072= **$

standardavvikelse: 0,654

Aska gav signifikant högre kaliumskörd i kärna/ha (11,38 kg K/ha) än

- utan P	8,62 kg K/ha	$p=0,0102 = *$
- järn	8,296	$p=0,0050 = **$
- aluminium	9,11	$p=0,0281 = *$

Bioslam gav signifikant högre kaliumskörd i kärna/ha (10,39 kg K/ha) än

-järn	8,296 kg K/ha	$p=0,0401 = *$
-------	---------------	----------------

Kg ts halm/ha $p=0,0165 = *$

standardavvikelse: 75,142

Hgd-P gav signifikant högre halmskörd/ha (987,67 kg ts/ha) än

- utan P	655,5 kg ts halm/ha	$p=0,0074 = **$
- järn	708,8	$p=0,0200 = *$
- aluminium	723,0	$p=0,0259 = *$

% K i halm $p=0,0005 = ***$

standardavvikelse: 0,0589

Hgd-P gav signifikant lägre halt kalium i halm (2,03 %) än

- utan P	2,25 % K i halm	$p=0,0179 = *$
- kalk	2,40	$p=0,0005 = ***$
- bioslam	2,47	$p=0,0001 = ***$
- aska	2,33	$p=0,0025 = **$

Aska gav signifikant högre kaliumhalt i halm (2,33 %) än

- järn	2,14 % K i halm	$p=0,0387 = *$
- hdg-P	2,03	$p=0,0025 = **$

Kalk gav signifikant högre halt kalium i halm (2,40 %) än

- järn	2,14 % K i halm	$p=0,0078 = **$
- aluminium	2,17	$p=0,0147 = *$

Bioslam gav signifikant högre halt kalium i halm (2,46 %) än

- järn	2,14 % K i halm	$p=0,0017 = **$
- aluminium	2,17	$p=0,0031 = **$

Kg N totalt $p=0,0015 = **$

standardavvikelse: 2,93

Handelsgödsel-P gav signifikant högre kväveskörd i kärna + halm/ha (71,17 kg N/ha) än

- utan P	52,04	$p=0,0004 = ***$
- järn	53,93	$p=0,0010 = ***$
- aluminium	55,78	$p=0,0023 = **$
- kalk	59,93	$p=0,0169 = *$

Bilaga Ie

Aska gav signifikant högre kväveskörd i kärna + halm/ha(65,1 kg N/ha) än

- utan P	52,04	p=0,0071 = **
- järn	53,93	p=0,0175 = *
- aluminium	55,78	p=0,0412 = *

Bioslam gav signifikant högre kväveskörd i kärna + halm/ha (63,03 kg N) än

- utan P	52,04	p=0,0191 = *
- järn	53,93	p=0,0456 = *

Kg P totalt p=0,0001= ***
standardavvikelse: 0,337

Handelsgödsel-P gav signifikant högre fosforskörd/ha i kärna + halm (10,405 kg P/ha) än

- utan P	7,597 kg P	p=0,0001 = ***
- järn	7,72	p=0,0001 = ***
- aluminium	8,05	p=0,0002 = ***
- kalk	9,07	p=0,0140 = *
- bioslam	9,197	p=0,0240 = *

Aska gav signifikant högre fosforskörd/ha i kärna + halm (9,89 kg P/ha) än

- utan P	7,597 kg P	p=0,0003 = ***
- järn	7,72	p=0,0005 = ***
- aluminium	8,05	p=0,0017 = **

Bioslam gav signifikant högre fosforskörd/ha i kärna + halm (9,19 kg P/ha) än

- utan P	7,597	p=0,0047 = **
- järn	7,72	p=0,0080 = **
- aluminium	8,05	p=0,0306 = *

Kalk gav signifikant högre fosforskörd/ha i kärna + halm (9,07 kg P/ha) än

- utan P	7,597	p=0,0082 = **
- järn	7,72	p=0,0137 = *

Kg K totalt p=0,0201 =*
standardavvikelse: 2,258

Handelsgödsel-P gav signifikant högre kaliumskörd/ha i kärna + halm (31,49 kg K/ha) än

- utan P	23,85	p=0,0313 = *
- järn	24,03	p=0,0350 = *

Bioslam gav signifikant högre kaliumskörd/ha i kärna + halm (32,46 kg K/ha) än

- utan P	23,85	p=0,0173 = *
- järn	24,03	p=0,0194 = *

Kalk gav signifikant högre kaliumskörd/ha i kärna + halm (31,95 kg K/ha) än

- utan P	23,85	p=0,0237 = *
- järn	24,03	p=0,0265 = *

Långshytan 1995 Skörd

Tabellen visar skörd av Gullakorn 1995, samt upptag av kväve, fosfor och kalium i kärna + halm.

	Kärnskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, kg/ha				
	Kg ts/ha 1995	Kväve % av ts 1995	Kväve kg/ ha 1995	Fosfor % av ts 1995	Fosfor kg/ha 1995	Kalium % av ts 1995	Kalium kg/ha 1995	Kg ts/ha 1995	Kväve % av ts 1995	Kväve kg/ha 1995	Fosfor % av ts 1995	Fosfor kg/ha 1995	Kalium % av ts 1995	Kalium kg/ha 1995	Kväve 95	Fosfor 95	Kalium 95
A = 0P	2896	2,05	59,3	0,32	9,4	0,47	13,7	934	0,61	5,7	0,05	0,47	1,20	11	65	9,8	25
B = Järnf	3068	2,00	61,2	0,36	10,9	0,51	15,6	1036	0,52	5,4	0,05	0,52	1,24	13	67	11,5	29
C = Alfält	3078	1,91	58,8	0,36	11,2	0,50	15,5	1007	0,54	5,5	0,05	0,50	1,25	13	64	11,7	28
Okalkat D = Kalkfält	3142	1,97	61,8	0,38	11,9	0,53	16,5	1031	0,49	5,0	0,05	0,48	1,19	12	67	12,4	29
MV E = Biol	2860	1,95	55,9	0,39	11,1	0,53	15,3	901	0,51	4,6	0,05	0,45	1,31	12	60	11,5	27
G = Hdg- P	2977	1,94	57,9	0,36	10,7	0,52	15,5	910	0,51	4,7	0,05	0,42	1,23	11	63	11,1	27
I = Aska	3108	1,97	61,3	0,35	11,0	0,52	16,2	1081	0,51	5,5	0,05	0,58	1,30	14	67	11,6	30
A 0 P	3268	1,95	63,6	0,39	12,9	0,49	16,0	1150	0,49	5,7	0,06	0,69	1,28	15	69	13,5	31
B Järnf	3396	1,93	65,5	0,40	13,5	0,50	16,9	1224	0,52	6,3	0,06	0,73	1,30	16	72	14,2	33
C Alfält	3271	1,97	64,4	0,41	13,3	0,50	16,2	1260	0,52	6,5	0,06	0,80	1,30	16	71	14,1	33
Kalkat D Kalkfält	3524	2,02	71,3	0,42	14,8	0,51	18,0	1393	0,50	7,0	0,07	0,93	1,34	19	78	15,7	37
MV E Biol	3170	2,06	65,3	0,39	12,5	0,48	15,1	1182	0,52	6,2	0,06	0,75	1,37	16	71	13,2	31
G Hdg- P	3249	1,98	64,4	0,39	12,8	0,49	15,8	1204	0,49	5,9	0,05	0,64	1,21	15	70	13,4	30
I Aska	3354	1,87	62,7	0,42	14,1	0,50	16,9	1239	0,45	5,6	0,06	0,70	1,34	17	68	14,8	33

N=3

Bilaga J

Bilaga K

Långshyttan 1995 Statistiska samband, kalkning- gödsling

	Kärnskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, halm+kärna			
	Ts kg/ ha	Kväve		Fosfor		Kalcium	Ts kg/ha	Kväve		Fosfor		Kalcium	Kväve	Fosfor	Kalcium	
		% av ts	kg/ha	% av ts	kg/ha			% av ts	kg/ha	% av ts	kg/ha					
Starkt samspel gödsling x kalk	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
Kalkning påverkar utfallet starkt	Nej	Nej	Nej	Ja p=0,0027 =** Ok:0,36 K: 0,40	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja p=0,0257 =** Ok:986 K:1241	Nej	Nej	Nej	Ja p=0,0103 =** Ok:0,49 K:0,75	Nej	Nej
Signifikant skillnad mellan gödslingarna	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	

Tabellen visar statistiska samband mellan kalkning, gödsling och skördeutfall av Gunillakorn 1995 i Långshyttan. Försöket är analyserat som ett rad- och kolumnförsök i tre block. Ett signifikant samspel innebär att vi har fått olika effekter på skörden i slamliden beroende av om vi kalkat eller ej.

