Jordbrukstekniska institutet

Swedish Institute of Agricultural Engineering

ULTUNA - UPPSALA

Spridning av aska från stråbränsle med spridare för stallgödsel

En orienterande studie av tre spridare

Svante Flodén

JTI-rapport 211 **1995**

JTI-rapport 211

Spridning av aska från stråbränsle med spridare för stallgödsel

En orienterande studie av tre spridare

Spreading ashes of burnt straw with manure spreaders

Svante Flodén

Copyright
© Jordbrukstekniska institutet (JTI)
Enligt lagen om upphovsrätt är det förbjudet att utan skriftligt tillstånd av copyrightinnehavaren helt eller delvis mångfaldiga detta arbete.

Tryck: Jordbrukstekniska institutet, Uppsala 1995

ISSN 0346-7597

Innehåll

Förord 5

Sammanfattning 7

Summary 7

Bakgrund 8

Syfte 9

Genomförande 9

Spridare som ingått i försöket 9
Spridare med valsar 10
Spridare med centrifugalspridare 10
Spridare med rivhjul 11

Askor som ingått i försöket 13
Askornas egenskaper och sammansättning 13

Definitioner och beräkningssätt 14
Spridningsjämnhet 14
Kastvidd 15
Överlappning 15
Optimal arbetsbredd 15
Arbetsbreddsområde 15
Beräknad giva 15

Resultat 16
Spridningsjämnhet, arbetsbredd, arbetsbreddsområde och giva 16
Utmatningsprov 22

Observationer vid spridning 23

Slutsatser och diskussion 24

Bilaga 1

Bilaga 2

Förord

Det har under de senaste åren uppförts flera småskaliga energianläggningar för användning av stråbränslen i syfte att demonstrera ny teknik. Eftersom demonstrationsprojekten är tänkta att vara förebilder som skall generera fler anläggningar, är det av yttersta vikt att samtliga delar av värmeproduktionen fungerar utan anmärkningar. En del av verksamheten vid stråeldade värmeverk som ännu saknar genomtänkta och invändningsfria lösningar är hanteringen av askan.

De redovisade studierna har genomförts under ledning av forskningsassistent Svante Flodén som också har författat rapporten. Medhjälpare i det praktiska genomförandet har varit försöksteknikerna Claes Jonsson och Marianne Tersmeden. Medförfattare till resultatavsnittet har varit laboratoriechef Carl-Magnus Pettersson vid Statens maskinprovningar. Forskningsledare Gunnar Hadders har haft det övergripande ansvaret för projektet.

Projektet har bekostats med medel dels från Ramprogram Energigräs som finansierats av Stiftelsen lantbruksforskning, NUTEK och Vattenfall, dels från Ramprogram Askåterföring som finansierats av NUTEK, Vattenfall och Sydkraft.

Till alla som på ett eller annat sätt bidragit till studiens genomförande riktas ett varmt tack.

Ultuna, Uppsala i november 1995

Björn Sundell
Chef för Jordbrukstekniska institutet

Sammanfattning

Aska från tre värmeverk som eldar stråbränslen spreds i en provningshall med tre spridare avsedda för fastgödsel. En av askorna var färsk och relativt torr medan övriga kom från pannor med våtutmatning. Vid spridningen samlades prov i lådor med ytmåttet 0,5x0,5 m utmed hela spridarens kastvidd. Dessutom registrerades flödet under tömning av hela lass. Insamlade data bearbetades statistiskt enligt förslag till typprövning av spridare för bl.a. fastgödsel.

Resultaten från undersökningen tyder på att befintlig teknik för att sprida stallgödsel på åkermark inte är lämplig för spridning av aska. Bristerna kan i korthet beskrivas som:

- för stora givor
- dålig spridningsjämnhet
- små arbetsbredder
- funktionsstörningar

Askorna visade tendenser till att bilda valv som hindrade deras rörelse i spridarnas behållare. Där aska hade bearbetats under tryck bildades hårda beläggningar som hämmade utmatningen. Vid spridning av askor med förekomst av klumpar noterades separation vilket medför risk för mycket ojämn fördelning av växtnäringen i askan.

Med tillbehör och modifieringar av spridarna är det troligt att man kan nå bättre resultat än de som erhölls här. Det skulle också vara intressant att utvärdera användning av kalkspridare för ändamålet liksom blandning av aska med rötslam och med komposterat material. Genom det senare förfarandet kan eventuellt de problem knutna till användning av spridare för fastgödsel som identifierats kringgås.

Summary

Ashes from the three heating plants that burn straw fuel are spread in a testing hall using three spreaders designed for solid manure. One of the ashes was fresh and relatively dry, whereas the others came from furnaces with wet delivery. During the spreading, samples were collected in boxes with a surface area of 0.5x0.5 m along the entire casting width of the spreader. In addition, the flow during the unloading of the entire load was registered. The data collected were processed statistically in accordance with the proposal for type testing of spreaders for solid manure, etc.

The results of the study suggest that existing technology for spreading manure on arable land is not suitable for spreading ashes.

The deficiencies can briefly be described as follows:

- too large application rates
- poor uniformity of spread
- small working widths
- operational disturbances

The ashes were found to have a tendency to form arches that prevented their movement in the spreader's hopper. In places where ashes had been processed under pressure, hard deposits were formed that disturbed the delivery flow. When spreading ashes containing lumps, separation was noted, which leads to a risk that the plant nutrients in the ashes will be very poorly distributed.

With accessories, and if modifications are made to the spreaders, it is possible that better results can be achieved than those obtained here. It would also be interesting to evaluate the use of lime spreaders for this purpose, as well as the mixing of ashes with digested sludge and composted material. By means of the latter procedure, the problems identified with the use of spreaders for solid manure might possibly be avoided.

Bakgrund

Antalet pannanläggningar utanför jordbruksföretagen som eldar oförädlade stråbränslen ökar i Sverige. Från att sedan 1986 ha varit endast två, värmeverken i Svalöf och i Kvänum, finns nu åtminstone fem anläggningar som avser att som huvudbränsle använda strå. Ytterligare verk är under projektering och uppbyggnad.

Flera av de nytillkomna anläggningarna har kommit till stånd med medel från Stiftelsen Lantbruksforsknings (SLF) demonstrationsprogram för småskaliga energianläggningar. Till dessa hör anläggningarna i Bjästa, Söderköping och Såtenäs samt en vid Åsa fokhögskola i Södermanland. Eftersom demonstrationsprojekten är tänkta att vara förebilder som skall generera fler anläggningar, är det av yttersta vikt att samtliga delar av värmeproduktionen fungerar utan anmärkningar. En del av verksamheten vid stråeldade värmeverk som ännu saknar genomtänkta och invändningsfria lösningar är hanteringen av askan.

De allra flesta är eniga om att det naturliga är att återföra askan till åkern där man har hämtat den. Så görs också idag såväl i Svalöf och i Kvänum som vid flertalet verk i Danmark. För detta används teknik konstruerad för spridning av stallgödsel, slam och kalk. För lantbrukets del och i liten skala ligger det närmast till hands att använda spridare för stallgödsel eftersom sådana finns allmänt tillgängliga. Oss veterligen har emellertid ingen studerat eller förfinat tekniken närmare. Över spridningsjämnhet och givornas storlek har man därför mycket begränsad kontroll.

Syfte

Projektets mål var att undersöka spridningsjämnhet och funktion vid användning av stallgödselspridare för att sprida stråbränsleaska på åkermark.

Genomförande

Det försök som redovisas i denna rapport var upplagt så att tre stycken stallgödselspridare, med skilda arbetsprinciper, hyrdes in från lantbrukare i trakten kring Uppsala och askor med skilda ursprung och egenskaper hämtades från olika platser i landet. Varje aska delades upp i minst tre partier som sedan spreds, ett med varje spridare, för stickprovsbestämning av arbetsbredd, spridningsjämnhet och giva. En av askorna användes också för att mäta utmatningsjämnheten under tömning av ett helt lass, s.k. utmatningsprov.

Stickproven registrerades genom att spridaren placerades stationärt och en ramp med 0,5x0,5 m stora lådor passerade mot körriktningen genom spridningsområdet. Eftersom lådornas kant gick i nivå med underkanten av spridarens hjul, simulerades på detta sätt en spridning över lådor i fält. Uppsamlingslådorna stannade vid en vågstation där det i varje låda uppsamlade materialet vägdes och vikterna kopplades ihop till en spridningsbild. Ett försöksled bestod av tre eller fyra upprepade stickprov beroende på tillgång av aska. Samtliga upprepningar i alla försöksled genomfördes med en körhastighet av 5 km/h.

Utrustningen för registrering av utmatningen under tömning av hela lass bestod i försöket av tre vågenheter, två för hjulen och en för spridarens drag. Vågenheten kopplades till en dator, vilken registrerade takten varmed spridaren tömdes. Sådana här utmatningsprov genomfördes med samtliga spridare men med endast en av de tre askorna. Under utmatningsprovens gång ändrades inställningen hos spridarens lucköppning för att utröna inställningens betydelse för utmatad mängd.

Resultaten har i stort bearbetats enligt samma principer som används av Statens maskinprovningar vid utvärdering av spridning av stallgödsel.

Spridare som ingått i försöket

Utgångspunkten vid valet av spridare till försöket var att konventionell teknik skulle prövas i en ny applicering. Härvid söktes spridare med varierande utformning av spridarorganet, för att på så vis samla så bred erfarenhet som möjligt.

Spridare med valsar

Som representant för kategorien spridare med valsar valdes en spridare av märket Brönderslev, modellbeteckning UM 95 SL, bild 1. Spridaraggregatet bestod av två stående spiralformade valsar som längst ned var försedda med tallrikar med fyra lister. Lasset matades fram med hjälp av en bottenmatta bestående av fyra kedjor, vilka två och två var sammanbundna med medbringare av plattjärn. Bottenmattan drevs hydrauliskt och hastigheten kunde varieras steglöst.

Framför valsarna fanns på testspridaren en hydrauliskt manövrerad spårstyrd lucka avsedd för säkring av last vid transport samt för reglering av giva vid spridning av lösa material. För mer information om spridaren hänvisas till spridarens generalagenten Ysta-Maskiner AB, tel 0411-139 50, samt till Maskinprovningarnas meddelande 3407.

Bild 1. Brönderslev UM 95 SL är en spridare med två vertikalt placerade spiralformade valsar.

Figure 1. The Brönderslev UM 95 SL is a spreader with two vertically placed spiral-shaped rollers.

Spridare med centrifugalspridare

För kategorien centrifugalspridare valdes en spridare av märket Hill, modellbeteckning HS 11-2000, bild 2. Spridaraggregatet bestod av två horisontellt orienterade tallrikar försedda med fyra lister vardera. Tallrikarna var skjutbara i spridarens längdriktning. Lasset matades fram med två skruvar i botten av

behållaren. Dessa, liksom spridartallrikarna, drevs mekaniskt från traktorns kraftuttag. Utloppsregleringen bestod av en hydrauliskt manövrerad spårstyrd lucka som till sin bredd motsvarade de två bottenskruvarna. Luckan är avsedd att användas som lastsäkring och för reglering av giva när lösa material sprids. För mer information hänvisas till tillverkaren LK Verkstad, tel 013-708 05, samt till Maskinprovningarnas meddelande 3409, som beskriver en provning av en mindre modell av samma spridare.

Bild 2. Hill HS 11-2000 är en spridare med två horisontellt lagda spridartallrikar.

Figure 2. The Hill HS 11-2000 is a spreader with two horisontal spreader discs.

Spridare med rivhjul

Den tredje spridaren som ingick i försöket var en s.k. sidokastande spridare av märket Star med modellbeteckning Powerspread 730, bild 3. En skruv i behållarens botten matade materialet till en öppning i behållarens högra sida. Skruven hade även en omrörande funktion. I öppningen fanns ett liggande snabbt roterande hjul med rivande verktyg som finfördelade och slungade iväg materialet vinkelrätt mot färdriktningen, bild 4. Hjulet roterade, bakifrån sett, medurs. Skruv och hjul drevs gemensamt av traktorns kraftuttag. Regleringen av utloppet bestod av en hydrauliskt manövrerad spårstyrd lucka. För mer information hänvisas till generalagenten Ranaverken AB, tel 0512-20 345, och till Maskinprovningarnas meddelande 3406.

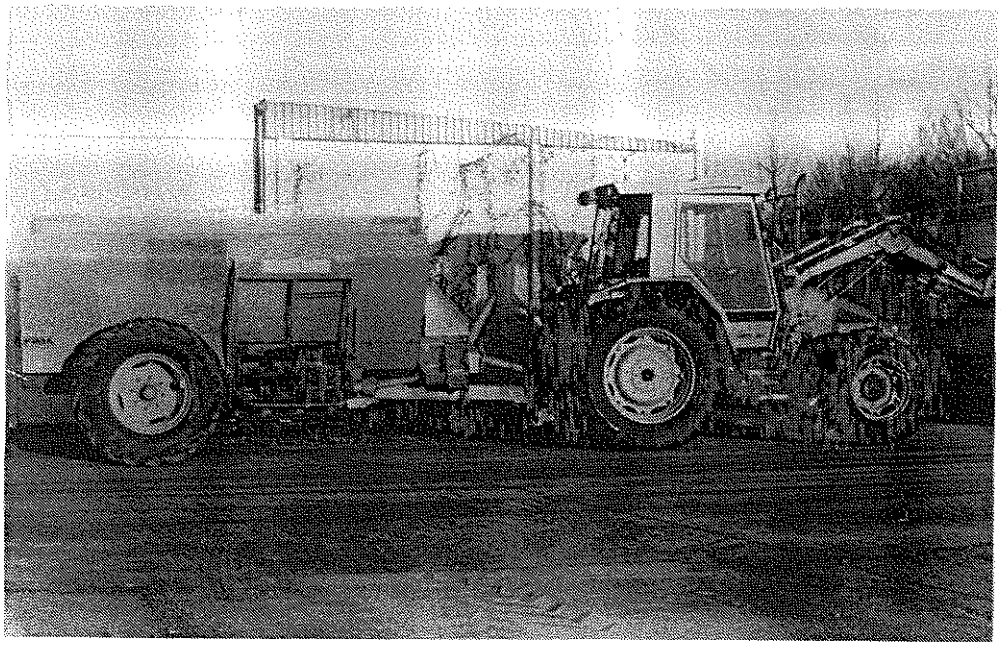


Bild 3. Star Powerspread 730 är en spridare med en horisontellt liggande rivhjul.

