

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

**KONSTGÖDSELSPRIDNING I MELLANSVERIGE
- en systemstudie**

Jan E.T. Svensson

Institutionen för lantbruksteknik

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

Rapport 182

Report

Uppsala 1994

ISSN 0283-0086

ISRN SLU-LT-R--182--SE

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,
Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande		Dokumenttyp	
Lantbruksteknik		Rapport	
		Utgivningsår	Målgrupp
		1994	F, R
Författare/upphov			
Jan E.T. Svensson			
Dokumentets titel			
Konstgödselspridning i Mellansverige - en systemstudie			
Amnesord (svenska och /eller engelska)			
Konstgödselspridning Spridningsbild Spridningsjämnhet			
Projektamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr			ISBN/ISRN
Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik Box 7033, 750 07 Uppsala Rapport 182			SLU-LT-R--182--SE
			ISSN
			0283-0086
Språk	Smf-språk	Omfång	Antal ref.
Svenska	Svenska	22 s. + bilaga	2

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Ultunabiblioteket, Förvärvsavdelningen/LANTDOK
Box 7071
S- 750 07 UPPSALA

Besöksadress

Centrala Ultuna 22
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx
018-671103

Telefax

018-3010 06

SAMMANFATTNING	1
INLEDNING	1
DEFINITIONER	2
MATERIAL OCH METODER	3
MÄTMETODER	4
Spridningsbild	4
Spridningsjämnhet	5
Köravstånd	5
Övrig datainsamling	5
Modellverktyg	6
RESULTAT	6
Generella resultat	6
Individuella resultat	8
<i>Spridningsbild</i>	8
<i>Spridningsjämnhet</i>	9
<i>Positionering</i>	11
<i>Samband mellan spridningsbild, spridningsjämnhet och köravstånd</i>	14
Intervju	15
Simuleringsmodell	16
DISKUSSION	17
Positionering	17
Spridningsbild och spridningsjämnhet	18
Datainsamlingsmetoden	19
Simuleringsmodellen	19
Slutsatser	20
Framtida forskning och utveckling	21
Effekter av ett typgodkännande	21
REFERENSER	22

SAMMANFATTNING

Under 1992 och 1993 har Institutionen för lantbruksteknik vid SLU, Jordbrukstekniska Institutet samt Statens maskinprovningar på Statens jordbruksverks uppdrag i ett flertal projekt arbetat med att utreda möjligheterna att införa ett typgodkännandeförfarande för konst- och stallgödselspridare. Syftet med detta typgodkännande är bl.a. att minska närsaltläckaget från jordbruksmark till grundvattnet. Projektssystemet rörande typgodkännandeförfarandet går under benämningen TYP93.

Inom ramen för TYP93 har en systemstudie över konstgödselspridning i praktiken genomförts. Studien genomfördes hos 32 företag belägna i Uppland, Södermanland och Dalarna. Konstgödselspridarnas precision samt förarnas körstrategi och körskicklighet registrerades. Dessutom intervjuades traktorförarna om för- och nackdelar med dagens konstgödselspridare, vad som kan förbättras samt vad som var viktigt att prioritera vid konstgödselspridning. Uppgifter om varje deltagande maskins ålder och skick samt årlig driftsareal samlades också in.

Inom ramen för systemstudien utvecklades även en simuleringsmodell för beräkning av effekter beroende på fältform, fältstorlek, körstrategi, maskintyp, arbetsbredd och fördelningsnoggrannhet.

Slutsatserna av systemstudien är följande:

- ◆ Ingen väsentlig skillnad i spridningsprecision kan påvisas mellan kast- och fallspridare i praktiskt arbete. Totalt sett är spridningsjämnheten dålig (vk ca 30%).
- ◆ Den mest precisionsbefrämjande åtgärden är generellt sett en bättre positionering. Körspårmarkering är den idag bästa metoden för positioneringshjälp. Allmänt kan dessutom konstateras att sidoförhållande bör införas som mått vid kontroll av gödselspridare.
- ◆ Miljömedvetenheten hos de lantbrukare som deltog i undersökningen var hög, både i ord och i handling.
- ◆ En uppskattning tyder på att 5-15% av all konstgödsel dubbelsprids eller kastas utanför fältgränsen. Detta motsvarar en extra kostnad på c:a 40 Mkr (10% dubbelspridning).
- ◆ Eftersom körstrategierna är gemensamma för såmaskiner, stallgödselspridare och lantbrukssprutor, kan slutsatsen dras att även dessa arbetsoperationer dras med 10% förluster.

INLEDNING

Under 1992 och 1993 har Institutionen för lantbruksteknik vid SLU, Jordbrukstekniska Institutet samt Statens maskinprovningar på Statens jordbruksverks uppdrag i ett flertal projekt arbetat med att utreda möjligheterna att införa ett typgodkännandeförfarande för konst- och stallgödselspridare. Syftet med detta typgodkännande är bl.a. att minska närsaltläckaget från jordbruksmark

till grundvattnet. Projektsystemet rörande typgodkännandeförfarandet går under benämningen TYP93.

För att kunna ange relevanta kravgränser räcker det inte med att enbart känna till enskilda faktorerers inverkan på arbetsresultatet. Kunskap behövs dessutom om hur dessa faktorer interagerar i praktiken. I syfte att skapa en totalbild av samverkan mellan olika parametrar vilka påverkar det slutliga arbetsresultatet, genomfördes en systemstudie av konstgödselspridningen på 32 gårdar i Uppland, Södermanland och Dalarna. Föreliggande rapport är en sammanfattning av denna systemstudie.

Målet med systemstudien var att

- ♦ kartlägga spridningsprecision, maskinpark och körstrategier vid konstgödselspridning
- ♦ utveckla ett modellverktyg för utvärdering av förändringar av på spridningsresultatet inverkan faktorer såsom arrondering, körmönster och spridarprecision
- ♦ utvärdera effekter av spridningsprecision och körstrategier som funktion av maskin, fält, förare och väderlek

I förutsättningarna för projektet ingick att utnyttja projektresultat från hela TYP93-systemet.

DEFINITIONER

I detta arbete särskiljs mellan spridningsjämnhet och spridningsbild. Båda företeelserna brukar redovisas med variationskoefficient och viss förväxlingsrisk föreligger. Spridningsjämnhetens variationskoefficient definieras som variationskoefficienten för den uppmätta spridningsjämnheten på fältet inkluderande dubbelspridning, mistor och störningar av stokastisk karaktär. Spridningsjämnhet är alltså ett direkt mått på det faktiska arbetsresultatet i praktiken.

Spridningsbildens variationskoefficient avser det spridningsmått som fås då man lägger ihop två eller flera uppmätta spridningsbilder och därmed efterliknar körning drag vid drag. Spridningsbilden ger ett intryck av hur god precision som kan nås om störningar i form av dålig positionering, gropar etc kan minimeras.