Ok:okalkat, medelvärde
K : kalkat,
" "

Långshyttan 1996 Skörd

Tabellen visar skörd av Sveahavre 1996, samt upptag av kväve, fosfor och kalium i kärna + halm.

	Kärnskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, kg/ha					
	Kg ts/ha	Kväve % av ts	Kväve kg/ha	Fosfor % av ts	Fosfor kg/ha	Kalium % av ts	Kalium kg/ha	Kg ts/ ha	Kväve % av ts	Kväve kg/ha	Fosfor % av ts	Fosfor kg/ha	Kalium % av ts	Kalium kg/ha	Kväve	Fosfor	Kalium	
	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	
Okalkat Mv	A=0P	4758	1,97	93,7	0,43	20,3	0,56	26,5	2836	0,70	19,8	0,09	2,46	2,69	76	113	22,8	103
	B=Järnf.	4844	2,00	96,7	0,42	20,3	0,54	26,0	2748	0,69	19,0	0,09	2,38	2,66	73	116	22,7	99
	C=Alfält	4917	1,88	92,3	0,44	21,5	0,56	27,4	2928	0,68	19,8	0,08	2,44	2,61	76	112	23,9	104
	D=Kalkfält	4989	1,94	96,6	0,42	20,8	0,55	27,3	2622	0,67	17,6	0,09	2,36	2,79	73	114	23,1	100
	E=Biol.	4877	1,89	92,3	0,41	20,2	0,53	25,8	2678	0,61	16,4	0,08	2,05	2,77	74	109	22,2	100
	G=Hdd- P	4934	1,92	94,6	0,41	20,1	0,52	25,7	2859	0,59	16,9	0,08	2,38	2,70	77	111	22,4	103
	I = Aska	4965	1,88	93,3	0,42	20,7	0,54	26,6	2825	0,79	22,4	0,10	2,92	2,67	75	116	23,6	102
	A 0 P	5163	1,90	97,9	0,42	21,7	0,52	27,0	2975	0,66	19,6	0,11	3,27	2,76	82	118	25,0	109
	B Järnf.	5270	1,81	95,4	0,43	22,5	0,57	30,2	3075	0,69	21,2	0,11	3,28	2,78	86	117	25,8	116
	C Alfält	5150	1,86	95,6	0,42	21,8	0,55	28,3	3067	0,70	21,4	0,11	3,48	2,73	84	117	25,3	112
Kalkat Mv	D Kalkfält	5138	1,88	96,6	0,44	22,4	0,60	30,7	3339	0,67	22,5	0,12	4,01	2,91	97	119	26,4	128
	E Biol.	5122	1,87	95,8	0,43	21,9	0,56	28,7	3510	0,72	25,3	0,13	4,45	2,81	99	121	26,3	127
	G Hdd-P	5149	1,78	91,8	0,42	21,8	0,57	29,5	3381	0,57	19,4	0,10	3,38	2,86	97	111	25,2	126
	I Aska	5253	1,81	95,3	0,43	22,8	0,56	29,6	3278	0,60	19,8	0,11	3,61	2,71	89	115	26,4	118

Bilaga M

Långshyttan 1996 Statistiska samband, kalkning- gödsling

	Kärnskörd						Halmkörd						Växtnäring totalt, halm+kärna				
	Kväve		Fosfor		Kalium		Kväve		Fosfor		Kalium		Kg/ha				
	Ts	% av ts	kg/ha	% av ts	kg/ha	% av ts	Ts	% av ts	kg/ha	% av ts	kg/ha	% av ts	kg/ha	Kväve	Fosfor	Kalium	
Starkt samspel gödsling x kalk	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Kalkning påverkar utfallet starkt	Nej	Nej	Nej	Ja p= 0,0276 =* OK:0,42 K:0,43	Nej	Nej	Ja p=0,0356 =* OK:26,5 K:29,3	Ja p=0,0312 =* OK:2791 K:3245	Nej	Ja p=0,0313 =* OK:18,6 K:21	Ja p=0,0274 =* OK:2,49 K:3,63	Nej	Ja p=0,0487 =* OK:75 K:90	Nej	Nej	Nej	Ja p= 0,0386 =* OK:101 K:119
Signifikant skillnad mellan gödslingarna	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej

Tabellen visar statistiska samband mellan kalkning, gödsling och skördeutfall av Sveahavre 1996 i Långshyttan. Försöket är analyserat som ett rad- och kolumnförsök i tre block. Ett signifikant samspel innebär att vi har fått olika effekter på skörden i slamliden beroende av om vi kalkat eller ej.

OK: okalkat, medelvärde
" : kalkat,

Stora Skedvi, Björånget 1993- 1996 Skörd

Tabellen visar skörd i Björånget, Stora Skedvi 1993-1996. Vilka grödor som odlats står under tabellen.

	Kg ts/ha			Kväve kg/ha			Fosfor kg/ha				Kalium kg/ha		
	1993 kärna, korn	1995 skörd 1+2	1996 skörd 1+2	1993	1995	1996	1993	1995	1996	Sa 1993- 1996	1993	1995	1996
St Skedvi													
0 kg handelsg. - P	4032	7901	8851	69	170	173	17,3	20,2	20,1	58	27	194	140
Järnfält slam	3975	7021	7124	74	162	124	18,3	19,7	15,3	53	28	150	106
Aluminiumfält slam	4059	7153	7570	74	169	133	17,5	19,7	17,0	54	26	160	115
Kalkfält slam	3863	7311	7239	73	165	128	17,4	19,7	16,0	53	27	169	120
Biologiskt slam	3895	8195	6758	68	182	120	16,7	22,1	16,0	55	28	177	104
Handelsg. - P	4219	7755	7999	74	163	169	18,6	20,6	19,0	58	28	177	130
Alternativt odlat	2711	7978	9016	41	172	197	12,5	21,3	22,1	56	21	228	172

1993: Korn

1994: Vallinsådd, ej skörd

1995: 1:a års vall

1996: 2:a års vall

Bilaga O

Smedjebacken, Änge 1993- 1995 Skörd

Tabellen visar skörd i Änge, Smedjebacken 1993-1995. Vilka grödor som odlats står under tabellen.

	Kg ts/ha		Kväve % av ts		Kväve kg/ha		Fosfor % av ts		Fosfor kg/ha		Kallium % av ts	Kallium kg/ha	
	1993 kärna, korn	1995 kärna, havre	1993	1995	1993	1995	1993	1995	1993 +1995	1995			
Smedjebacken													
0 kg handelsg.-P	1538	3035	1,94	1,83	30	56	0,34	0,32	5,2	9,7	15	0,39	11,8
Järnfällt slam	1548	2917	1,94	1,94	30	57	0,36	0,33	5,6	9,6	15	0,39	11,4
Aluminiumfällt slam	1507	2868	1,95	1,78	29	51	0,37	0,35	5,6	10,0	16	0,43	12,3
Kalkfällt slam	1736	2948	1,9	1,97	33	58	0,37	0,32	6,4	9,4	16	0,39	11,5
Biologiskt slam	1678	3122	1,97	1,98	33	62	0,37	0,33	6,2	10,3	17	0,41	12,8
Handelsg.-P	1431	2841	1,8	1,97	26	56	0,38	0,35	5,4	9,8	15	0,41	11,5

