

# Spridningsteknik för mjölformiga gödselmedel

*Gunnar Lundin*

## Bakgrund

De gödselmedel som köps in till svenska gårdar utgörs i huvudsak av kornade produkter. Till den konventionella odlingen används konstgödsel som antingen är granulerad eller prillad. Inom den ekologiska odlingen används till stor del pelleterade produkter med kycklinggödsel, animaliska biprodukter, stenmjöl m.m. som ingående ingredienser.

En möjlighet att reducera kostnaderna för inköpt växtnäring är att exkludera momentet med att korna gödseln utan i stället använda gödselmedlen i form av mjöl. En betydande grupp av sådana mjölformiga gödselmedel har slaktbiprodukter som råvara. Man skiljer i detta sammanhang på köttmjöl och benmjöl. Köttmjöl produceras av mjukdelar från slaktkroppen vilket medför ett relativt högt kväveinnehåll, cirka 9-11 %. Benmjöl utvinns ur krossade djurben. Kväveinnehållet är normalt cirka 4-7 % (Löf, pers medd., 2012).

Exempel på ett mjölformigt gödselmedel är Biofer 7-9-0 med sju respektive nio procents innehåll av kväve och fosfor. I detta benmjöl kan växtnäringen produceras till ungefär samma prisnivå som i konstgödsel. Produkten var under huvuddelen av det senaste årtiondet Sveriges mest använda gödselmedel inom den ekologiska odlingen. Under senare tid spreds årligen cirka 4 500 ton. Biofer 7-9-0 har även använts av konventionella lantbrukare under perioder med höga konstgödselpriser (Löf, pers medd., 2011).

Användningen av köttmjöl och benmjöl inom lantbruket växlar från tid till annan bland annat beroende på myndighetsrestriktioner och alternativ användning. En betydande avnämning utanför jordbruket är produktion av katt- och hundmat.

Vad gäller spridningsteknik för mjölformiga gödselmedel belöper en stor del av hittills vunna erfarenheter just på benmjöl. I den fortsatta framställningen kommer därför i huvudsak denna produkt att behandlas. Avsikten är dock att erfarenheterna från föreliggande undersökning även skall komma till nytta vid spridning av andra typer av mjölformiga gödselmedel.

Benmjöl är ingen ensartad produkt. Genom att benmjöl kan erhållas via olika processer kommer även de fysikaliska egenskaperna att variera vilket i sin tur påverkar spridbarheten. Erfarenheter från praktiken vittnar dessutom om stora skillnader inom enskilda partier av benmjöl. Förutom att detta försvårar arbetet för den enskilde lantbrukaren vid praktisk spridning uppkommer problem då resultat från spridningsprov skall tokas för mer allmängiltiga rekommendationer.

Tidsfönstret för spridning av benmjöl kan uppskattas till cirka fyra veckor på våren, t.o.m. vårbruket, samt två veckor på hösten, huvudsakligen inför sådd av höstoljeväxter. (Löf, pers. medd., 2007). Möjliga maximala givor begränsas i Sverige av regeln om högst 22 kg P/ha i genomsnitt under en femårsperiod. Vid förrådsgödsling med Biofer 7-9-0 blir maximal engångsgiva sålunda 1 200 kg per ha.

Mjölformiga gödselmedel ställer höga krav på spridningstekniken. Genom att produkterna är finkorniga och ibland även klibbiga ökar risken för valvbildning vilket kan hämma utmaningen och ge stockningar i transportledningar. Vidare är det med små korn jämförelsevis svårt att uppnå stora kastlängder samtidigt som vindkänsligheten är betydande.

Benmjöl sprids idag huvudsakligen med rörspridare av samma typ som används för kalk, Figur 1.



*Figur 1. Spridning av benmjöl, Biofer 7-9-0, med rörspridare av fabrikat Bredal. Foto: Lars Johansson, Svenska Lantmännen*

Det traditionella användningsområdet för rörspridare är tillförsel av kalkstensmjöl d.v.s. en torr och finmalen produkt. Kalkstensmjölet har emellertid under senare tid minskat i användning på bekostnad av mesakalk. Mesakalken, som är jämförelsevis fuktig och grov, fordrar inte de investeringskrävande rörspridarna utan kan fördelas med centrifugalspridare (Pettersson, 2009). Användningsområdet för rörspridare har sålunda krympt. I linje därmed finns idag bara ett tiotal maskiner i hela landet som var och en har att betjäna stora geografiska områden. Följden har blivit att benmjölet ofta sprids vid tidpunkter som inte är optimala med hänsyn till växtnäringsutnyttjandet. I synnerhet inom den ekologiska odlingen där benmjölets kväveinnehåll tillmäts stor betydelse är detta till stor nackdel. Vidare är det svårt att komma ner i givor understigande 1 000 kg/ha.

## Frågeställning

Den spridningsteknik som idag tillämpas för mjölformiga gödselmedel medför ofta spridning vid tidpunkter som är otjänliga med hänsyn till växtnäringsutnyttjandet. Vidare innebär den tillgängliga tekniken stora givor vilket i sin tur kan innebära omfattande förrådsgödsling av exempelvis fosfor.