Ur uppmätta data har ett flertal spridningsmått, hektargivor etc. beräknats vilka presenteras nedan. För tydlighets skull presenteras även de mera välkända måtten.

Medelgivan för de enskilda uppsamlingskärlen ges ur

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

där Q = medelgivan (kg/ha eller g/m²)

n = antal observationer

x_i = mängd material i uppsamlingskärl nr i

På basis av medelgivan och de individuella volymerna kan standardavvikelsen beräknas

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

där s = standardavvikelsen (kg/ha eller g/m²)

n = antal observationer

x_i = mängd material i uppsamlingskärl nr i

\bar{x} = genomsnittlig mängd material i varje kärl

Variationskoefficienten kan därmed beräknas till

$$vk = \frac{s}{Q} \cdot 100$$

Vid mätning av spridningsbilder är det också intressant att kontrollera symmetrin, det vill säga om maskinen sprider på samma sätt på båda sidor om sin längsaxel. Ett mått på symmetrin fås genom sidoförhållandet vilket i detta projekt definieras som

$$S_V = \frac{m_v}{m_v + m_h} \cdot 100$$

där S_V = sidoförhållandet (%)

m_v = mängd material på höger sida av spridningsbilden

m_h = mängd material på vänster sida av spridningsbilden

MATERIAL OCH METODER

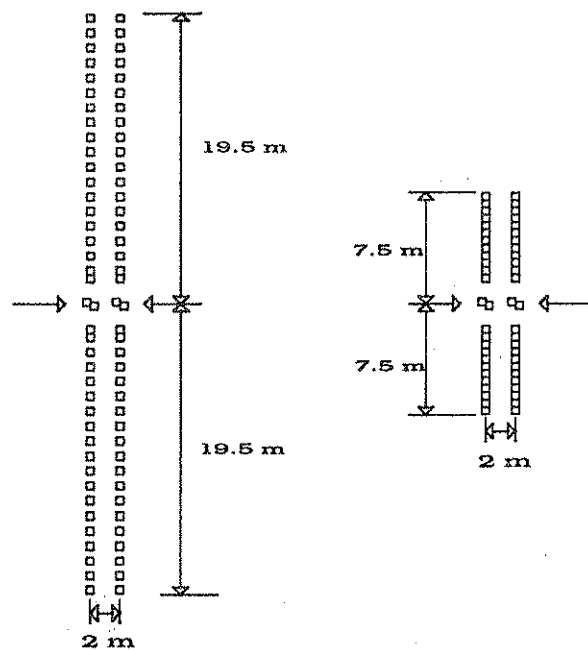
De deltagande företagen valdes ut med hjälp av listor från respektive läns maskinrådgivare eller via personliga kontakter. Urvalet kan därmed inte klassas som helt slumpmässigt.

Mätningarna genomfördes i vårbruket samt vid spridning för andraskörd på vall.

MÄTMETODER

Spridningsbild

Spridningsbilderna mättes med den s.k. Hydrometoden. Denna består i att ett antal (max 26 st) uppsamlingskärl läggs ut tvärs körriktningen (se fig. 1). I varje uppsamlingskärl finns ett raster av papp vilket skall hindra konstgödseln att studsas ut ur kärlet.



Figur 1. Uppställning vid körprov i fält. Vänster figur visar normal uppställning. Höger figur visar en variant som i några fall användes vid mätning på fallspridare.

Traktorföraren kör över kärnen en gång med normal normal hastighet och spridaren påslagen. Det i kärnen samlade materialet mäts i graderade provrör (volymsmätning), och ur detta kunde sedan olika spridningsmått beräknas. Det uppsamlade materialet från varje spridningsbild lades i en plastpåse för att vägas vid återkomsten till laboratoriet.

Med hjälp av uppmätta volymer beräknades sedan medelgiva (kg/ha och kg/m^2), standardavvikelse (kg/ha och kg/m^2) och variationskoefficient (%) för sammanlagda spridningsbilder samt sidoförhållandet (%).

Spridningsjämnhet

Spridningsjämnheten avser jämnhet inklusive överlapp, mistor och andra variationer som uppträder i den praktiska spridningssituationen. Spridningsjämnheten mättes genom att lägga uppsamlingskärl i parallella linjer på fältet. Avståndet mellan närliggande kärl på en linje togs fram med hjälp av en slumpstalstabell. Inga kärl lades direkt på vändtegen.

Datainsamlingen var upplagd på ett sätt som skulle orsaka minimala störningar för traktorföraren. Detta innebar att mätning av spridningsbilden och spridningsjämnheten utgjorde en integrerad del av körmonstret. Traktorföraren körde ut på fältet, körde igenom uppställningen för mätning av spridningsbild i första draget och fortsatte sedan arbetet i normal takt. Detta fick till följd att uppsamlingskärlen måste tömmas och ställas ut för spridningsjämnhetsmätning under stark tidspress. Följaktligen stegades de slumpade avstånden mellan mätkärlen. Mängden observationer vid dessa mätningar var starkt beroende av fältstorlek och körhastighet, det vill säga hur fort traktorföraren hann avverka fältet.

Köravstånd

Avstånden mellan kördrag och mellan det yttersta kördraget och fältkanten var av stort intresse. Variationer i köravstånd inverkar på spridningsprecisionen, framför allt från fallspridare. Avståndet till fältkanten påverkar mängden material som sprids utanför fältet. Med kännedom om spridningsbilden och avståndet till åkerkanten kan mängden material som sprids utanför fältet beräknas.

Köravståndet mättes genom att avståndet mellan de vänstra hjulspåren i intilliggande kördrag mättes. Dessa mätningar skedde längs en diagonal över fältet (typ linjekartering). Målsättningen var att samla in minst 10 observationer på varje besökt företag. Detta var nu inte alltid möjligt, då spåren i framför allt de vallar som gödslades för andraskörd, var mycket otydliga och svåra att finna.

Avståndet till fältkanten mättes på ett 10-tal olika punkter längs en av fältets vändtegar. Fältkanten definierades i detta projekt som den linje som markeras av den yttersta såraden.

Övrig datainsamling

Vid varje mättillfälle mättes medelvindhastigheten upp med hjälp av en vindanemometer. Vindriktningen antecknades dessutom.

Traktorföraren intervjuades både före och efter mätningen. Frågor rörande bl.a. fältets storlek, typ av gröda, avsedd hektargiva och spårmarkeringssystem ställdes. Vidare diskuterades för- och nackdelar med den aktuella maskinen i synnerhet och med dagens moderna maskiner i allmänhet. Traktorförarens önskemål om vad maskinerna bör ha för funktioner diskuterades samt i vilken

ordning man prioriterade tidpunkt, gödselval och spridningsprecision vid konstgödselspridning. Frågeformuläret i sin helhet återfinns i bilaga 1.