Figure 3. The Star Powerspread 730 is a spreader with a horisontal shredder.

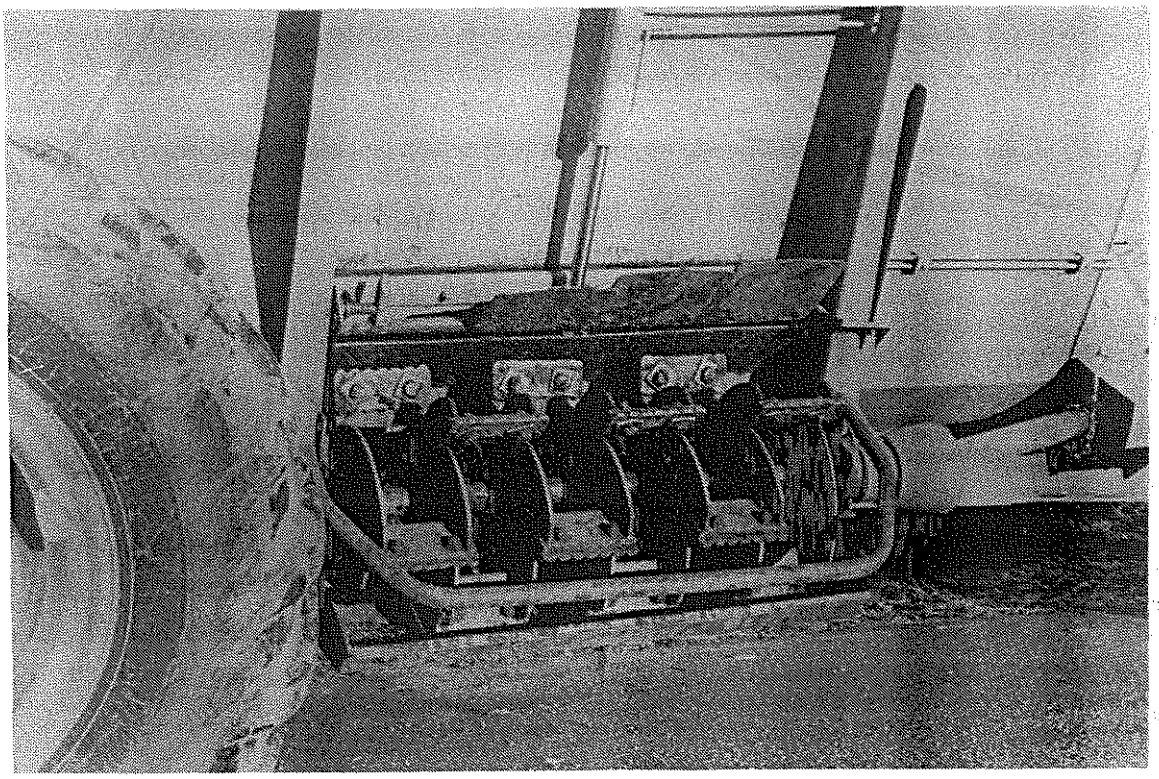


Bild 4. Spridarorganet på Star Powerspread 730 bestod av ett, bakifrån sett, medurs roterande liggande rivhjul som sönderdelade och kastade ut materialet.

Figure 4. The spreading unit on the Star Powerspread 730 consists of, seen from the rear, a clockwise-rotating horisontal shredder that shreds and ejects the material.

Askor som ingått i försöket

De askor som ingått i försöket hämtades från tre förbränningsanläggningar som samtliga eldas med halm och/eller rörflen. I två av anläggningarna, de i Kvänum och Såtenäs, passerar askan genom ett vattenbad i samband med att den matas ut ur pannan. Vattenbadet har som uppgift att binda damm, men också att släcka eventuell glöd. Askorna från dessa anläggningar var från eldningssäsongen 1993/94 och hade lagrats ca ett halvår. Den tredje askan kom från en anläggning i Söderköping där askan matas ut utan att passera ett vattenbad. Den askan var därför torrare och dammade mer. Askan från Söderköping levererades direkt från värmeverket och hade således inte lagrats någon nämnvärd tid.

Askornas egenskaper och sammansättning

Askorna som användes vid försöket analyserades avseende några fysikaliska egenskaper som bedömdes vara av intresse. Dessa var:

- volymvikt
- aktiv rasvinkel
- vattenhalt

Volymvikten och den aktiva rasvinkeln bestämdes med en metod utvecklad vid JTI för karakterisering av stallgödsel. En fyrkantig behållare med en volym av 1,3 m^3 fylls till brädden och eventuell råge stryks av. Volymvikten fås genom att behållaren vägs. Efter vägningen höjs lådan så att lådans botten befinner sig 1,75 m över marken varefter bottenluckan öppnas. Innehållet rasar då ut i en hög vars längd, bredd och höjd mäts. Utifrån dessa värden beräknas sedan den aktiva rasvinkeln. Volymvikt och aktiv rasvinkel bestämdes tre gånger per aska.

Askans vattenhalt bestämdes genom torkning av nio prov per aska, vardera om 100-200 g. Proven torkades i värmeskåp under åtta timmar vid 105° C.

En sammanställning över askornas fysikaliska egenskaper visas i tabell 1. Askornas kemiska sammansättning redovisas i bilaga 1.

Tabell 1. Registrerade egenskaper hos de askor som användes i försöket.

Table 1. Registered properties of the ashes used in the experiment.

Askkälla *Origin of ashes*	Vattenhalt *Moisture content* (%)	Volymvikt *Bulk weight* (kg/m^3)	Rasvinkel *Angle of repose* (°)	Kommentarer
Kvänum	58	665	23	Smetade vid bearbetning, lik murbruk efter spridning.
Såtenäs	41	710	23	Viss andel slagg, stark separation vid spridning.
Söderköping	28	430	17	Lätt och "fluffig" aska, tendenser till damm vid lastning.

Definitioner och beräkningssätt

Resultaten från spridningsproven har utvärderats enligt de riktlinjer som togs fram inom ett projekt kring typgodkännande av stall- och konstgödselspridare benämnt TYP93[1]. De viktigaste bland använda begrepp definieras nedan och finns illustrerade i bild 5. Alla beräkningar grundar sig på de mängder som registrerades i försöksrampens lådor, vars individuella yta var 0,25 m^2 (0,5x0,5 m). Om ej annat anges är beräkningarna grundade på medeltalen från upprepningarna i respektive försöksled.

För ytterligare beskrivning av metoderna hänvisas till rapport 8499 från Statens maskinprovningar samt provningsmeddelandena 3394 och 3405-3410. I dessa meddelanden finns också värden från provningar med stallgödsel, att jämföra med här uppnådda resultat.

Spridningsjämnhet

Den spridningsjämnhet som här redovisas avser den som fås då flera identiska "spridningsbilder" läggs bredvid varandra med överlappning (bild 5). Jämnheten uttrycks i en variationskoefficient (vk) i % kring medelgivan på ytor av 0,25 m^2. Metoden motsvarar den som tillämpas för officiell provning av spridare för fastgödsel och för konstgödsel.

---

[1] TYP93 var ett samarbetsprojekt, finansierat av Jordbruksverket, mellan institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Statens maskinprovningar och Jordbrukstekniska institutet. Syftet med projektet var bl.a. att utveckla provningsmetoder för stall- och konstgödselspridare.

Kastvidd

Kastvidden definieras som avståndet mellan de yttersta lådorna på ömse sidor om arbetsområdets mitt i vilka gödselmängden överskrider 5 % av medelmängden.

Överlappning

Med överlappning avses den effekt som fås då spridaren körs med ett avstånd mellan dragen som är mindre än spridarens kastvidd, vilket är det normala för fastgödselspridare. Överlappningen beräknas för alla typer av stallgödselspridare genom simulerad körning med kördragen i samma riktning.

Optimal arbetsbredd

Den optimala arbetsbredden definieras som det avstånd mellan kördragen som ger den lägsta variationskoefficienten. Arbetsbredden begränsas nedåt genom att maximal överlappning som accepteras är 2/3 av kastvidden. Utan denna begränsning skulle lägsta vk erhållas då avståndet mellan kördragen var nära noll.

Arbetsbreddsområde

Med arbetsbreddsområde avses ett intervall för arbetsbredden inom vilket spridningsbildens jämnhet varierar inom i förväg bestämda gränser. Gränserna skall motsvara den variation i jämnhet som man kan acceptera. Här definieras arbetsbreddsområdet genom att positiva och negativa avvikelser från medelgivan, efter hänsyn tagen till överlappning, tillåts vara maximalt 70 %. Medelgiva och variation avser liksom genomgående vi bearbetningarna ytor på 0,25 m^2.

Beräknad giva

Den beräknade givan, dvs. spridd mängd per ytenhet, gäller vid optimal arbetsbredd och baseras här på de uppsamlade mängderna i lådorna vid stickprovsbestämningar av spridningsjämnheten.

Enligt förslagen till standard för provning av stallgödselspridare skall givan beräknas på s.k. utmatningsprov för hela lass, se kapitlet "Genomförande", och inte på stickprov. I aktuell studie var tillgången på aska emellertid för liten för att utmatningsprov skulle kunna genomföras med alla spridare och askor.

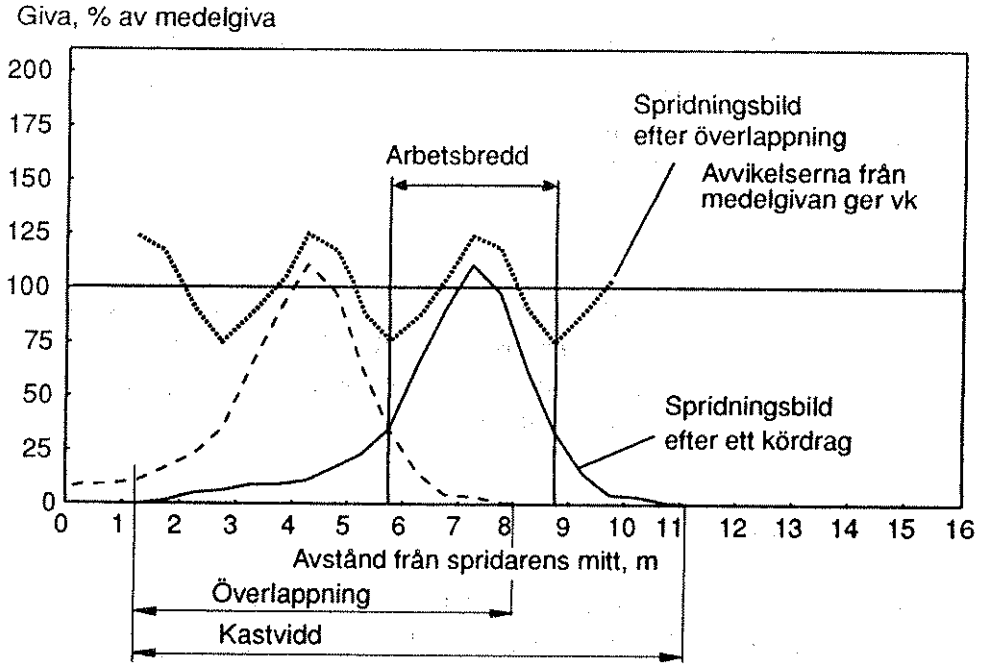


Bild 5. Grafisk beskrivning av begrepp som används i texten. Bilden kommer från spridning med en sidokastande maskin.

Figure 5. Graphic illustration of terms used in the text. The figure illustrates the pattern given by a spreader casting sideways. y = dose, % of mean dose. Working width. Spreading pattern after overlapping. Divergences from the mean dose give the coeff. of var. Spreading pattern after one run. x = distance from the centre of the spreader, m. Overlapping. Throwing width.

Resultat

En komplett uppsättning av spridningsdiagram från försöket ges i bilaga 2. Alla jämförelser med resultat från spridning av stallgödsel är hämtade från de meddelanden från Statens maskinprovningar som tidigare nämnts i samband med presentationen av spridarna.

Spridningsjämnhet, arbetsbredd, arbetsbreddsområde och giva

I tabell 2-4 redovisas optimal arbetsbredd, arbetsbreddsområde och giva, beräknade med de metoder som tidigare redovisats.

Spridare 1, Brönderslev UM 95 SL

Karakteristiken för spridare 1 framgår av diagrammet i bild 6 och tabell 2. Maskinen kastade större delen av askan bakåt. Denna typ av spridningsbild ger

efter hänsyn tagen till överlappning som regel en låg vk. Här var dock begränsningen för överlappningen till maximalt 2/3 av kastvidden oftast för snäv för att uppnå en acceptabel vk. Begränsningen trädde i kraft i samtliga försöksled utom ett. Endast i de fall där mängden som spreds åt sidorna var försumbar låg vk på en acceptabel nivå.