1993: Korn
1994: Gröngödsling
1995: Adamohavre

Bilaga P

Kärlförsök 1995 och 1996

		Gram Ts	Kväve % av ts	Fosfor % av ts	Kalium % av ts	Kväve gram	Fosfor gram
1995	0 P mv	19,842	4,133	0,250	4,667	0,820	0,050
	Järfällt mv	18,495	4,433	0,280	5,067	0,820	0,052
	Aluminiumfällt mv	19,977	4,100	0,290	4,367	0,819	0,058
	Kalkfällt mv	20,515	4,733	0,363	5,200	0,971	0,075
	Bioslam mv	19,043	4,567	0,287	4,633	0,870	0,055
	Handels gödsel -P	22,304	3,900	0,320	4,033	0,870	0,071
	Aska mv	20,063	4,400	0,263	5,233	0,883	0,053
	1996	0 P mv	12,167	4,590	0,280	5,750	0,557
Järfällt mv		14,533	4,787	0,297	5,660	0,694	0,043
Aluminiumfällt mv		17,267	4,777	0,320	5,413	0,825	0,055
Kalkfällt mv		21,967	4,697	0,313	4,677	1,030	0,069
Bioslam mv		17,067	4,803	0,297	4,977	0,823	0,050
Handels gödsel -P		17,300	4,690	0,307	5,193	0,811	0,053
Aska mv		15,233	4,557	0,253	5,420	0,695	0,038

mv= medelvärde av 3 kärl

Bilaga C

Kärlförsök 1995 och 1996 Statistiska samband; gödsling- år

		Kärlförsök; rajgräs 1995 och 1996						
		gram Ts	N % av ts	P % av ts	K % av ts	Kväve gram	Fosfor gram	Kalium gram
Beteckning		Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
1995 och 1996	Signifikant samspel mellan år och gödsling (gödslingarna uppför sig inte olika 1995 o. 1996)	Ja p=0,0257 =*	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
	Signifikant skillnad mellan åren. Skörden 1995 och 1996 skiljer sig sig åt.	Ja p=0,0001 1995:20,0342 1996:16,5048	Ja p=0,0004 1995: 4,32 1996: 4,70	Nej 1995:0,293 1996: 0,295	Ja p=0,0008 1995:4,743 1996:5,299	Ja p=0,0051 1995:0,8618 1996:0,7765	Ja p=0,0003 1995:0,0590 1996:0,0489	Ja p=0,0124 1995:0,9455 1996:0,8617
	Signifikant skillnad mellan gödslingarna i genomsnitt över åren.	Ja p=0,0020	Nej	Ja p=0,0010	Nej	Ja p=0,0002	Ja p=0,0001	Ja p=0,0184

Bilaga Ra

KÄRLFÖRSÖK 1995 OCH 1996

Analyserat som ett flerfaktoriellt försök med år och behandling som faktorer.

Signifikant samspel mellan år och gödsling.

Jämförelse inom år:

Y3 , gram ts **standardavvikelse: 1,192**

1995

Järn gav signifikant lägre skörd (18,495 gram ts) än

		p=
- hgd-P	22,304	0,0318 = *

1996

Utan P gav signifikant lägre skörd (12,167 gram ts) än

		p=
- aluminium	17,27	0,0053 = **
- kalk	21,97	0,0001 = ***
- bioslam	17,07	0,0071 = **
- hdg-P	17,30	0,0050 = **

Kalk gav signifikant högre skörd (21,97 gr ts) än

		p=
- utan P	12,17	0,0001 = ***
- järn	14,53	0,0001 = ***
- aluminium	17,27	0,0094 = **
- bioslam	17,07	0,0071 = **
- aska	15,23	0,0004 = ***
- hdg-P	17,30	0,0099 = **

Signifikant skillnad mellan gödslingarna i genomsnitt över åren

Y5 % P ts **standardavvikelse 0,0121**

Kalkfällt gav signifikant högre halt fosfor (0,338 % P) än

		p=
- utan P	0,265	0,0002 = ***
- järn	0,288	0,0067 = **
- bioslam	0,292	0,0108 = *
- aska	0,292	0,0001 = ***

Aluminiumfällt gav signifikant högre halt fosfor (0,305 % P) än

		p=
- utan P	0,265	0,0266 = *
- aska	0,292	0,0108 = *

Hgd- P gav signifikant högre halt fosfor (0,313 % P) än

		p=
- utan P	0,265	0,0086 = **
- aska	0,292	0,0033 = **

Y7 kväve, gram **standardavvikelse: 0,037**

Kalkfällt slam gav signifikant högre skörd kväve (0,999 gram) än

		p=
- utan P	0,687	0,0001 = ***
- järn	0,757	0,0001 = ***
- aluminium	0,818	0,0018 = **
- bioslam	0,844	0,0063 = **
- aska	0,79	0,0004 = ***
- hgd-P	0,837	0,0045 = **