Modellverktyg

Inom ramen för projektet utvecklades också ett modellverktyg. Syftet med modellverktyget var att kunna utvärdera totaleffekter av en rad parametrar vilka påverkar det slutliga arbetsresultatet vid konstgödselspridning.

Modellverktyget är huvudsakligen baserat på en fälttrafikmodell för datorsimulering (Elinder, 1994a), vilken omarbetats och kompletterats för att passa i detta projekt. Med hjälp av modellverktyget kan inverkan av

- ◆ vindförhållanden
- ◆ arbetsbredd
- ◆ fältform och fältstorlek
- ◆ gödslingsstrategi
- ◆ förarskicklighet
- ◆ maskintyp

beräknas. Hela modellen detaljredovisas av Elinder (1994b).

RESULTAT

Generella resultat

Generella analyser av det insamlade datat ger vid handen att variationskoefficienten för spridningsjämnheten på fältet (inkl. överlapp och mistor) var i medeltal 30% med en standardavvikelse på 10 procentenheter.

Ingen tydlig skillnad i precision kunde avläsas mellan kast- och fallspridare. Kastspridarnas genomsnittliga variationskoefficient för spridningsjämnheten beräknades till 31% inom spannet 16-60%. För fallspridarna beräknades variationskoefficienten till 29% inom spannet 15-44%.

Inte heller spridningsbildernas variationskoefficient skilde sig särskilt mycket åt mellan spridar typer. För fallspridare var denna 22,0% beräknad vid avsedd arbetsbredd. Motsvarande siffra för kastspridarna var 22,7%.

Sidoförhållandena varierade dock som funktion av spridartyp. Fallspridarnas genomsnittliga avvikelse från ett absolut jämnt förhållande mellan spridningsbildens halvor (sidoförhållande=50%) var i undersökningen 4,1%. En enda spridare står för nästan halva denna genomsnittliga avvikelse. För kastspridarna var den genomsnittliga avvikelsen från en helt symmetrisk spridningsbild 7,7%. I denna kontigent finns ett flertal spridare med mycket stora avvikelser.

Tabell 1. Uppmätta spridningsjämnheter som funktion av positioneringssystem och spridartyp

Positioneringssystem	Spridartyp	Antal observationer	Genomsnittlig spridningsjämnhet (vk, %)
fasta körspår	kast	4	26,2
	fall	1	15,0
släplina	fall	1	30,2
ögonmått/stegning	kast	15	31,7
	fall	1	27,9
	pendel	1	24,8
skummarkering	kast	1	44,2
	fall	3	35,7
annan typ	kast	1	28,6
	fall	2	26,9

Att den minimala skillnaden mellan kastspridare och fallspridare kanske inte är en tillfällighet indikeras i tabell 1. Där redovisas spridningsjämnheten som funktion av spridartyp och positioneringssystem. Av tabellen framgår att för samtliga typer av positioneringssystem har fallspridarna en bättre precision än kastspridarna. Antalet fallspridare i undersökningen är dock så få och skillnaderna så små att långtgående slutsatser ej kan dras. Av tabell 1 framgår dock tydligt positioneringssystemets betydelse framför allt för fallspridarna.

Körprecisionen i undersökningen varierade. Traktorförarna tenderade att hålla ut avstånden snarare än att dubbelsprida. Den genomsnittliga avvikelsen mellan avsett och uppmätt köravstånd var 0,43 m (5% av avsedd arbetsbredd), det vill säga det faktiska köravståndet var 0,43 m större än avsett. Variationerna mellan företag var avsevärda och köravstånden varierade mellan 6,6 m (55%) bredare arbetsbredd än avsett och -1,8 m (15%) smalare arbetsbredd än avsett.

Tendensen höll i sig vid fältkanten. Avvikelsen mellan avståndet från spridare till fältkant och halva den avsedda arbetsbredden var nästan uteslutande positiv, det vill säga man höll sig längre från fältkanten än en halv arbetsbredd (genomsnittligt 1,47 m inom spannet -0,4 till 5,5 m). Om hänsyn tas till den uppmätta arbetsbredden är avvikelsen fortfarande positiv (1,25 m inom spannet -0,05 m till 3,1 m).

Individuella resultat

Spridningsbild

I tabell 2 presenteras variationskoefficienterna för spridningsbilden med tänkt köravstånd och med uppmätt medelköravstånd för varje i studien deltagande spridarekipage. Data rubricerade "ej mätt" i tabell 2 gäller mätningar som gått om intet på grund av att körspåren varit omöjliga att urskilja. Tabell 3 kompletterar tabell 2 med uppgift om respektive spridningsbilds sidoförhållande.

Tabell 2. *Variationskoefficienter för spridningsbilden med tänkt köravstånd och med uppmätt medelköravstånd för samtliga i studien ingående spridarekipage*

Företag	Spridar- typ	Vk med tänkt köravstånd (%)	Vk med mätt köravstånd (%)	Företag	Spridar- typ	Vk med tänkt köravstånd (%)	Vk med mätt köravstånd (%)
C1	fall	21,4	20,5	C2	kast	21,0	ej mätt
C3	kast	16,8	ej mätt	C4	fall	17,5	19,0
C5	kast	18,7	16,5	C6	kast	16,5	16,5
C7	fall	10,0	10,0	C8	kast	14,9	13,0
C9	fall	19,7	19,7	C10	kast	29,3	ej mätt
C11	fall	52,1 ¹	30,9 ¹	C12	kast	42,0	ej mätt
D1	kast	33,1	35,3	D2	kast	22,3	ej mätt
D3	kast	21,0	21,6	D4	kast	26,7 ²	40,1 ²
D5	fall	17,5	ej mätt	W1	fall	16,6	ej mätt
W2	kast	26,7	ej mätt	W3	kast	27,8	ej mätt ³
W4	kast	19,7	34,1	W5	pendel	7,4	31,6
W6	kast	30,4	30,4	W7	kast	10,5	15,0
W8	kast	13,5	13,5	W9	kast	10,3	13,1
W10	kast	26,1	29,5	W11	kast	19,9	22,4
W12	kast	22,6	27,2	W13	kast	36,3	66,7
W14	kast	18,9	17,9	W15	kast	20,4	9,3

1) Spridarplattorna vända nedåt. Mätvärdena troligen störda av att granulerna studsat ut ur kärlet.

2) Maskinen kastade in gödsel i vänster bärhjul.

3) Mätningen kraftigt störd och fick avbrytas.