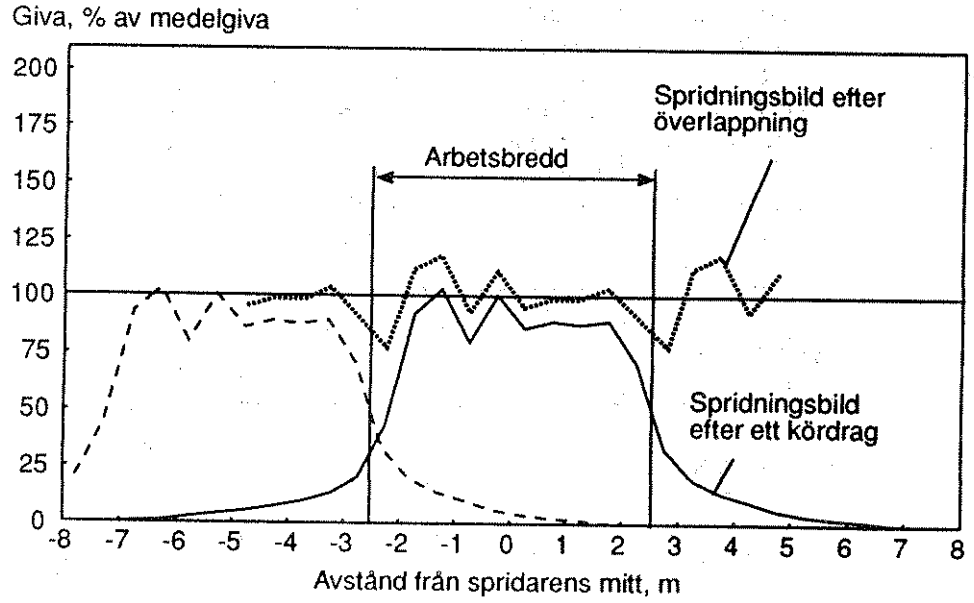


Bild 6. Spridningsbild med aska från Kvänum och stallgödselspridaren av märket Brönderslev.

Figure 6. Spreading pattern with ashes from Kvänum and a Brönderslev manure spreader.

På grund av spridarens dåliga förmåga att sprida aska i sidled var arbetsbredden i de flesta fall liten. Spridningsbildens utseende gav inte heller några större intervall för arbetsbredden.

Jämfört med resultat från spridning av stallgödsel var jämnheten i genomsnitt likvärdig. Variationen mellan försöksleden var dock större i fallet aska. Arbetsbredden vid spridning av aska var betydligt mindre än vid spridning av stallgödsel, liksom intervallen för arbetsbredden.

Maskinen har potentialer att mata ut små mängder aska. Vid de få körningar i denna studie där givan var mindre än 3 ton/ha var dock arbetsbredden för liten för att inställningarna i dessa fall skall vara praktiskt användbara. Vid den minsta erhållna givan, 1,5 ton/ha, var dessutom vk sämre än vid givor på 3 och 8 ton/ha.

Tabell 2. Beräknade värden för spridningsjämnhet, arbetsbredd och giva hos spridaren från Brönderslev. Värdet för utmatning avser ett läge för ett reglage hos spridaren.

Table 2. Calculated values for spreading uniformity, working width and dose in the Brönderslev spreader. The delivery value refers to the position of a control on the spreader.

Askkälla *Origin of ashes*	Inställning: matnings-hast. och lucköppning *Adjustment: delivery rate and aperture opening*	Spridnings-jämnhet, vk % *Spreading uniformity, coeff. of var., %*	Beräknad optimal arbets-bredd, m *Calculated optimal working width, m*	Arbets-bredds-område, m *Range of working width, m*	Giva vid optimal arbetsbredd ton/ha *Dose at optimal working width, tonnes/ha*
Kvänum	Utmatn. 4, lucka öppen 65 cm	10	4,5	4-8	24,1
Såtenäs	Utmatn. 4, lucka öppen 65 cm	34	4,5 *	4,5-6	14
	Utmatn. 4, lucka öppen 45 cm	26	4,5 *	4,5-5,5	10,4
Söderköping	Utmatn. 4, lucka öppen 65 cm	52	2,5 *	Inget	12,6
	Utmatn. 4, lucka öppen 45 cm	45	2,0 *	Inget	12,6
	Utmatn. 3, lucka öppen 45 cm	7	1,5 *		7,6
	Utmatn. 2,5, lucka öppen 45 cm	8	1,5 *	1,5-2	2,9
	Utmatn. 2, lucka öppen 45 cm	18	1,0 *	1-2	1,5

* Överlappningen är begränsad till 2/3 av kastvidden
* *Overlapping in limited to 2/3 of the casting range*

Spridare 2, Hill HS 11-2000

Spridningsbilden för spridare 2 framgår av bild 7. Spridaren kastade huvuddelen av askan åt sidorna och endast en mindre del bakåt vilket resulterade i en M-formad spridningsbild. Typen av bild är vanlig hos spridare med två spridartallrikar och medför en mycket ojämn spridning. Ytterligare en följd av M-formade spridningsbilder är små intervall för arbetsbreddens variation. För spridare 2 var intervallet i två fall omöjligt att beräkna (tabell 3).

Givorna som Hillspridaren gav var stora. Det skulle inte vara möjligt att sänka givan genom att öka avståndet mellan dragen utan att spridningsjämnheten samtidigt blev oacceptabel.

Arbetsbredden hos spridare 2 överensstämde med den som har erhållits när stallgödsel spridits med en mindre modell av denna maskin. Spridningsjämnheten var emellertid betydligt sämre med aska. Med stallgödsel har erhållits variationskoefficienter på i genomsnitt mellan 25 och 30 % beroende på gödselklass.

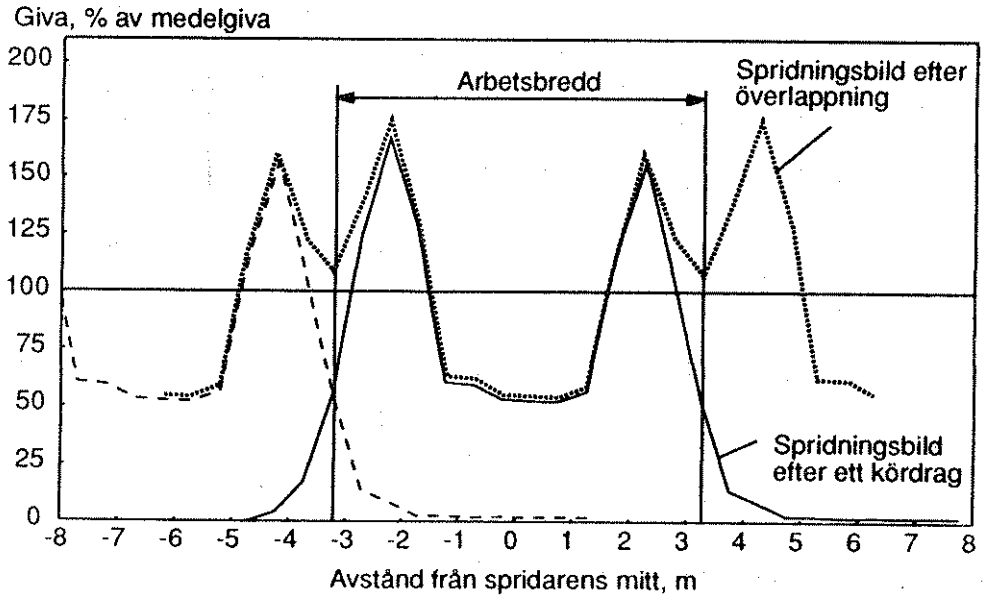


Bild 7. Spridningsbild med aska från Kvänum och stallgödselspridaren av märket Hill.

Figure 7. Spreading pattern with ashes from Kvänum and a Hill manure spreader.

Tabell 3. Beräknade värden för spridningsjämnhet, arbetsbredd och giva hos Hill-spridaren.

Table 3. Calculated values for spreading uniformity, working width and dose in the Hill spreader.

Askkälla	Inställning: lucköppning samt avstånd tallrikar - lucka	Spridnings-jämnhet, vk %	Beräknad optimal arbets-bredd, m	Arbets-bredds-område, m	Giva vid optimal arbetsbredd ton/ha
Kvänum	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 25 cm bakom	41	6,5	3,5-3,5	16,4
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 25 cm bakom	44	6,5	6-6	7,9
Såtenäs	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 25 cm bakom	38	7,0	6,5-6,5	24,9
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 25 cm bakom	38	6,5	6-6,5	12
Söderköping	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 15 cm bakom	53	7,5	Inget	24,4
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 15 cm bakom	44	6	Inget	9,3
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 15 cm bakom	46	6	2,5-3,5	7,9

Spridare 3, Star Powerspread 730

Spridningsjämnheten hos spridare 3, som var sidokastande, var bäst bland registreringarna från de tre spridarna och i paritet med resultat från spridning med stallgödsel (bild 8 och tabell 4). Med den typ av spridningsbild som maskinen gav, där huvuddelen av materialet ligger nära spridaren och resten är fördelat över en relativt stor yta, är det dock ofta omöjligt att finna en överlappning som ger en fullt tillfredsställande jämnhet.

Även med denna tredje spridare var arbetsbredd och arbetsbreddsområde mindre än vad som har erhållits när stallgödsel har spridits. Den optimala arbetsbredden var i samtliga prov utom ett begränsad nedåt av att överlappningen inte fick överstiga 2/3 av kastvidden.

Spridare 2, Hill HS 11-2000

Spridningsbilden för spridare 2 framgår av bild 7. Spridaren kastade huvuddelen av askan åt sidorna och endast en mindre del bakåt vilket resulterade i en M-formad spridningsbild. Typen av bild är vanlig hos spridare med två spridartallrikar och medför en mycket ojämn spridning. Ytterligare en följd av M-formade spridningsbilder är små intervall för arbetsbreddens variation. För spridare 2 var intervallet i två fall omöjligt att beräkna (tabell 3).

Givorna som Hillspridaren gav var stora. Det skulle inte vara möjligt att sänka givan genom att öka avståndet mellan dragen utan att spridningsjämnheten samtidigt blev oacceptabel.

Arbetsbredden hos spridare 2 överensstämde med den som har erhållits när stallgödsel spridits med en mindre modell av denna maskin. Spridningsjämnheten var emellertid betydligt sämre med aska. Med stallgödsel har erhållits variationskoefficienter på i genomsnitt mellan 25 och 30 % beroende på gödselklass.

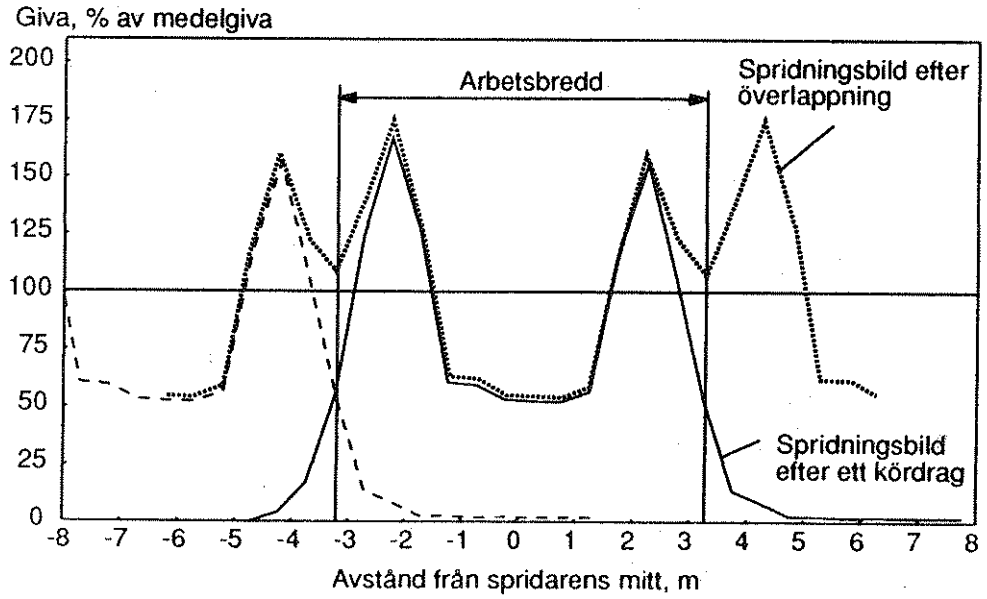


Bild 7. Spridningsbild med aska från Kvänum och stallgödselspridaren av märket Hill.

Figure 7. Spreading pattern with ashes from Kvänum and a Hill manure spreader.

Tabell 3. Beräknade värden för spridningsjämnhet, arbetsbredd och giva hos Hill-spridaren.

Table 3. Calculated values for spreading uniformity, working width and dose in the Hill spreader.

Askkälla	Inställning: lucköppning samt avstånd tallrikar - lucka	Spridnings-jämnhet, vk %	Beräknad optimal arbets-bredd, m	Arbets-bredds-område, m	Giva vid optimal arbetsbredd ton/ha
Kvänum	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 25 cm bakom	41	6,5	3,5-3,5	16,4
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 25 cm bakom	44	6,5	6-6	7,9
Såtenäs	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 25 cm bakom	38	7,0	6,5-6,5	24,9
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 25 cm bakom	38	6,5	6-6,5	12
Söderköping	Lucköppn. 35 cm Tallrikar 15 cm bakom	53	7,5	Inget	24,4
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 15 cm bakom	44	6	Inget	9,3
	Lucköppn. 20 cm Tallrikar 15 cm bakom	46	6	2,5-3,5	7,9

Spridare 3, Star Powerspread 730

Spridningsjämnheten hos spridare 3, som var sidokastande, var bäst bland registreringarna från de tre spridarna och i paritet med resultat från spridning med stallgödsel (bild 8 och tabell 4). Med den typ av spridningsbild som maskinen gav, där huvuddelen av materialet ligger nära spridaren och resten är fördelat över en relativt stor yta, är det dock ofta omöjligt att finna en överlappning som ger en fullt tillfredsställande jämnhet.

Även med denna tredje spridare var arbetsbredd och arbetsbreddsområde mindre än vad som har erhållits när stallgödsel har spridits. Den optimala arbetsbredden var i samtliga prov utom ett begränsad nedåt av att överlappningen inte fick överstiga 2/3 av kastvidden.

Det smala arbetsbreddsområdet gjorde det inte heller med denna spridare möjligt att sänka givan genom att öka kördragsavståndet, även om jämnheten härvid inte försämrades lika dramatiskt som hos de övriga spridarna.