Utan P gav signifikant lägre skörd kväve (0,687 gram) än

		p=
- aluminium	0,818	0,0189 = *
- bioslam	0,844	0,0058 = **
- hgd-P	0,837	0,0080 = **

Y 8 fosfor, gram **standardavvikelse: 0,00326**

Kalkfällt gav signifikant högre skörd fosfor (0,0718 gram) än

		p=
- utan P	0,0418	0,0001 = ***
- järn	0,0473	0,0001 = ***
- aluminium	0,0564	0,0024 = **
- bioslam	0,0529	0,0003 = ***
- aska	0,0456	0,0001 = ***
- hgd	0,0619	0,0399 = *

Aluminiumfällt gav signifikant högre skörd fosfor (0,0564 gram P) än

		p=
- utan P	0,0418	0,0001 = ***
- aska	0,0456	0,0001 = ***

Handelgödsel-P gav signifikant högre skörd fosfor (0,0619 gram) än

		p=
- utan P	0,0418	0,0002 = ***
- järn	0,0473	0,0038 = **
- aska	0,0456	0,0015 = **

Bioslam gav signifikant högre skörd fosfor (0,0529 gram) än

		p=
- utan P	0,0418	0,0236 = *

Bilaga Rc

Y9 kalium, gram **standardavvikelse: 0,04144**

Kalkfällt gav signifikant högre skörd kalium (1,0436 gram) än

		p=
- utan P	0,8125	0,0005 = ***
- järn	0,8777	0,0085 = **
- aluminium	0,9005	0,0212 = *
- bioslam	0,8571	0,0036 = **
- hgd	0,8953	0,0173 = *

Aska gav signifikant högre skörd kalium (0,9387 gram) än

		p=
- utan P	0,8125	0,0402 = *

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för kloridoxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Lärarboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av kloridoxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Björn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Röt-kammars förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
- 1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
- 1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
- 1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnät, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
- 1994-14 MIKE SHE I Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
- 1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
- 1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Clæs Hemebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*
- 1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledning. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Stål, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*
- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäingsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*
- 1996-03 Källsorterad humanurin i kretslopp – Förstudie i tre delar, *Håkan Jönsson, Anna Olsson, Thor Axel Stenström, Gunnel Dalhammar*
- 1996-04 VA sett på nytt sätt – Driftentreprenader i några kommuner, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1996-05 Avrinningsområdesbaserade organisationer som aktiva planeringsaktörer, *Jan-Erik Gustafsson*
- 1996-06 Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät. Metodikmanual, *Ann-Marie Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1996-07 Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, *Clæs Hemebring*
- 1996-08 Rening av avloppsslam från tungmetaller och organiska miljöfarliga ämnen, *Erik Levlin, Lars Westlund, Bengt Hultman*
- 1996-09 Kemikaliers effekter i VA-sammanhang. En datasammanställning, *Ingemar Dellien*
- 1996-10 Syrgas i kombination med luftinblåsning vid pilotförsök med kväverening vid Västerås reningsverk, *Hermann Wiklund, Kjell-Ivar Dahlqvist, Bernt Ericsson*
- 1996-11 Export av svenskt kommunalt VA-kunnande, *Gösta W Fredriksson, Åke Mattsson*
- 1996-12 Litteraturlöslösning för grundvatten i urban miljö på Internet, *Chester Svensson*
- 1996-13 Konkurrensutsättning av VA-verksamheten, *Stig Tunestål*
- 1997-1 Utvärdering av VA-lösningar i ekobyar, *J-E Haglund, B Olofsson*
- 1997-2 Aktivt stöd till fastighetsägare vid nybyggnad av VA-nät, *Roland Strandberg, Mårten Wärnö*
- 1997-3 Dosering av biokultur i en igensatt infiltrationsanläggning – En utvärdering, *Jenny Holmgren*
- 1997-4 Biogasanläggningar i Sverige, *Anna Lindberg*
- 1997-5 VA-försörjning i ny skepnad – Om konkurrens och strukturomvandling i Vaxholm, *Ola Mattisson*
- 1997-6 Fosforväxtilgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska, *Kersti Linderholm*