Tabell 3. *Sidoförhållande för samtliga i studien ingående spridarekipage*

Företag	Spridar- typ	Sidoförhållande (%)	Företag	Spridar- typ	Sidoförhållande (%)
C1	fall	47,1	C2	kast	data förlorat
C3	kast	47,4	C4	fall	53,3
C5	kast	53,4	C6	kast	52,3
C7	fall	50,6	C8	kast	45,8
C9	fall	47,4	C10	kast	51,2
C11	fall	63,9	C12	kast	34,3
D1	kast	43,0	D2	kast	15,0
D3	kast	49,6	D4	kast	58,9
D5	fall	52,0	W1	fall	53,3
W2	kast	50,7	W3	kast	40,1
W4	kast	52,8	W5	pendel	47,2
W6	kast	29,1	W7	kast	42,7
W8	kast	55,8	W9	kast	46,5
W10	kast	56,1	W11	kast	41,0
W12	kast	38,1	W13	kast	49,9
W14	kast	38,8	W15	kast	63,7

Spridningsjämnhet

I tabell 4 presenteras spridningsjämnhetens variationskoefficient för varje i studien deltagande spridarekipage. Data rubricerade "ej mätt" i tabell 4 gäller mätningar som gått om intet på grund av rgnskurar.

Tabell 4. *Variationskoefficienter avseende spridningsjämnheten för samtliga i studien ingående spridarekipage*

Företag	Spridar- typ	Vk för spridningsjämnheten (%)	Företag	Spridar- typ	Vk för spridningsjämnheten (%)
C1	fall	27,9	C2	kast	ej mätt
C3	kast	20,6	C4	fall	37,3
C5	kast	16,0	C6	kast	39,1
C7	fall	15,0	C8	kast	23,1
C9	fall	43,7	C10	kast	ej mätt
C11	fall	37,4	C12	kast	34,2
D1	kast	28,7	D2	kast	36,5
D3	kast	24,8	D4	kast	ej mätt
D5	fall	30,2	W1	fall	26,1
W2	kast	59,9	W3	kast	44,2
W4	kast	29,1	W5	pendel	24,8
W6	kast	46,3	W7	kast	17,0
W8	kast	20,0	W9	kast	21,8
W10	kast	28,6	W11	kast	35,2
W12	kast	27,1	W13	kast	49,6
W14	kast	21,7	W15	kast	28,9

Positionering

I tabell 5 presenteras uppmätt medelköravstånd samt variationskoefficienten för uppmätta köravståndsdata för varje i studien deltagande spridarekipage. Data rubricerade "ej mätt" i tabell 5 gäller mätningar som omöjliggjorts på grund av otydliga spåravtryck.

Tabell 5. Medelköravstånd samt variationskoefficienten för medelköravståndet för varje i studien ingående spridarekipage

Företag	Spridar- typ	Avsett medel- köravstånd (m)	Uppmätt medel- köravstånd (m)	Företag	Spridar- typ	Avsett medel- köravstånd (m)	Uppmätt medel- köravstånd (m)
C1	fall	18,0	16,7	C2	kast	24,0	ej mätt
C3	kast	16,0	ej mätt	C4	fall	16,0	14,9
C5	kast	16,0	15,7	C6	kast	9,0	9,1
C7	fall	12,0	11,8	C8	kast	12,0	10,7
C9	fall	12,0	11,8	C10	kast	12,0	ej mätt
C11	fall	12,0	11,3	C12	kast	12,0	ej mätt
D1	kast	13,5	13,9	D2	kast	12,0	ej mätt
D3	kast	12,0	11,4	D4	kast	ingen uppgift	ej mätt
D5	fall	12,0	ej mätt	W1	fall	12,0	ej mätt
W2	kast	12,0	11,5	W3	kast	12,0	11,3
W4	kast	12,0	18,6	W5	pendel	8,0	12,1
W6	kast	12,0	12,1	W7	kast	10,0	10,5
W8	kast	10,0	10,0	W9	kast	12,0	10,2
W10	kast	11,0	12,7	W11	kast	12,0	10,9
W12	kast	9,5	11,2	W13	kast	11,5	16,2
W14	kast	11,5	10,7	W15	kast	10,5	9,1

I tabell 6 visas variationskoefficienten för det uppmätta köravståndet, differensen mellan avsett köravstånd och uppmätt medelköravstånd samt typ av positioneringssystem.

Tabell 6. Positioneringssystem, differens mellan avsett och uppmätt köravstånd samt variationskoefficienten för medelköravståndet för varje i studien ingående spridarekipage. Negativa differenser innebär att ekipaget understigit avsedd arbetsbredd

Företag	Spridartyp	Positioneringssystem	Differens mellan avsett och uppmätt köravstånd (m)	Vk för det uppmätta köravståndet (%)
C1	fall	ögonmått	-1,3	7,1
C2	kast	körspår	ej mätt	-
C3	kast	körspår	ej mätt	-
C4	fall	kombinerad steg+spår	-1,1	5,3
C5	kast	körspår	-0,3	6,2
C6	kast	körspår	-0,1	6,7
C7	fall	körspår	-0,2	0,2
C8	kast	ögonmått/stegning	-1,3	14,1
C9	fall	skummarkör	-0,2	11,2
C10	kast	uppgift saknas	ej mätt	-
C11	fall	körspår	-0,7	3,2
C12	kast	ögonmått/stegning	ej mätt	-
D1	kast	ögonmått/stegning	0,4	6,6
D2	kast	ögonmått/stegning	ej mätt	-
D3	kast	ögonmått/stegning	-0,6	12,2
D4	kast	ögonmått/stegning	ej mätt	-
D5	fall	släplina	ej mätt	-
W1	fall	skummarkör	ej mätt	-
W2	kast	ögonmått/stegning	-0,5	12,2
W3	kast	skummarkör (mitt)	-0,7	6,5
W4	kast	ögonmått/stegning	6,6	6,1
W5	pendel	ögonmått/stegning	4,1	15,3
W6	kast	ögonmått/stegning	0,1	11,1
W7	kast	ögonmått/stegning	0,5	6,3
W8	kast	ögonmått/stegning	0	2,6
W9	kast	ögonmått/stegning	-1,8	14,2
W10	kast	eget system	1,7	23,4
W11	kast	ögonmått/stegning	-1,1	6,3
W12	kast	ögonmått/stegning	1,7	9,6
W13	kast	ögonmått/stegning	4,7	9,0
W14	kast	ögonmått/stegning	-0,8	13,2
W15	kast	ögonmått/stegning	-1,4	11,1

Avståndet till fältkanten har betydelse dels för utnyttjandegraden av spridd gödsel, dels för floran i dikesrenar och fältkanter. I tabell 7 redovisas absolut avstånd till fältkant, relativ avvikelse mellan en halv avsedd arbetsbredd och fältkant samt relativ avvikelse mellan en halv uppmätt arbetsbredd och fältkant. Negativa värden innebär att ekipaget befunnit sig närmare fältkanten än en halv arbetsbredd (avsedd resp. uppmätt).