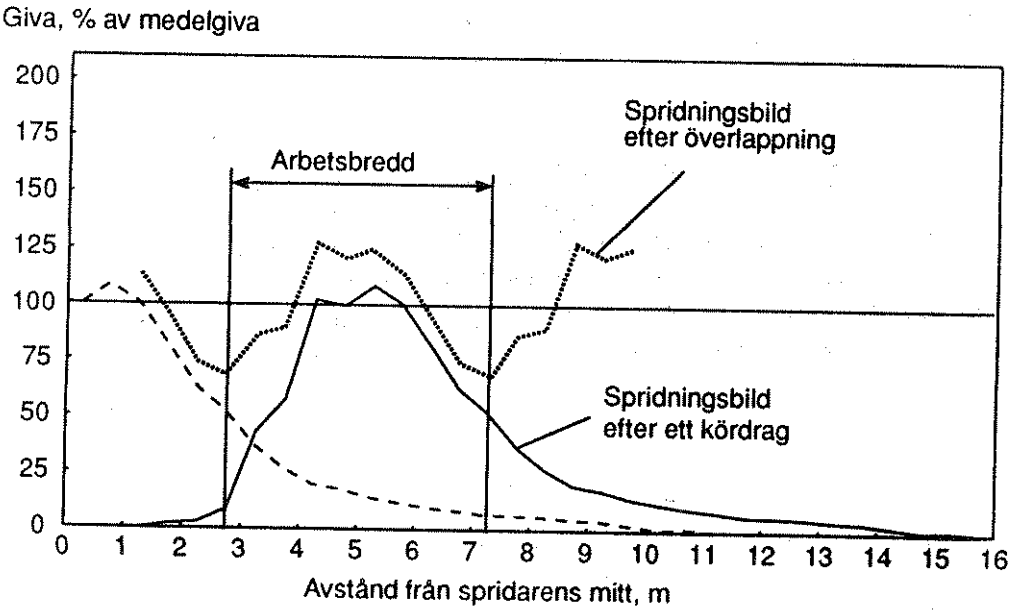


Bild 8. Spridningsbild med aska från Kvänum och stallgödselspridaren av märket Star. Spridaren är sidokastande.

Figure 8. Spreading pattern with ashes from Kvänum and a Star manure spreader, that casts sideways.

Tabell 4. Beräknade värden för spridningsjämnhet, arbetsbredd och giva hos Star-spridaren.

Table 4. Calculated values for spreading uniformity, working width and dose in the Star spreader.

Askkälla	Inställning	Spridnings-jämnhet, vk %	Beräknad optimal arbets-bredd, m	Arbets-bredds-område, m	Giva vid optimal arbetsbredd ton/ha
Kvänum	Lucköppn. 3 Lucköppn. 4	23 11	4,5 * 7,5	4,5-6,5 5,5-15	16,3 16
Såtenäs	Lucköppn. 3 Lucköppn. 4	24 12	7,5 * 6,0 *	7,5-9,5 6-10	15,8 27,6
Söderköping	Lucköppn. 3 Lucköppn. 2,5 Lucköppn. 2	19 16 18	3,0 * 2,5 * 2,5 *	3-4 2,5-3,5 2,5-4	17,7 15,5 10

* Överlappning är begränsad till 2/3 av kastvidden

Utmatningsprov

Vid utmatningsprov registreras, såsom tidigare beskrivits, flödet från spridaren under tömningen av ett helt lass till skillnad mot hittills redovisade registreringar som avsett stickprov tagna under några sekunder. Ett utmatningsprov med respektive spridare och aska från Såtenäs har utförts. Under utmatning ändrades luckinställningen för att utröna möjligheten att på detta sätt reglera givan.

Provet med Starspridaren fick avbrytas på grund av driftstopp. Spridaren från Brönderslev gav en för stallgödselspridare jämn utmatning, bild 9. Givan motsvarade 19 ton/ha vid optimal arbetsbredd och vid samma körhastighet och lucköppning som i de tidigare redovisade sidledsproven. En justering av luckans öppning då halva lasset återstod indikerade, liksom vid sidledsproven, att luckan är användbar för smärre justeringar av givans storlek.

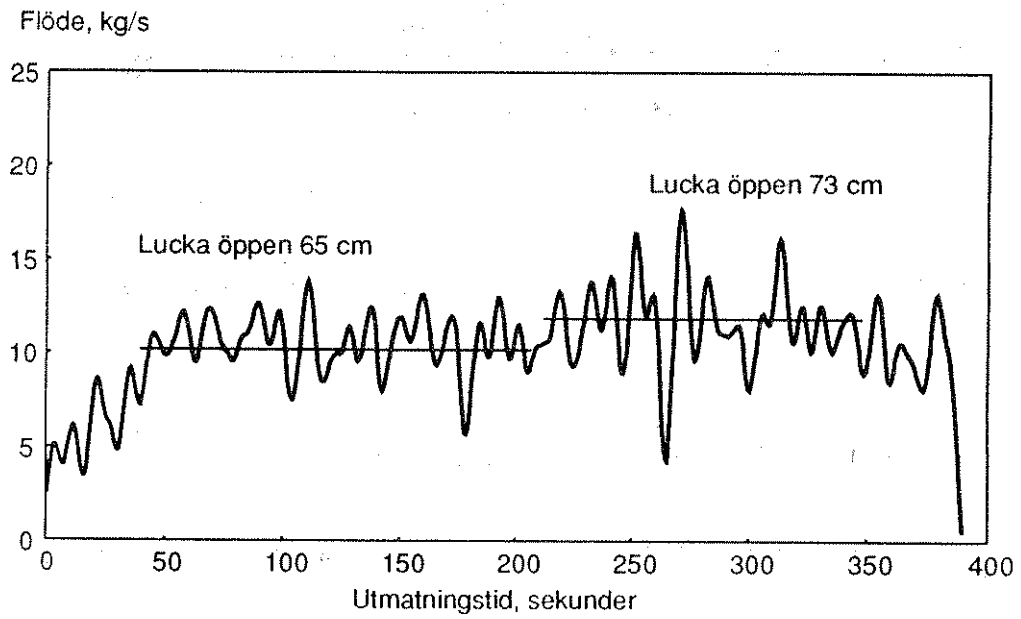


Bild 9. Flödeskurva från utmatningsprov med spridaren från Brönderslev och aska från Såtenäs.

Figure 9. Flow curve from delivery tests with the Brönderslev spreader and ashes from Såtenäs. x = delivery time, seconds. y = flow, kg/s. "Lucka öppen" = aperture open.

Hillspridaren gav med fullt öppen lucka en relativt jämn men hög utmatning, motsvarande en giva av ca 39 ton/ha, bild 10. När man vid i det närmaste full last ströp flödet med luckan till motsvarande ca 10 ton/ha ökade samtidigt effektförbrukningen markant och luckan började svikta. Det visade sig senare att den hade fått en bestående skada, dvs det är inte möjligt att med maskinens standardutförande erhålla en tillräckligt låg giva vid fullt lass.

Observationer vid spridning

Vid spridning av askan från Kvänum noterades att askan genomgick en fasomvandling från "torr" och fast aska via ett smöraktigt tillstånd under bearbetningen i spridaren till en murbruksliknande fas med fri vätska efter spridningen. Tydligast noterades detta i Starspridaren som bearbetade materialet i behållaren och formligen rev sönder askan i spridarorganet. Fasomvandlingen bedömdes inte påverka spridningen negativt. Snarare medför den eventuellt positiva effekter. Till exempel torde vindkänsligheten vid spridning minska.

Askan från Såtenäs innehöll en viss andel hårda klumpar, s.k. slagg eller sintrad aska, vilket gav askan speciella egenskaper. Bland annat noterades efter spridning en tydlig separation. Det pulvriserade materialet hade landat närmast spridaren medan de större partiklarna hade landat längre bort. Detta innebär naturligtvis en risk att askan blir ojämnt fördelad. Eventuell ojämnhet förstärks av att näringsämnena i de sintrade klumparna frigörs långsammare än från finfördelad aska. Om klumparna dessutom har en annan sammansättning än den pulvriserade delen av askan blir jämnheten ännu sämre. Största separationen erhölls från Hillspridaren, vilken kastade materialet åt båda sidorna. Även Starspridaren separerade askan, men eftersom maskinen sprider åt endast en sida medför i detta fall efterkommande överlappning att fördelningen jämnas ut. Också hos maskinen från Brönderslev upphävdes effekten av separationen under körning, här på grund av att spridaren kastade det mesta av askan bakåt.

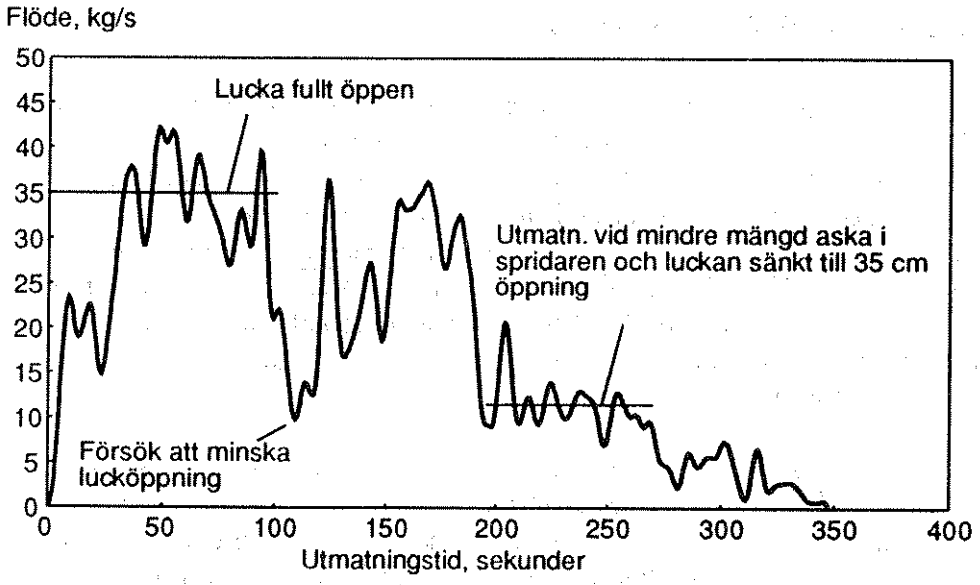


Bild 10. Flödeskurva från utmatningsprov med Hillspridaren och aska från Såtenäs.

Figure 10. Flow curve from delivery tests with the Hill spreader and ashes from Såtenäs. 1. Aperture fully open, 2. Attempts to reduce the aperture opening, 3. Delivery with small amounts of ashes in the spreader and the aperture lowered to an opening of 35 cm.

De sintrade klumparna, som i Såtenäsaskan förekom i storlek 1-10 cm, medförde dessutom vid aktuell vattenhalt att skjuvmotståndet i askan ökade kraftigt när askan utsattes för tryck. Effekten var så kraftig att Starspridaren ej gick att tömma efter lastning till fullt lass. Bottenskruven fastnade och överbelastningsskyddet löste ut. Det visade sig vidare hos Hillspridaren att det med aska från Såtenäs var svårt att strypa flödet med luckan vid fullt lass. Ojämn utmatning, tydligt ökat effektuttag och maskinslitage blev följden.

Under startsekunderna gav Hill- och Starspridarna lokalt en mycket hög giva. Detta berodde på att spridarorganen då inte arbetade med fullt varvtal och att luckan, såsom beskrivits, ej kunde hållas stängd.

Samtliga askor visade tendenser till att bilda valv vilket hindrade askans rörelse i spridarnas behållare. Vid utlopp eller där aska hade bearbetats under tryck bildades dessutom hårda beläggningar, vilket hämmade utmatningen.

Vid fullt lass och när frammatningen var större än vad utloppet tillät visade sig både Star- och Hillspridaren ha uppenbara problem att älta askan i behållaren. I dessa och liknande fall riskeras därför maskinhaveri, stopp i utmatningen eller i lindrigaste fall endast en ökad effektåtgång om utloppsöppningen begränsas. Att minska utflödet genom att delvis stänga luckan för utloppet var alltså inte möjligt.

Slutsatser och diskussion

Spridningsjämnheten var över lag alltför dålig med hänsyn till de krav man kan ställa på spridningen av ett så, i förhållande till stallgödsel, näringsrikt gödselmedel som aska. Kravet på jämnhet bör ställas i relation till askans användning. Om askan tillförs i syfte att förrådsgödsla eller kalka är effekten av ojämn spridning mindre än om man avser att gödsla för enbart årets behov. Askans sammansättning, med låg P/K-kvot, innebär ofta att det är omöjligt att förrådsgödsla med fosfor utan att samtidigt tillföra för mycket kalium. Det är därför troligt att man för det mesta kommer att sprida aska i mängder som motsvarar endast årsbehovet av fosfor.

Det har med de testade maskinerna inte varit möjigt att sprida så små givor som är aktuella vid spridning av aska. Detta är en följd av svårigheten att begränsa utmatningsmängderna i kombination med små arbetsbredder. Givan skulle i några av de aktuella fallen nå en acceptabel nivå om man kör fortare än i studien samt om man avviker från optimal arbetsbredd.

Vid spridning av aska med Hillspridaren noterades ett spill rakt under de två spridartallrikarna. Av försökstekniska skäl var det inte möjligt att samla upp detta spill. I praktiken kommer spillet innebära att en del av redovisad ojämnhet kompenseras. Hur mycket går dock inte att säga.

Askans inre friktionsegenskaper visade sig ha inverkan på funktionen hos spridarna. Med några av spridarna var det svårt att överhuvudtaget få dem att fungera när lasset var fullt. Att mätningar trots detta kunnde genomföras med alla spridare och alla askor beror på att ingen spridare lastades till mer än 2/3 av full kapacitet. Här kan vi bara konstatera att vi i dagsläget vet för lite om askan och hur vattenhalt och förekomsten av klumpar påverkar dess egenskaper.

Till Brönderslevspridaren finns, som tillbehör, en plåt att montera bakom spridarvalsarna. Avsikten med denna är att, vid spridning av s.k. kletgödsel och liknande, styra materialet ner mot de skivor som sitter längst ner på valsarna. Utrustningen skulle med stor sannolikhet ge bättre spridningsresultat än de som nu erhölls.

Till Hillspridaren kan levereras utrustning för hydraulisk drift av bottenskruvar och spridartallrikar, vilket innebär att dessa blir reglerbara oberoende av varandra. Med sådan utrustning ges möjlighet att nå mindre utmatningsmängder.