Tabell 7. Absolut avstånd till fältkant, relativ avvikelse mellan en halv avsedd arbetsbredd och fältkant samt relativ avvikelse mellan en halv uppmätt arbetsbredd och fältkant. Negativa differenser innebär att avståndet mellan ekipaget och fältkanten understigit en halv arbetsbredd

Företag	Spridartyp	Avstånd till fältkant (m)	Avvikelse mellan avstånd till fältkant och en halv avsedd arbetsbredd (%)	Avvikelse mellan avstånd till fältkant och en halv uppmätt arbetsbredd (%)
C1	fäll	9,6	6,7	-15,0
C2	kast	ej mätt	-	-
C3	kast	ej mätt	-	-
C4	fäll	8,1	1,25	-8,7
C5	kast	7,8	2,5	0,6
C6	kast	5,9	31,1	29,6
C7	fäll	6,0	0	1,7
C8	kast	5,6	6,7	4,7
C9	fäll	6,5	8,3	10,2
C10	kast	ej mätt	-	-
C11	fäll	6,4	6,7	13,3
C12	kast	5,4	-10,0	ej mätt
D1	kast	7,2	6,7	3,6
D2	kast	5,7	5,0	ej mätt
D3	kast	6,5	8,3	14,0
D4	kast	8,5	ingen uppgift	ej mätt
D5	fäll	7,4	23,3	ej mätt
W1	fäll	ej mätt	-	-
W2	kast	ej mätt	-	-
W3	kast	6,0	0	6,2
W4	kast	11,5	91,7	23,7
W5	pendel	8,6	115,0	42,1
W6	kast	8,6	43,0	42,1
W7	kast	ej mätt	-	-
W8	kast	6,4	28,0	28,0
W9	kast	6,3	5,0	23,5
W10	kast	8,0	45,5	26,0
W11	kast	ej mätt	-	-
W12	kast	8,2	72,6	46,4
W13	kast	11,2	94,8	38,3
W14	kast	ej mätt	-	-
W15	kast	7,0	33,3	53,8

Samband mellan spridningsbild, spridningsjämnhet och köravstånd

Den resulterande gödsselfördelningen efter spridningen, den s.k. spridningsjämnheten, kan förväntas vara ett resultat av maskinens förmåga till jämn spridning och förarens skicklighet. Ett mått på maskinens förmåga till jämn spridning fås genom spridningsbilden. En uppfattning om förarskickligheten kan fås genom att mäta avståndet mellan körspår. Medelavståndet mellan körspåren ger en indikation på förarens förmåga att positionera sitt ekipage, medan variationen i köravstånd mäter "vinglet".

Tabell 8. *Sammanställning av spridningsjämnheten, avvikelserna mellan avsett och uppmätt köravstånd samt variationen i köravstånd för samtliga i studien ingående spridarekipage. Ekipage vilka saknat data vilka ingår i tabellen har strukits*

Företag	Spridartyp	Vk för spridningsbild vid uppmätt köravstånd (%)	Spridningsjämnhet (Vk,%)	Avvikelse mellan avsett och uppmätt köravstånd (%)	Variation i köravstånd (Vk,%)
C1	fall	20,5	27,9	7,8	7,1
C4	fall	19,0	37,3	7,4	5,3
C5	kast	16,5	16,0	1,9	6,2
C6	kast	16,5	39,1	1,1	6,7
C7	fall	10,0	15,0	1,7	0,2
C8	kast	13,0	23,1	12,1	14,1
C9	fall	19,7	43,7	1,7	11,2
C11	fall	30,9	37,4	6,2	3,2
D1	kast	35,3	28,7	2,9	6,6
D3	kast	21,6	24,8	5,3	12,2
W4	kast	34,1	29,1	35,5	6,1
W5	pendel	31,6	24,8	33,9	15,3
W6	kast	30,4	46,3	0,8	11,1
W7	kast	15,0	17,0	4,8	6,3
W8	kast	13,5	20,0	0	2,6
W9	kast	13,1	21,8	17,6	14,9
W10	kast	29,5	28,6	13,3	23,4
W11	kast	22,4	35,2	10,1	6,3
W12	kast	22,6	27,1	15,1	9,6
W13	kast	66,7	49,6	29,0	9,0
W14	kast	17,9	21,7	7,4	13,2
W15	kast	9,3	28,9	15,4	11,1

I tabell 8 presenteras en sammanställning av spridningsjämnheten, avvikelserna mellan avsett och uppmätt köravstånd samt variationen i köravstånd. Sammanställningen kan uppfattas som redun-

dant, då all information återfinns i tabellerna 1-7, men det är författarens förhoppning att tabell 8 ökar åskådligheten för läsaren.

Intervju

Nedan presenteras resultat av intervjuundersökningen. Intervjun bestod av en blandning av frågor rörande maskin- och fältdata, körstrategi samt förarens åsikter om för- och nackdelar med konstgödselspridningens teknik.

Åldern på gödselspridarna i studien varierade inom spannet 0-20 år med en genomsnittlig ålder på 10,3 år. Skicket var dessutom tämligen gott. Genom att omarbeta försöksutförarens skriftliga bedömning av maskinen till en betygsskala kan en ungefärlig uppfattning om skicket fås. På en skala som varierade mellan 1 och 4, där 4 står för mycket gott skick, nådde det undersökta maskinbeståndet ett genomsnitt på 2,5.

Den årliga driftsarealen var av naturliga skäl företagsberoende. De undersökta ekipagen redovisade en genomsnittlig bearbetad areal per år på 102 ha. Spannet var brett, 22-400 ha. Medianvärdet (62,5 ha) tyder på att ett fåtal stora gårdar drar upp den genomsnittliga årsarealen.

Vindförhållandena får betecknas som goda under studien. Den genomsnittliga medelvinden låg på 2,0 m/s (medianvärde: 1,6 m/s). De uppmätta vindstyrkorna varierade mellan 0 och 5,3 m/s i medelhastighet.

Prioriteringarna vid gödselspridningen diskuterades också. Samtliga traktorförare ombads gradera följande: tidpunkt för gödslingen, val av gödselmedel och spridarens precision. Detta upplevdes som mycket svårt av förarna vilket avspeglas i resultaten. Det kan dock konstateras att förarna ansåg att precisionen hos gödselspridaren var viktigast, tätt följd av gödslingstidpunkten. Vilken typ av gödselmedel som användes var något mindre viktigt.

Traktorförarna intervjuades också om vad som var bra och vad som kunde bli bättre på spridarna. Trots de varierande formuleringarna i svaren, framgick det tydligt att vad som eftersträvades var precisa, enkla och lättskötta maskiner.

Lantbrukarna efterlyste en högre grad av automatisering och kontroll över maskinen. Utrustningar för positionering och bestämning av giva hade hög prioritet. Dessutom ville man ha maskiner som är lätta att rengöra. De flesta av lantbrukarna gav också intrycket av att vara beredda att betala för något de verkligen ville ha, exempelvis hydraulisk uppfällning av ramper.

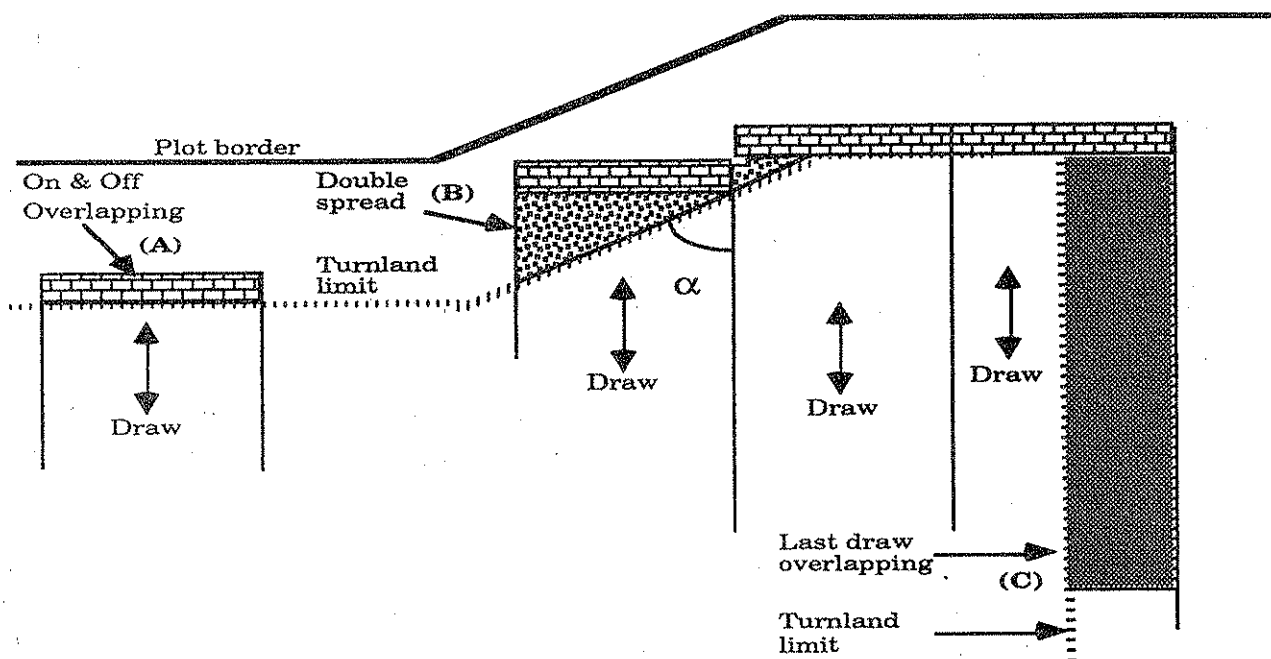
Det förtjänar att nämnas att flera av lantbrukarnas svar avspeglade en miljömedvetenhet de i regel inte brukar tillerkännas, åtminstone inte i media. Flera av de intervjuade förarna hade en outtalad uppfattning att det som är bra för miljön gynnar också produktionen, antingen i form av sänkta kostnader eller högre avkastning med samma insats. Deras tendens att hålla undan från fältgränsen vid körning av det yttersta kördraget understryker denna medvetenhet.

Simuleringsmodell

Vid produktionstester av simuleringsmodellen visade det sig snabbt att de mest intressanta effekterna var kopplade till fältform och maskintyp. En stor del av fältets yta "dubbelsprids", det vill säga konstgödselspridare sprider gödning över ytor där det redan placerats erforderlig mängd gödsel.

De ytor som dubbelsprids är framför allt i anslutning till vändtegen (se figur 2). Varje gång spridaren passerar en vändtegsgräns som inte befinner sig i rät vinkel mot färdriktningen genereras en triangulär dubbelspridningsyta. Till denna yta kommer den rektangulära dubbelspridningsyta som uppstår därför att föraren slår av spridaren när han är säker på att ekipaget är helt inne på vändtegen samt slår på spridaren i god tid innan vändtegsgränsen passeras igen.

När arbetet närmar sig sitt slut visar det sig vanligtvis att antalet kördrag inte går jämnt ut med innerfältets bredd. Då genereras ytterligare en dubbelspridningsyta vars ena katet består av den del av arbetsbredden som inte får plats innanför vändtegsgränsen. Den andra kateten sträcker sig längs hela kördragets längd.



Figur 2. Dubbelspridningsarealer vid vändtegen (efter Elinder, 1994a).

Fältformen har betydelse för den mängd material som sprids utanför fältgränsen. Spridning utanför fältgränsen sker huvudsakligen i samband med att det yttersta draget på vändtegen körs. Ju längre detta drag är, desto större mängd material sprids utanför fältet. Längden på det yttersta kördraget beror av formen på fältet. Som exempel kan jämföras omkretsen av en cirkel och en kvadrat som

båda har samma radie. Cirkelns omkrets kommer att utgöra 75% av kvadratens omkrets. Följaktligen kommer en konstgödselspridare som körs på det cirkulära fältet att sprida 25% mindre material utanför fältgränsen om förutsättningarna i övrigt är lika.

Spridartypen har också betydelse för mängden material som sprids utanför fältet. Vid studie av ett 41 ha stort växtodlingsföretag om 9 skiften med god arrondering, beräknades mängden material som spreds utanför fältgränsen vid följande förutsättningar:

- ◆ Spridare: Fallspridare (Tive 812 GLD) alternativt kastspridare (Bogballe D-600).
- ◆ Arbetsbredd: 12 m. Spridningsbilder till dessa båda spridare tillhandahölls av Jordbrukstekniska Institutet.
- ◆ Vid körning på det yttersta vändtegsvarvet hölls ett avstånd på en halv arbetsbredd till fältgränsen.
- ◆ Körmonster: Rundkörning på vändteg, drag vid drag på innerfältet.
- ◆ Giva: 300 kg/ha.

Vid körning med kastspridaren beräknades med hjälp av modellverktyget att kastspridaren spred 432 kg gödning (3,5% av totalgivan) utanför fältet. Motsvarande siffra för fallspridaren var 70 kg. Vad det gäller dubbelspridningsytor i gränssnittet mellan vändteg och innerfält är dessa lika för båda maskintyperna, 1100 kg (8,9% av totalgivan). Totalt sett belöper sig denna förlust till ca 12%. Denna förlust riskerar att försvinna i den överskattning av fältarealen som lantbrukaren i regel gör med hjälp av såmaskinens arealmätare (denna typ av arealmätning inkluderar ju dubbelspridningsarealen). Detta betyder att en stor mängd gödsel försvinner ut ur systemet utan att lantbrukaren har möjlighet att upptäcka detta.

I ovanstående beräkningar har hänsyn ej tagits till den dubbelspridning som genereras av kastspridarnas kastlängd bakåt. Ej heller har hänsyn tagits till att moderna kastspridare kan kasta materialet längre än en arbetsbredd i sida. Spridningsbildens svansar får alltså återverkningar på mer än den närmaste arbetsbredden. Slutsatsen är att ovanstående beräkning för kastspridarens del är att betrakta som konservativt hållen.