Enligt erfarenheter vunna i detta projekt skulle en lämplig spridare för stråaska ha skruvar eller en bottenmatta med separat reglerbar hastighet och en spårstyrd lucka. Själva spridningsmomentet skulle sedan utföras med två motroterande liggande rivhjul som spred åt var sin sida eller möjligen spridartallrikar. Vissa maskiner avsedda för spridning av kalk överensstämmer till stor del med denna beskrivning. Kalkspridare är också som regel dimensionerade för spridning av de givor som är aktuella för aska.

En blandning av aska och kompost eller rötslam skulle vara ett mer balanserat växtnäringsmedel, samtidigt som man med en sådan blandning sannolikt skulle kringgå de tekniska problemen vid spridning av enbart aska. Det finns emellertid flera frågetecken rörande effekterna av att blanda nämnda produkter. Halterna av tillförda tungmetaller måste kontrolleras. Blandningens inverkan på den växtnäring som produkterna innehåller och omfattningen av ammoniakavdunstning och fastläggning av mineraler är exempel på vad som bör undersökas innan ett blandningsförfarande kan rekommenderas.

RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium/REPORT issued by an Accredited Laboratory

SWEDAC ACKREDITERING 1002

Jordbrukstekniska institutet
Svante Flodén
Box 7033
750 07 UPPSALA

Handläggare, enhet/*Handled by, department*	Datum/*Date*	Beteckning/*Reference*	Sida/*Page*
Yngve Albinsson, Kemisk analys, ce Tel +46 (0)33 16 56 65	1995-03-28	94K1 4369	1 (2)

Analys av askor

Föremål

Tre askor, insända av uppdragsgivaren.

Provmärkning:	Kvänum, Såtenäs resp Söderköping
Förpackning:	Hinkar
Provmängd:	1-2 kg
Ankom KA:	1994-12-29
Provningsdatum:	Veckorna 2-6/95

Uppdrag

Bestämning av pH, fukthalt, halt oförbränt som glödförlust, huvudelement, spårelement inkl kvicksilver, arsenik, selen, bor och klor (som klorid).

Metoder

Fukthalt:	SP 0516. Torkning vid 105 °C
Oförbränt som glödförlust:	SP 0515 (motsvarar godkänt förslag till svensk standard SS 18 71 87, avsnitt 4)
Huvudelement:	
S	SP 0658
P	SP 0509 (mod. ISO 622)
Si, Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ti	SP 0510 (ICP-kvantifiering)
Spårelement:	
provupparbetning	SP 0512 (= ASTM D 3683)
kvantifiering Pb, Cd, Mo	SP 0511 (AAS grafitugn)
kvantifiering Cu, Cr, Zn, Ni, V	SP 0512 (ICP)
Kvicksilver:	SP 0505 (= ASTM D 3684)
Arsenik, selen:	ASTM D 4606 (AAS hydridgenerering) *
Bor:	SP 0670 (uppslutning i mikrovågugn; kvantifiering med ICP)
Klorid:	Lakning; kvantifiering med jonkromatografi *
pH:	1,0 g prov/9,0 g vatten; pH-metriskt genom jämförelse med buffert-lösningar (certifierade referensmaterial) *

* Ej ackrediterad metod

Ackrediterade laboratorier utses av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45 001. Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Accredited laboratories are appointed by the Swedish board for technical accreditation (SWEDAC) under the terms of the Act. The Swedish accredited laboratories meet the requirements set up in SS-EN 45 001. This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of SWEDAC and SP.

Resultat

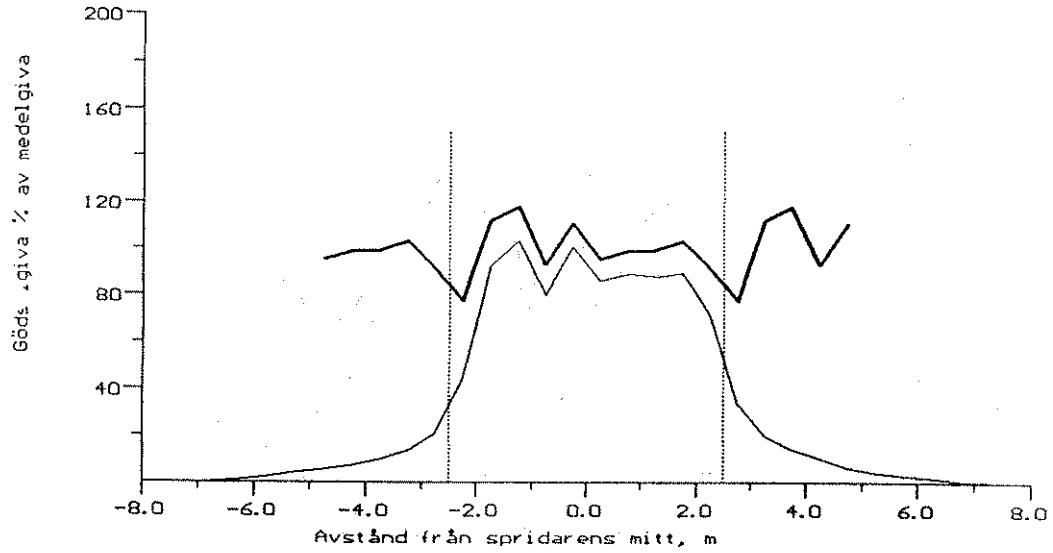
På prov i inlämningstillstånd	Kvänum	Såtenäs	Söderköping
Fukthalt, vikt-%	59,1	40,1	25,6
pH	10,3	10,3	11,2
På torrt prov			
Halt oförbränt, vikt-%	13,1	10,9	7,4
Kisel, Si, vikt-%	30,6	32,1	27,8
Aluminium, Al, vikt-%	0,41	0,60	0,99
Kalcium, Ca, vikt-%	4,69	3,30	4,46
Järn, Fe, vikt-%	0,37	0,43	0,63
Kalium, K, vikt-%	7,73	9,30	12,08
Magnesium, Mg, vikt-%	1,34	0,98	1,56
Mangan, Mn, vikt-%	0,05	0,04	0,09
Natrium, Na, vikt-%	0,39	0,35	0,23
Titan, Ti, vikt-%	0,02	0,03	0,05
Fosfor, P, vikt-%	1,38	0,95	1,89
Svavel, S, vikt-%	0,20	0,11	0,38
Klor, Cl, vikt-%	0,30	0,17	0,51
Bly, Pb, µg/g	6	4	8
Kadmium, Cd, µg/g	0,7	0,6	0,3
Koppar, Cu, µg/g	33	32	65
Krom, Cr, µg/g	16	30	60
Molybden, Mo, µg/g	13	14	22
Nickel, Ni, µg/g	30	30	66
Zink, Zn, µg/g	180	150	220
Vanadin, V, µg/g	13	29	51
Bor, B, µg/g	<60	<60	<60
Kvicksilver, Hg, µg/g	0,05	0,04	<0,03
Arsenik, As, µg/g	<0,5	<0,5	0,8
Selen, Se, µg/g	<0,1	<0,1	<0,1

SP - Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Kemisk analys

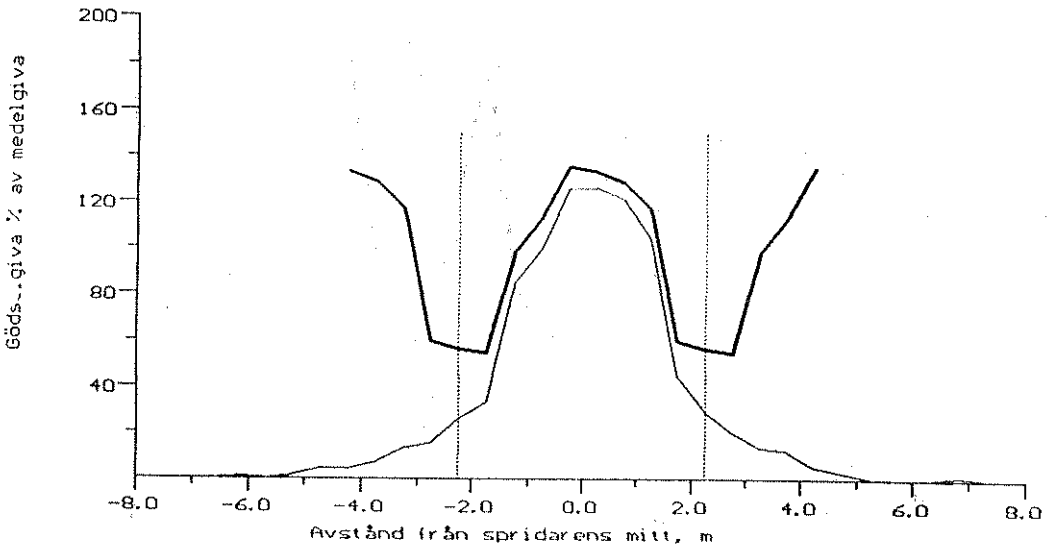
Margret Mänsson
Tekniskt ansvarig

Yngve Albinsson
Teknisk handläggare

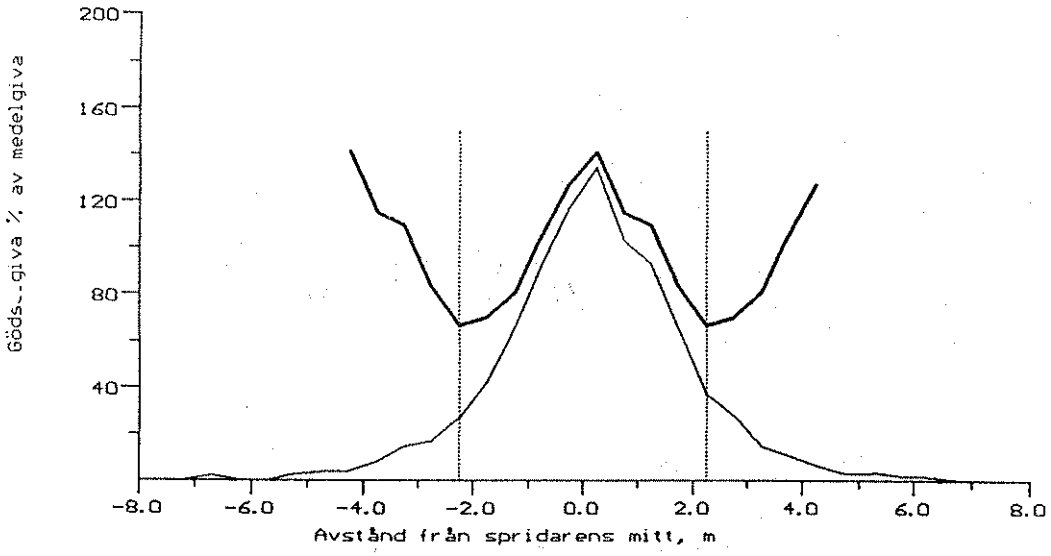
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 65 cm, bottenmatta shuntläge 4
Aska från Kvänum
Medelvärde av 5 upprepningar



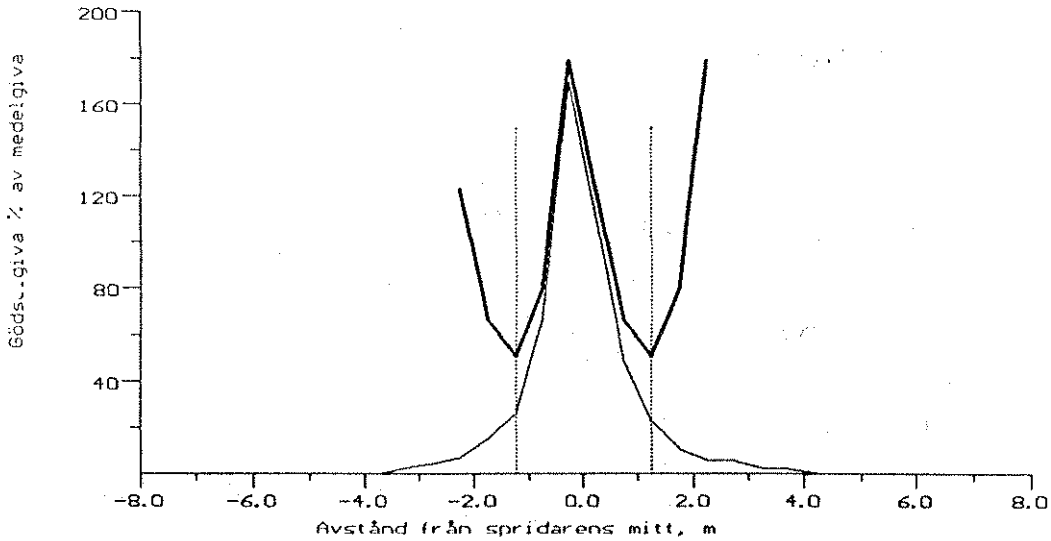
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 65 cm, bottenmatta shuntläge 4
Aska från Såtenäs
Medelvärde av 4 upprepningar



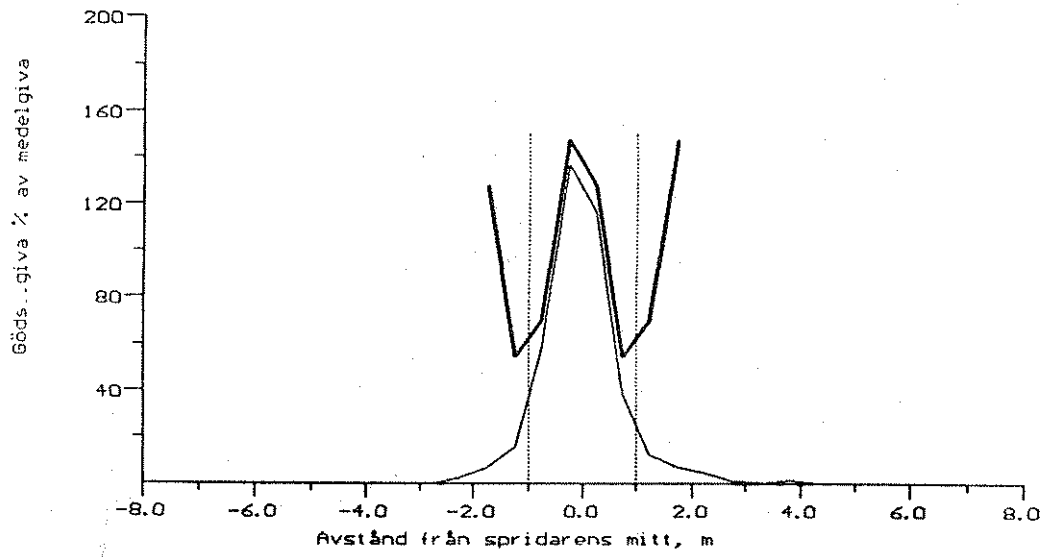
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 45 cm, bottenmatta shuntläge 4
Aska från Såtenäs
Medelvärde av 4 upprepningar



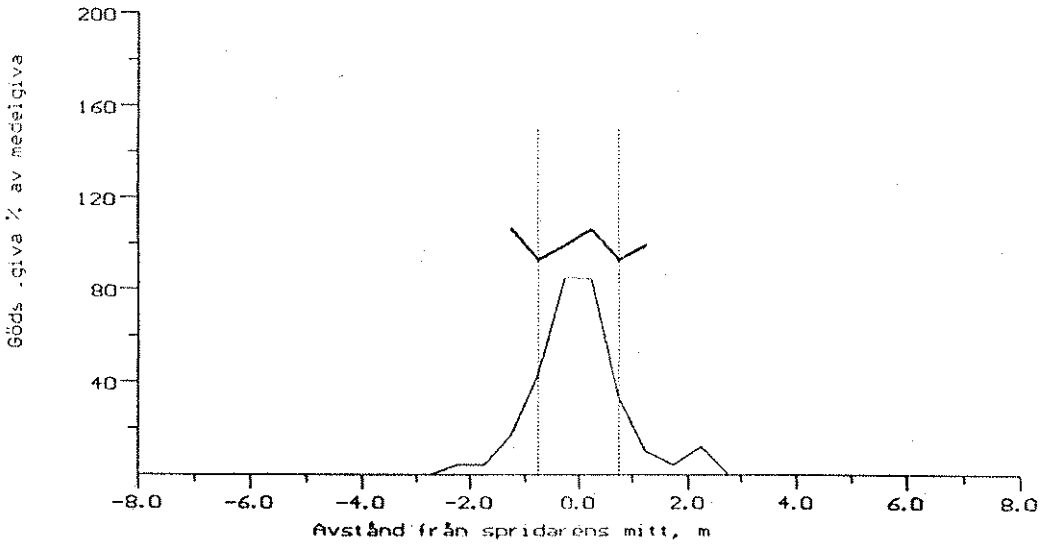
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 65 cm, bottenmatta shuntläge 4
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 upprepningar



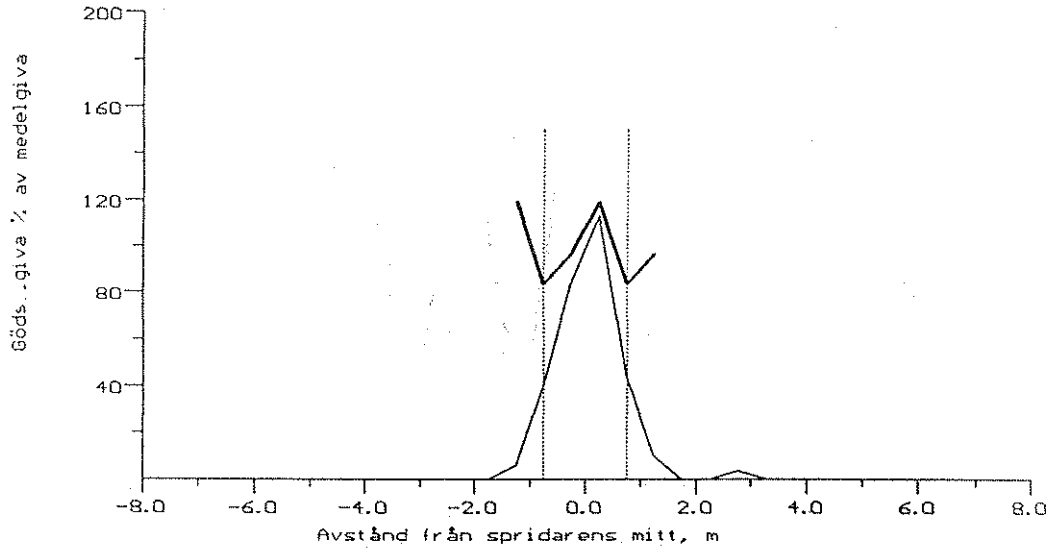
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 45 cm, bottenmatta shuntläge 4
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 upprepningar



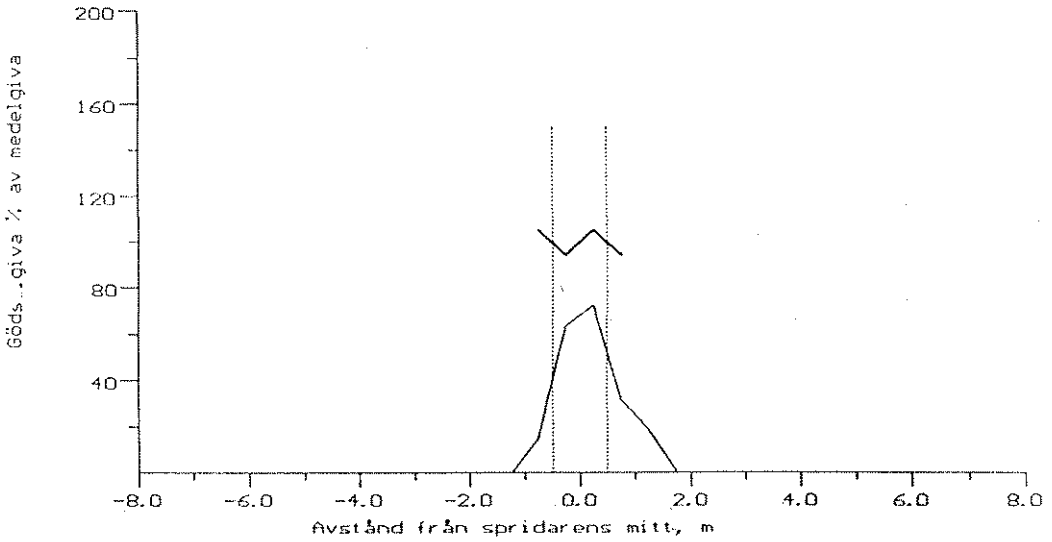
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 45 cm, bottenmatta shuntläge 3
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 upprepningar



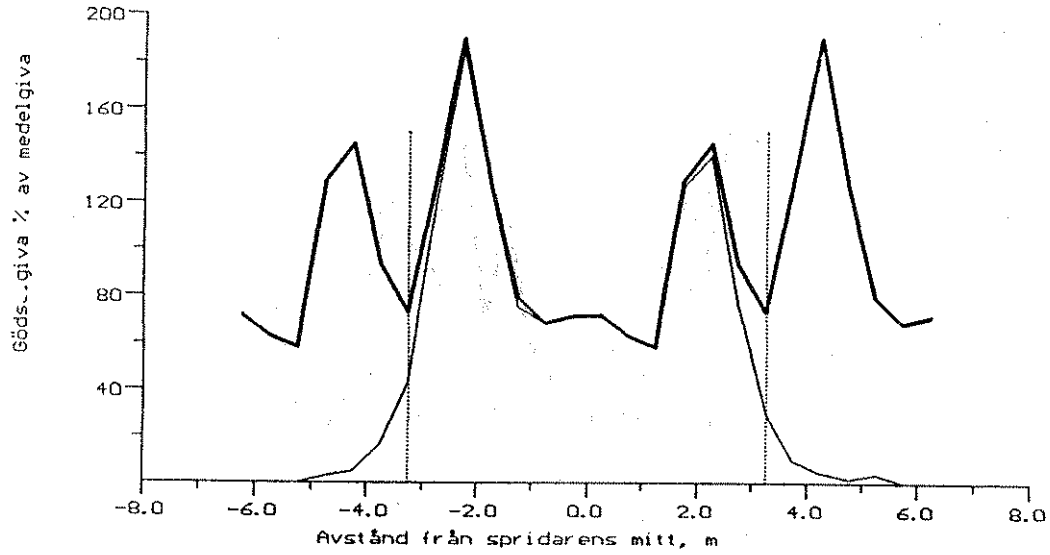
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 45 cm, bottenmatta shuntläge 2,5
Aska från Söderköping
Medelvärde av 4 upprepningar



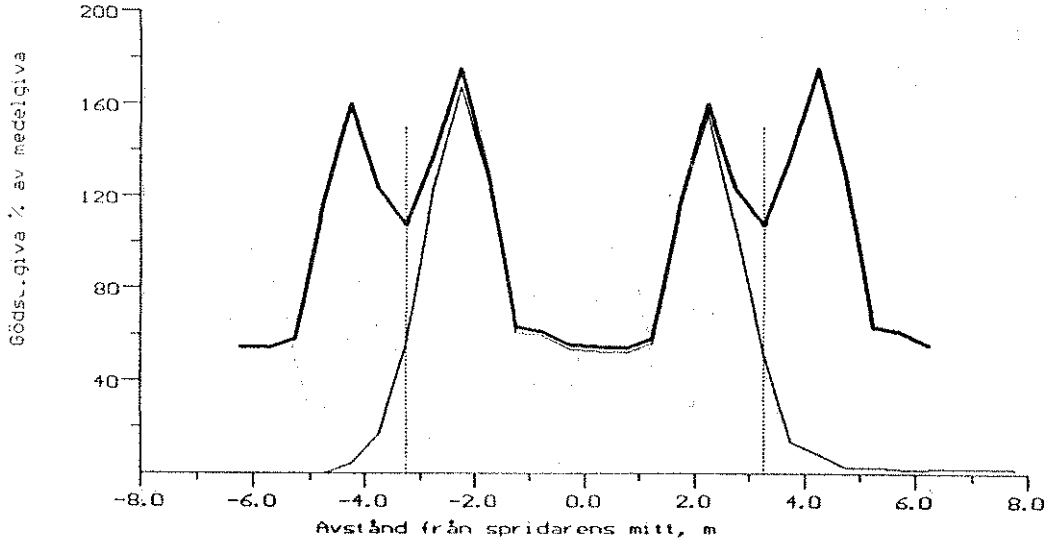
Brönderslev UM 95 SL
Lucka öppen 45 cm, bottenmatta shuntläge 2
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 upprepningar



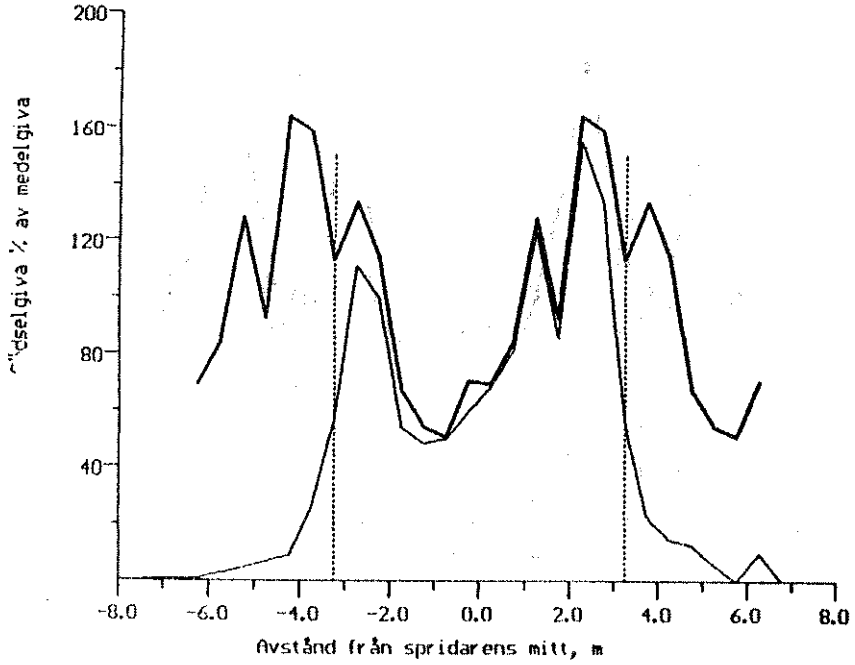
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 35 cm, tallrikscentrum 25 cm bakom lucka
Aska från Kvänum
Medelvärde av 3 serier



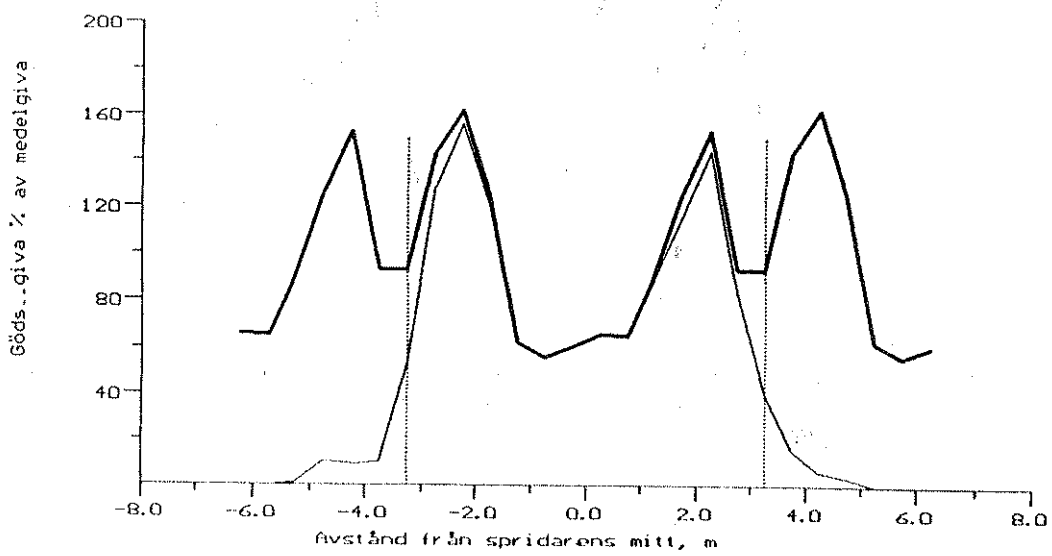
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 20 cm, tallrikscentrum 25 cm bakom lucka
Aska från Kvänum
Medelvärde av 3 serier