DISKUSSION

Positionering

Som framgår av tabell 1 använder 47% av lantbrukarna ögonmått (ibland i kombination med stegning eller släplina) för att bestämma avståndet mellan kördrag. Denna typ av positionering ger i bästa fall (stegning, släplina) en bra startpunkt för kördraget, men hjälper inte föraren med positioneringen under själva körningen. Risk finns alltså för att lantbrukaren vinglar och kör snett i

förhållande till bredvidliggande kördrag. Samtliga fall som har en medelavvikelse på mer än 1 m mellan avsett och uppmätt köravstånd har denna typ av spårmarkering.

Körspår och skummarkörer, hjälpmedel vilka finns tillgängliga under hela dragets längd, används av 50% av de besökta företagen. Här är också de maximala medelavvikelserna mellan avsedd och uppmätt köravstånd 0,7 m.

En anledning till att inte alla lantbrukare tycker sig kunna utnyttja någon form av körspår eller skummarkör kan vara de oregelbundna fältformerna. I Södermanland och Dalarna var det inte ovanligt att vändtegen utgjorde en stor andel av fältets totalareal. Om fältet i ett sådant fall är oregelbundet, är det mycket svårt att få någon nytta av spårmarkeringsutrustningar. En uppgift för forskningen bör vara ett "beröringsfritt" positioneringssystem med hög precision.

Spridningsbild och spridningsjämnhet

Av tabell 2 framgår att spridningsbildernas variationskoefficient (vk) varierade mellan 10% och 67% beroende på vilken arbetsbredd/köravstånd som ansattes. Som redovisats kunde ingen påtaglig skillnad i variation hos spridningsjämnheten eller spridningsbilden redovisas mellan kastspridare och fallspridare. Detta är förvånande, då hypotesen inför detta projekt var att fallspridarna skulle visa sig ha jämnare spridningsbilder, men att kastspridarens lägre känslighet för avvikelser från ideal position kunde utjämna skillnaderna när spridningsjämnheten mättes.

Ett närmare studium av tabell 8 bidrar tyvärr inte till att skingra frågetecknen kring den förväntade skillnaden mellan fallspridare och kastspridare. I tabell 8 redovisas spridartyp, vk för spridningsbild och spridningsjämnhet, genomsnittliga avvikelser mellan uppmätt och avsett köravstånd samt uppmätta variationer i köravstånd. Här kunde förväntas att en låg vk för spridningsbilden i samband med en hög vk för spridningsjämnheten hos en fallspridare skulle förklaras av stora avvikelser mellan uppmätt och avsett köravstånd och/eller variationer i uppmätta köravstånd. Så är icke fallet.

Kastspridarna följer med ett undantag (företag C6) i grova drag denna hypotes. Om vk för spridningsbilden är låg och vk för köravstånd och variationer i köravstånd också är låga, så återfinner man också en lika låg *eller lägre* vk för spridningsjämnheten. Även vid stora avvikelser mellan avsett och uppmätt köravstånd kan vk för spridningsjämnheten sjunka.

Fallspridarna har ofta reagerat på ett helt annat sätt. Även vid måttliga avvikelser och variationer i köravstånd kan spridningsjämnheten vara väsentligt *sämre* än spridningsbildens vk. Ett mycket tydligt exempel är företag C7. Den genomsnittliga avvikelserna mellan uppmätt och avsett köravstånd var 1,7% (0,2m). Tack vare körspårmarkering höll sig vk för variationer i köravståndet på 0,2%. Spridningsbildens vk för uppmätt och avsett köravstånd var 10,0%. Likväl är vk för spridningsjämnheten 15%, alltså 50% högre än förväntat.

Tabell 8 indikerar att fallspridare och kastspridare drabbas av olika typer av störningar vid mätningarna. Dessa störningar förefaller verka åt olika håll för respektive maskintyp. Den gemensamma nämnare som finns mellan de båda maskinslagen är datainsamlingsmetoden.

Datainsamlingsmetoden

Datainsamlingsmetoden har beskrivits under "MATERIAL OCH METODER". Om skillnader finns mellan kast- och fallspridare vilka påverkar resultaten som funktion av maskintyp vilka kan hänföras till datainsamlingsmetoden, så måste svaret finnas i de delar av mätmetoden där mät-situationen skiljer sig åt.

Under mätningarnas gång lade försöksutförarna märke till att material tenderade att studsas ut ur kärnen i varierande grad. Vad det gäller fallspridarna så kunde stora effekter märkas beroende på åt vilket håll spridarplattorna vändes. Det finns exempel i undersökningen då den uppsamlade mängden material endast motsvarade hälften av den utspridda givan när spridarplattorna vändes nedåt. Möjligen kan mängden material som studsas ut dels variera mellan kärn, dels vara beroende av fallriktning. Fallspridarnas arbetssätt innebär att granulerna faller tämligen rakt nedåt, medan materialet från kastspridarna kastas i en flack båge.

Vid mätning av spridningsbilder skiljer sig ibland metoden för kärnplacering åt. Detta har redovisats i figur 1. Mätvärden för de luckor som finns mellan kärnen extrapoleras fram genom beräkningar baserade på intilliggande kärn. En spridare som provas enligt den gängse metoden med ett kärn per meter, kommer att ha ca 50% av sin spridningsbild uppskattad i form av extrapolerade data. Om kärnen å andra sidan ligger kant i kant extrapoleras endast den del av spridningsbilden där hjulen har gått fram. Möjligheten till variationer mellan kärn stiger i det senare fallet då en extrapolation i ett fall av ovanstående slag får en utjämnande effekt på spridningsbilden. Hela resonemanget förutsätter att variationskoefficienten på en 0,5x0,5 m stor yta är större än på en 1,0x0,5 m stor yta. Detta är inte alls osannolikt. En kontrollberäkning av en av kastspridarna i studien gav dock endast en marginell sänkning av spridningsbildens variationskoefficient.

Det är av vikt att finna orsaken till de ovan redovisade skillnaderna mellan kast- och fallspridares mätresultat. Dessutom pekar diskussionen på att det finns behov av att utvärdera tillförlitligheten av den fältmätningssmetod som använts i denna studie.

Simuleringsmodellen

De första produktionskörningarna med det datorbaserade modellverktyget visar tydligt att förutom fältform och maskintyp har också arbetsbredden betydelse för dubbelspridningsarealen. Breda kördrag genererar större dubbelspridningsytor vid korsande av vändtegsgränser i sned vinkel.

Det kan också befaras att större mängder material kastas utanför fältet om arbetsbredden ökar. Visserligen visar systemstudien att traktorförarna håller ett något större avstånd än en halv arbetsbredd till fältkanten, men frågan är om denna tendens håller i sig vid arbetsbredder upp mot 24 m. Köravstånd på vändtegen bedöms huvudsakligen med ögonmått.

Om beräkningarna av simuleringsverktyget redovisade under "RESULTAT" extrapoleras till att gälla hela det svenska jordbruket kan en bedömning göras av vilka effekter som kan nås med effektivare placeringskontroll.

Statistiska meddelanden, Rapporter från lantbruksräkningen 1992 anger att 1 159 200 ha utnyttjades av företag utan nötkreatur, det vill säga samma företagstyp som den redovisade beräkningen baserar sig på. En försiktig skattning baserad på de nötkreaturslösa företagen och med beaktande av att kastspridarna är dominanta i totalbeståndet (antag 60%), resulterar i följande poster för jordbruket totalt:

Produktionsmedel utanför skifte: $1\,159\,200 * 0,6 * 300 * 0,035 = 7\,300\,000$ kg

Dubbelspridet produktionsmedel: $1\,159\,200 * 0,6 * 300 * 0,089 = 18\,600\,000$ kg.

Värderas produktionsmedlet till ca 5 kr/kg (N28) erhålles 10,2 MKr vilka bokstavligen kastas utanför produktionsytorna samt 26,0 MKr vilka placeras där man redan har erforderliga mängder produktionsmedel.

Även om invändningar kan resas mot detta beräkningssätt, är flera av siffrorna konservativt beräknade. Dessutom gäller detta beräkningssätt för alla ytspridande maskiner. Detta innebär att relativa förluster motsvarande en fallspridares genereras också i form av felplacerat utsäde och bekämpningsmedel.

Slutsatser

Slutsatserna av denna systemstudie är följande:

- ◆ Ingen väsentlig skillnad i spridningsprecision kan påvisas mellan kast- och fallspridare i praktiskt arbete. Totalt sett är spridningsjämnheten dålig (vk ca 30%).
- ◆ Den mest precisionsbefrämjande åtgärden är generellt sett en bättre positionering. Körspårmarkering är den idag bästa metoden för positioneringshjälp. Allmänt kan dessutom konstateras att sidoförhållande bör införas som mått vid kontroll av gödselspridare.
- ◆ Miljömedvetenheten hos de lantbrukare som deltog i undersökningen var hög, både i ord och i handling.
- ◆ En uppskattning tyder på att 5-15% av all konstgödsel dubbelsprids eller kastas utanför fältgränsen. Detta motsvarar en extra kostnad på c:a 40 Mkr (10% dubbelspridning).

- ◆ Eftersom körstrategierna är gemensamma för såmaskiner, stallgödselspridare och lantbruks-sprutor, kan slutsatsen dras att även dessa arbetsoperationer dras med 10% förluster.

Framtida forskning och utveckling

Denna studie har givit upphov till flera frågeställningar för den framtida forskningen. Ett problem som måste betraktas som prioriterat är positioneringen. Ett positioneringssystem med hög precision kombinerat med ett väl utvecklat system för kontroll av flödena från konstgödselspridaren (inkluderande system för variabel arbetsbredd) kommer att ge miljömässiga och ekonomiska vinster inom näringen.

Ytterligare studier kring fältmätningens problematiken bör genomföras. Av intresse vore att utveckla ett system för beröringsfri mätning av fördelningsnoggrannhet och giva direkt på markytan.

Flera av de lantbrukare som deltog i undersökningen var förvånade över de brister som upptäcktes. Samtliga dessa brister gav utslag i mätningarna och kunde i regel härledas till en viss del av maskinen utan några större tidsförluster. Detta pekar på ett utökat informationsbehov samt enkla metoder för kontroll av spridningsbild.

Effekter av ett typgodkännande

Effekter av ett framtida typgodkännandekrav på konstgödselspridare är svårbedömda. Maskinbeståndet har en tämligen hög medelålder (ca 10 år), vilket innebär att det tar ett decennium innan hälften av det svenska konstgödselspridarna är försedda med ett typgodkännande. Detta förutsatt att typgodkännandet inte blir ett gott argument för nyinvestering.

Flera av de brister och problem som påpekats omfattas näppeligen av ett typgodkännandeförfarande. Detta gäller framför allt positioneringsproblematiken. De krav på spridningsprecision som nu diskuteras av representanter för TYP93 inom ramen för Europastandardiseringen är dessutom måttliga. Den siffra som diskuteras som kravgräns för spridningsbildens variationskoefficient är för närvarande 15% (Nilsson, pers. medd.). Eftersom typprovningsen kommer att gälla nya maskiner, är det tveksamt om ett typprovat maskinbestånd med 10 år på nacken kommer att ha bättre fördelningsnoggrannhet än det som uppmätts i denna studie.

På andra områden kan ett typgodkännande få stor nytta. Detta gäller framför allt eventuella krav på möjligheter till begränsning av arbetsbredden. Effekter av detta bör kunna minska mängden material som sprids utanför fältet. Om enkla, kontinuerligt reglerbara utrustningar kommer fram som resultat av en framtvängd teknikutveckling, kan även dubbelspridningsarealen minskas något som ett resultat av ett typgodkännandeförfarande.

REFERENSER

Elinder, M.F.E. 1994a. Farm Traffic Calculus. Dissertation. Under slutredigering.

Elinder, M.F.E. 1994b. Fertilizer Application - a Farm Traffic Calculus Example of Implement Differences. Under slutredigering före inlämnande till Journal of Agricultural Engineering Research.

Personliga meddelanden från:

Johan Nilsson, Statens maskinprovningar, Alnarp.

SYSTEMSTUDIE KONSTGÖDSELSPRIDNING

Före körning

Namn:

Adress:

Fältstorlek:

Maskintyp:

Maskinens fabrikat och modell och ålder:

Årlig drifttid:
(timmar/år eller ha/år)

Maskinens kondition:

Utmatningsinställning:

Typ av spårmarkering:

Gödselsort:

Utmatningens inställning:

Traktor:
(fab, typ c:a-ålder)

Regleringsmöjligheter:

- * Kalibrering
- * Kastbegränsning
- * Övriga möjligheter

Efter körning

Ramphöjd:

Lutning:

Vilka regleringar är gjorda?

- * Inför detta fält?
Varför?
- * Inför säsongen?
Varför?

Används maskinens reglermöjligheter? Om inte, varför?

Vilket köravstånd siktar Du mot?

Hur hanteras kilspridning:

Vad skulle Du vilja kräva av tilläggsutrustning?

- * Pris?
- * Prestanda?
- * Användarvänlighet

Vad är bra på Din spridare?

Vad skulle förbättras?

Vad är bra på dagens spridare?

Vad skulle förbättras?

Vad är viktigast vid konstgödselspridning?

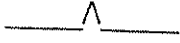
- * Tidpunkt
- * Gödselval
- * Spridningsprecision
- * Annat

SPRIDARTEST

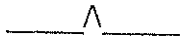
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26						

SPRIDNINGSJÄMNHET

1



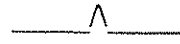
2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



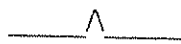
12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26