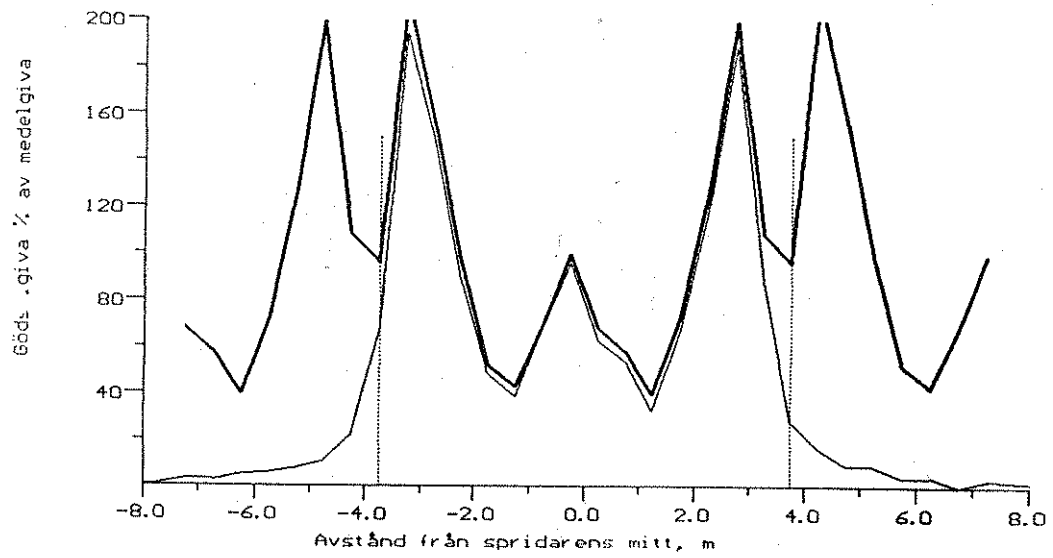
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 35 cm, tallrikscentrum 25 cm bakom lucka
Aska från Såtenäs
Medelvärde av 3 serier



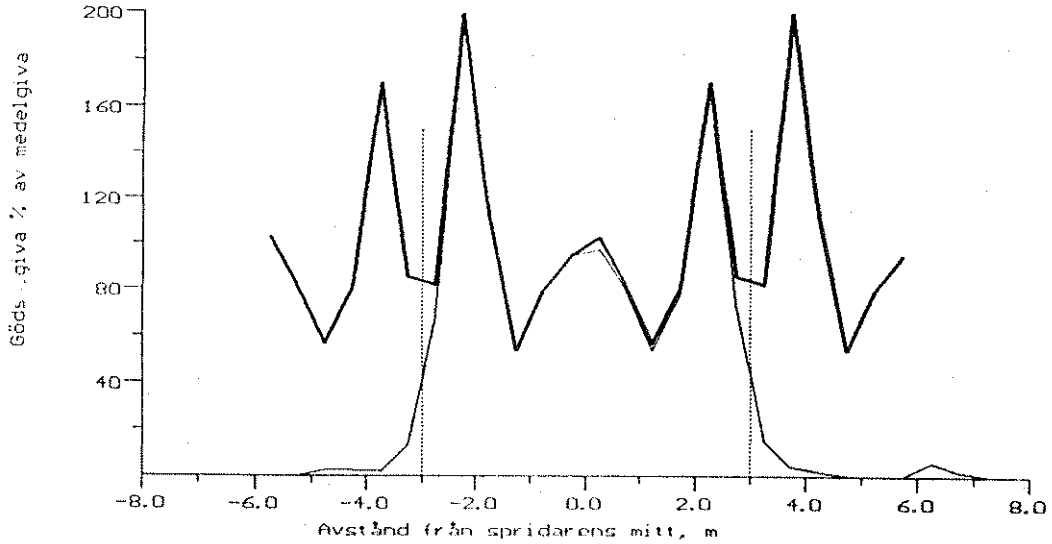
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 20 cm, tallrikscentrum 25 cm bakom lucka
Aska från Såtenäs
Medelvärde av 3 serier



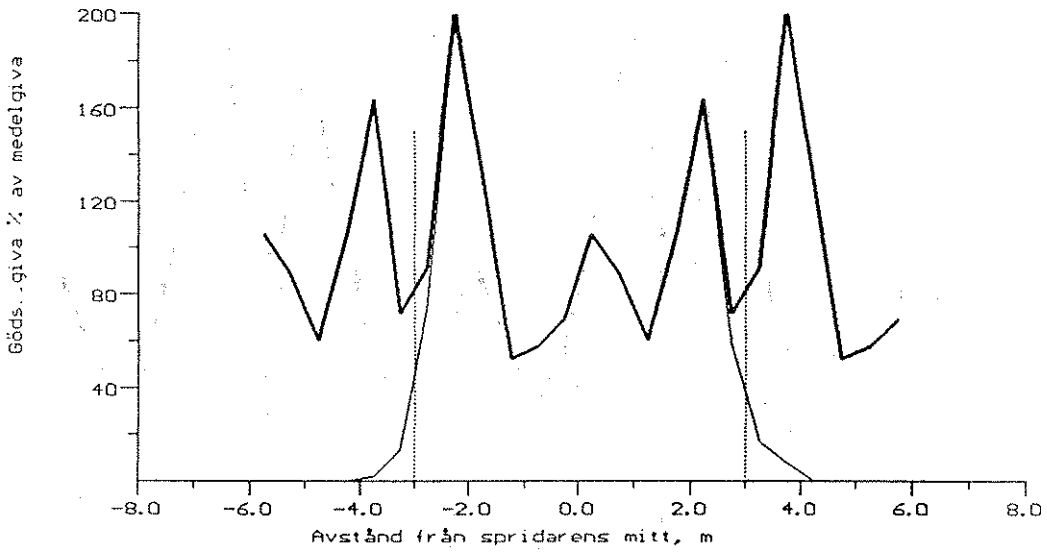
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 35 cm, tallrikscentrum 15 cm bakom lucka
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 serier



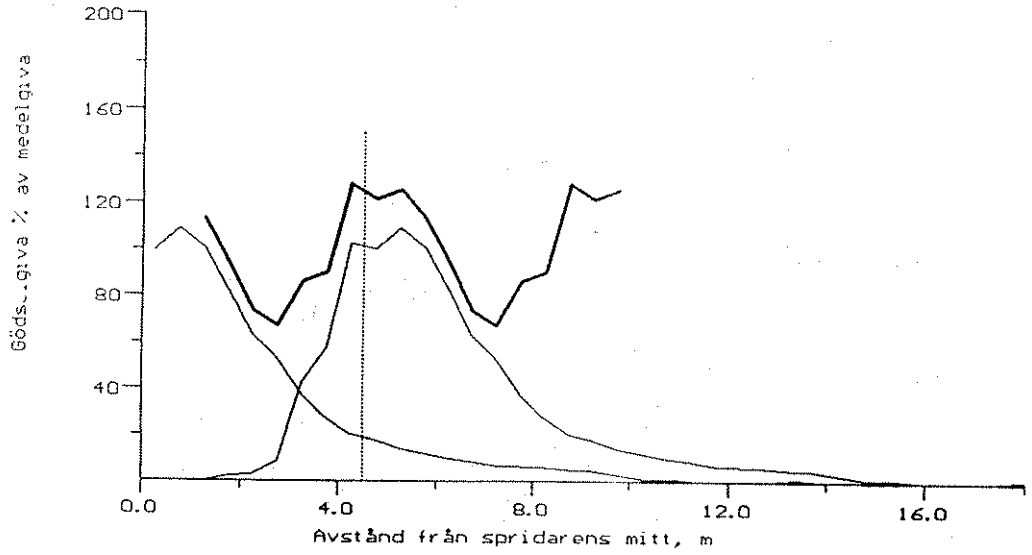
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 20 cm, tallrikscentrum 15 cm bakom lucka
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 serier



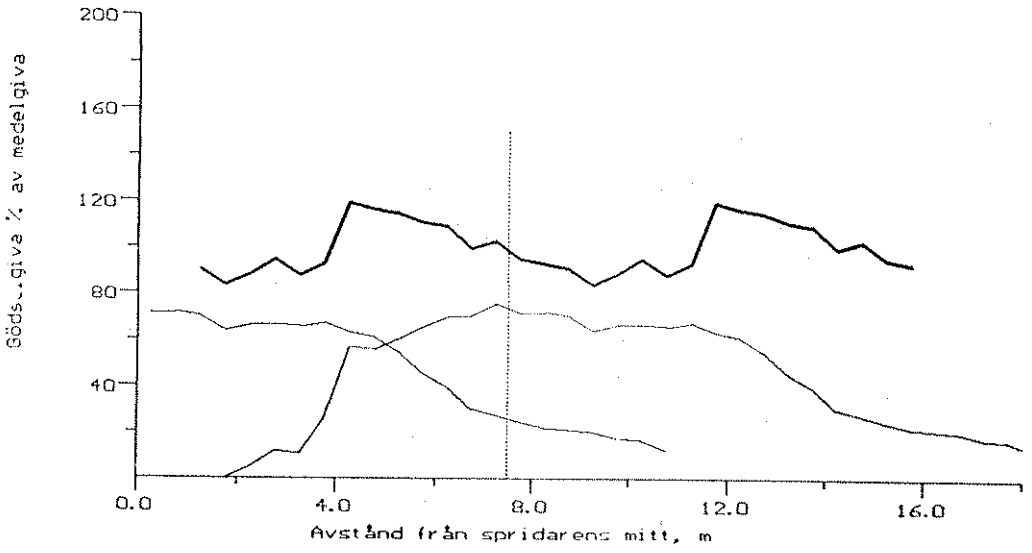
Hill HS 11-2000
Lucka öppen 20 cm, tallrikscentrum 15 cm bakom lucka
Aska från Söderköping
Medelvärde av 3 serier



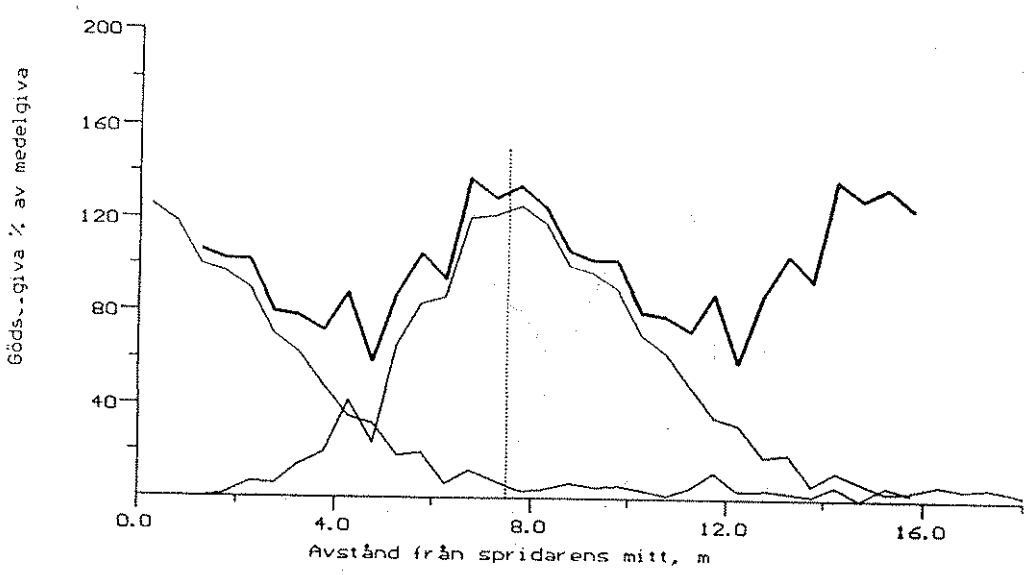
Star Powerspread 730
Lucka i läge 3
Aska från Kvänum



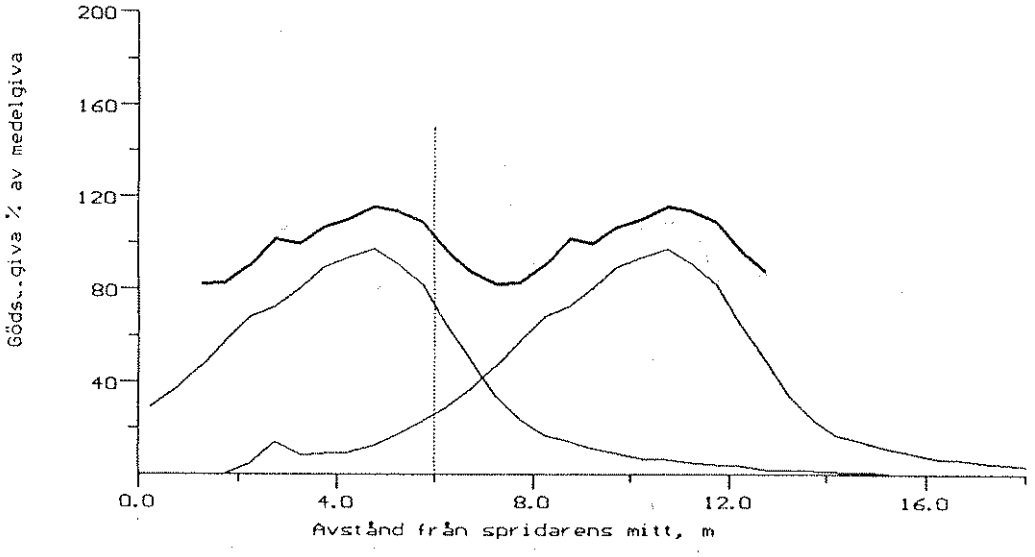
Star Powerspread 730
Lucka i läge 4
Aska från Kvänum



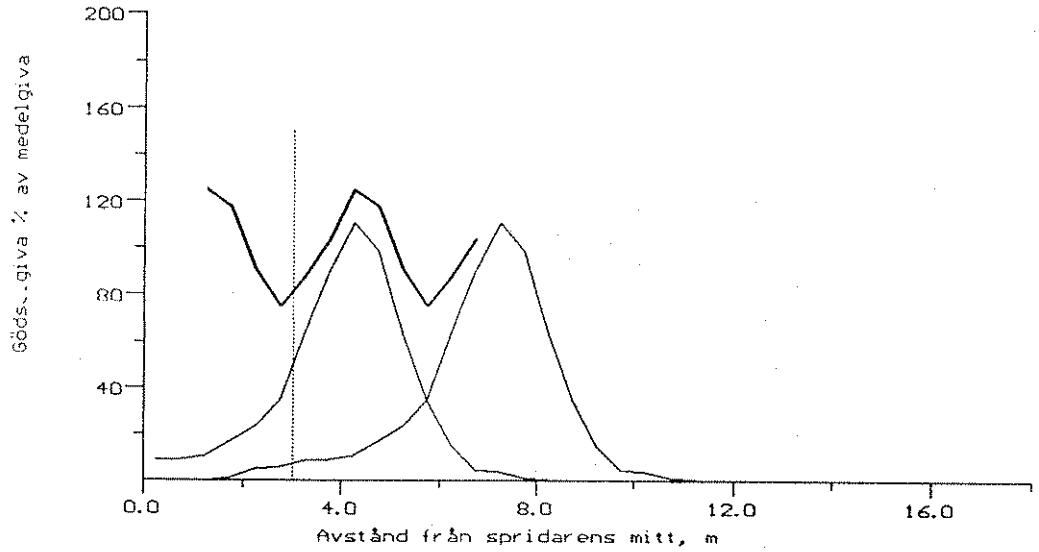
Star Powerspread 730
Lucka i läge 3
Aska från Sätenäs



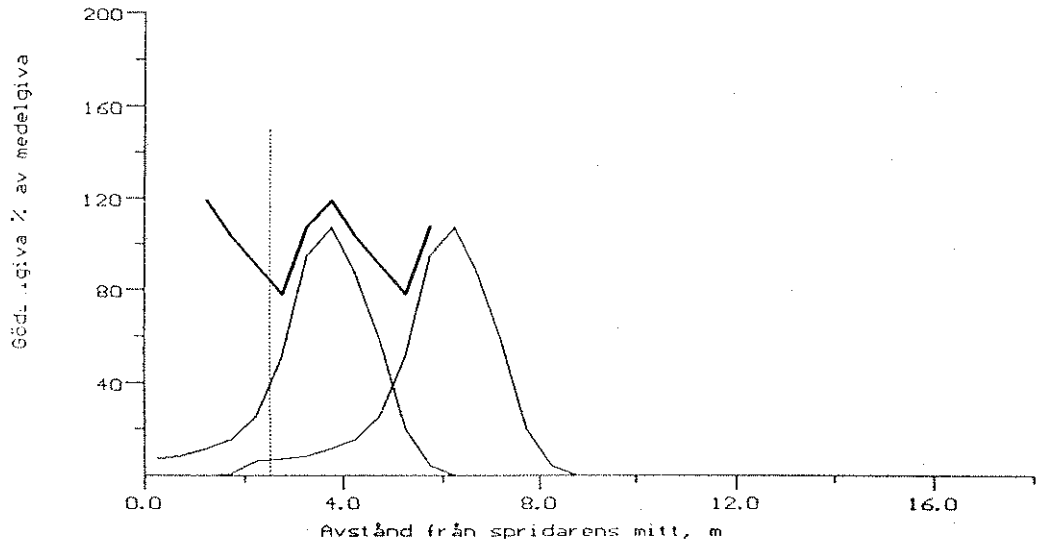
Star Powerspread 730
Lucka i läge 4
Aska från Sätenäs



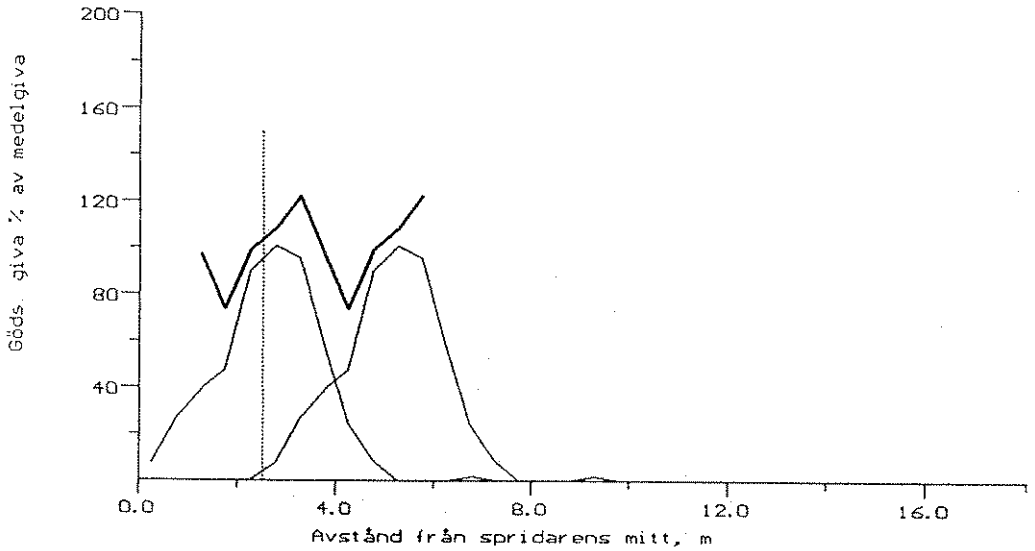
Star Powerspread 730
Lucka i läge 3
Aska från Söderköping



Star Powerspread 730
Lucka i läge 2,5
Aska från Söderköping



Star Powerspread 730
Lucka i läge 2
Aska från Söderköping



Aktuella JTI-rapporter

Nedan listas de rapporter JTI har gett ut under de senaste fyra åren. Vill Du ha en fullständig förteckning över samtliga JTI-rapporter, ring JTI, 018-30 33 00. Den fullständiga listan får Du givetvis gratis.

1992

139 Spridning av flytgödsel i stråsäd. L Rodhe, E Salomon

140 Konkurrenskraften hos olika alternativa metoder för vallskörd och utfodring. A Thylén, H Wiktorsson

141 Beräkningsmodell för avverkning och arbetsbehov vid plöjning. B Jonsson

142 Konstgödselns fysikaliska egenskaper - Mätningar vid fyllning av konstgödselspridare. G Lundin

143 Transport av flytgödsel i rörledning. U Iwars

144 Mät- och reglersystem vid spridning av flytgödsel. J Malgeryd

145 Ströspänningar i djurstallar. S Johansson

146 Konkurrens om grovfoder i lösdrift - En studie av beteende och konsumtion hos mjölkkor. J Olofsson

147 Alternativ slamanvändning. Studie i Uppsala kommun. M Dalemo, A Lindberg

148 Förstudie över teknik för precisionssådd av spannmål. M Andersson

149 Skonsam bearbetning. En litteraturstudie över såbäddsberedning med redskap med rullande bearbetningsverktyg. M Andersson

150 Teknikutvärdering av energiskogsskördare. Tekniskt/ekonomiskt utvärderingsprogram av skördeteknik för energiskog. B Danfors, B Nordén

1993

151 Lufttät lagring av spannmål - en litteraturstudie. O Thomsson, N Ekström

152 Försök med lufttät lagring av fuktig foderspannmål åren 1980/81-1986/87. N Ekström, S Lindgren

153 Arbetsförbrukning vid olika system för mjölkproduktion. B Jonsson

154 Informationsergonomi i skogs- och jordbruksmaskiner. M Zylberstein

155 Småskalig framställning av rapsmetylester. O Norén, G Hadders, S Johansson, L Lindström

156 Gasväxling i ensilerade rundbalar till följd av variationer i atmosfärstryck och temperatur. A Thylén

157 Konvertering av fast- och kletgödsel till flytgödsel. S Karlsson, L Svensson

158 Analys av nya maskinsystem för minskning av jordpackning och markstrukturproblem. E Ilskog, B Danfors

159 Utfodringssystem för slaktsvin med blandning av foder och vätska på boxnivå. K Andersson, A Thylén, K Larsson

160 Storskalig hantering av stråbränslen från jordbruket. G Hadders, D Nilsson

161 Energigrödor för biogas - Effekter på odlingssystem. W Johansson, L Mattsson, L Thyselius, B Wallgren

162 Biogas ur vallgrödor. Teknik och ekonomi vid storskalig biogasframställning. M Dalemo, M Edström, L Thyselius, L Brolin

163 Praktisk systemstudie över användning av rapsolja som bränsle i elsbettmotorer. O Norén

164 Skörd och torkning av spånadslinhalm. Användning av teknik från hö- och spannmålsproduktion. S Ihrsén

165 Kostnadsberäkningar för produktion av kortfiber från lin. H Rosenqvist

166 Stallgödselns fysikaliska egenskaper - mätmetoder, - betydelse vid provning av gödselspridare. J Malgeryd, C Wetterberg, L Rodhe

167 Lantbrukets möjligheter att omfördela elenergiuttaget. S Johansson

168 Användning av snittaggregat och hack vid pressning av torrt strå i storbalar. En orientering. G Hadders

169 Torkningsförlopp för vallväxter i tunna skikt. M Sundberg

170 Beräkningsmodell för avverkning, arbetsbehov och körsträckor vid stallgödselspridning. B Jonsson

171 Produktionsteknik i Sverige och EG. En jämförelse gällande spannmål, mjölk och svin. M Sahlberg

1994

172 Ammoniakavgång vid spridning av flytgödsel. Grundläggande studier i klimatkammare och fält. L Svensson
173 Utvärdering av karaktäriseringsmetoder för stallgödsel. P Malm
174 Klimatmätningar i hyttsimulator. Åtgärder för att förbättra den termiska miljön i fordonshytter. M Bohm, I Holmér, H Nilsson, O Norén
175 Hanteringens inverkan på konstgödselns fysikaliska egenskaper. S Flodén
176 Vindpåverkan vid konstgödselspridning. L Thylén
177 Inställning av giva vid spridning av konstgödsel. L Thylén
178 Analysmetoder för konstgödselns fysikaliska egenskaper. S Flodén
179 Utveckling av ny teknik för spridning av flytgödsel i vårbruk. H Oostra
180 Substitut för flytgödsel och modifiering av flytgödsel vid provning av spridare. P Malm
181 Fortsatt teknikutvärdering av energiskogsskördare. Vintern 1992/93. B Danfors
182 Nya såmaskiner för reducerad bearbetning. J Lidström, L Olsson
183 Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. B. Danfors, H Linnér
184 Forskning rörande utfodringsrutiner och kornas beteende vid lösdriftslaboratoriet på Kungsängens försöksgård. J Olofsson, H Wiktorsson
185 Höskördesystem med vallfodermattor - utformning och kostnader. A Thylén, M Sundberg
186 Förändringar under skördeperioden av bränsleegenskaperna hos halm. G Hadders
187 Hantering och förädling av matpotatis från odling till butik. - Kostnader för olika hanteringssystem. J Orrenius
188 Sortering av potatis. N Bengtsson
189 Kostnadssänkande åtgärder inom spannmålsproduktionen. J Petersson
190 Kostnader för hantering av torrt strå i storbal. S Flodén
191 Erfarenheter kring vårskördad rörflen. G Hadders
192 Spill vid vårskördad rörflen. G Hadders
193 Andningsskydd - erfarenheter av praktisk användning. S Ihrsén
194 Logistik vid direktskörd av Salix. B Danfors, B Nordén
195 Eldning med rapsolja. O Norén
196 Beräkningsmodell för avverkning och arbetsbehov vid spridning och myllning av stallgödsel. B Jonsson

1995

197 Kylning av färskpotatis och dess inverkan på kvaliteten. N Bengtsson, K Larsson
198 Försortering av potatis. N Bengtsson, K Larsson
199 Rapsolja för småskalig kraftvärme. L Avellán, S Johansson, O Norén, C Pilo
200 Harvesting techniques and logistics of short rotation energy forestry. G P M van der Meijden, J K Gigler
201 System för hantering av stråfoder i rund- och fyrkantbal. G Lundin
202 Fortsatt utvärdering av skördeteknik för Salix. Arbetsstudier över direktskörd och helskottsskörd. Vintern 1993/94. B Danfors
203 Spridning av fast- och kletgödsel till vall. L Rodhe, E Salomon, C Rammer
204 Djupströbädd i stall och mellanlager. S Karlsson, K-H Jeppsson
205 Kortfiber från lin. Studier av teknik för mekanisk fiberfriläggning. S Ihrsén, M Sundberg
206 Ergonomiska checklistor för teknisk utrustning vid storbalshantering. Underlag till arbetsmiljögranskning. G Lundin
207 Metoder, arbetsbehov och kostnader för bärgning och hantering av halm till gödselbädd. B Jonsson
208 Industriella användningsområden för linets kortfiber. H Berggren
209 Fjärranalys för växtnäringsstyrning. A Browén
210 Sammanfattande utvärdering av teknik och logistik vid salixskörd. Slutrapport över analys av hanterings- och transportsystem vid skörd av Salix. B Danfors, B Nordén

PRENUMERATION PÅ JTI-RAPPORTER

I serien JTI-rapporter utkommer som regel ca 20 nummer per år.
Avgiften för prenumeration 1995 är 400 kr.

Prenumerationen beställs på telefon 018 - 30 33 00.

Distribution
Jordbrukstekniska institutets expedition
Box 7033
750 07 UPPSALA
Telefon 018 - 30 33 00
Telefax 018 - 30 09 56
Postgiro 29 74 00-4
Bankgiro 171-8246

Nr 211

ISSN 0346-7597