För att åstadkomma bättre anpassning i tid och av givor är det angeläget att kunna utnyttja mindre investeringskrävande spridningsutrustning alternativt maskiner med ett bredare användningsområde och som härigenom kan göras mer lättillgängliga.

## Mål

Undersökningen syftade till att identifiera och utvärdera lämplig spridningsteknik för mjölformiga gödselmedel. Den nytta som avsågs åstadkommas var förbättrat växtnäringsutnyttjande och därigenom ökad lönsamhet respektive minskad miljöpåverkan i växtodlingen.

## Genomförande

Ett antal tänkbara tekniska lösningar för spridning av benmjöl inventerades. Härvid inhämtades erfarenheter från maskintillverkare, entreprenörer, forskningsinstitutioner och lantbrukare. Vidare genomfördes spridningsförsök vid den officiella testanläggningen i Bygholm, Danmark.

## Resultat

### Centrifugalspridare

Centrifugalspridare är den i dag vanligaste maskintypen för tillförsel av konstgödsel och kalk. Det ligger därför nära till hands att använda denna teknik även för benmjöl vilket också har skett i olika sammanhang.

## Konstgödselspridare

Med traditionella centrifugalspridare för konstgödsel blir arbetsbredden begränsad, Figur 2. Genom att utmatningen som regel är passiv, självrinning genom hål i behållarens trattformade botten där materialflödet koncentreras, ökar även risken för stockningar och valvbildning.



Figur 2. Spridning av benmjöl med konstgödselspridare av centrifugaltyp medför begränsade arbetsbredder. På bilden sker spridning av enstaka kördrag för att bedöma spridningsbilden. Foto: Åsa Lindqvist, Svenska Lantmännen.

## Kalk- och konstgödselspridare

Maskiner för spridning av såväl konstgödsel som kalk tillverkas bl.a. av Amazone och Bredal, Figur 3. Maskinerna är avsedda för stora arealer och utrustade med bottenmatta för aktiv utmatning från behållaren till spridarskivorna.



Figur 3. Spridare av centrifugaltyp för såväl kalk som konstgödsel. Utmatningen till spridarskivorna sker med bottenmatta. Vänstra bilden: Amazone modell ZG-B, effektiv arbetsbredd<sup>1</sup> 10-52 meter. Foto: Amazone GmbH. Högra bilden: Bredal modell K45, effektiv arbetsbredd upp till 36 meter. Foto: Bredal A/S.(amazone.net & bogballe.com)

Erfarenheter från Helsingfors Universitet visade att då spridning av benmjöl utfördes med centrifugalspridare för kalk begränsades den effektiva arbetsbredden till 6-7 meter. Vidare fick höga körhastigheter lov att tillämpas för att erhålla tillräckligt låga givor. Problem uppkom med att givan varierade inom intervallet 500-1500 kg (Kivelä pers medd., 2009).

Ytterligare erfarenheter från Finland visar på liknade resultat. Då maskintillverkaren Ekotjänst Lindgård, Vasa spred benmjöl med centrifugalspridare för kalk erhöles en effektiv arbetsbredd om 6 meter vid en giva om 1 000 kg/ha. Vidare ansågs det ej meningsfullt att tillämpa stora arbetsbredder genom att vindpåverkan då kan bli omfattande (Lindgård pers. medd., 2009).

Under 2004 provades centrifugalspridaren Amazone ZG-B vid spridning av benmjöl vid det tyska företaget Anton Knoll. Det gödselmedel som användes hade volymvikten 700 kg/l och en vattenhalt understigande 4 % . Enligt uppgift spreds benmjöl med gott resultat vid 8, 9 och 10 meters arbetsbredd medan prestandan vid 12 meters arbetsbredd var bristfällig. För att få ett bra resultat

<sup>1</sup> Effektiv arbetsbredd = det avstånd mellan kördragen som ger den jämnaste spridningen.

även vid 12 meters arbetsbredd konstruerades särskilda spridarskivor för spridning av benmjöl, Figur 4. Givor om 1 000 kg/ha torde enligt uppgift vara möjliga att erhålla med den aktuella utrustningen. Vid höga vattenhalter uppstod emellertid påbakning av benmjöl på spridarskivornas vingar, vilket i sin tur innebar att spridning omöjliggjordes. Liknande problem uppstod vid höga fetthalter (Ballman pers. medd., 2009).



Figur 4. Vänstra bilden: Spridarskivor särskilt utformade för benmjöl. Högra bilden: Spridarskivorna (från ovan) i arbete vid spridning av benmjöl med Amazone ZG-B. Foto: Anton Knoll.

Beträffande kalk- och konstgödselspridarna från Bredal uppger tillverkaren att fuktigt/fett benmjöl kan spridas med 12 meter effektiv arbetsbredd vilket visats i tyska försök. Detta har åstadkommit genom att öka varvtalet på spridarskivorna till 900 rpm (normalt för exempelvis konstgödsel är 500 rpm) samt genom att flytta skivorna närmare behållaren. Vid torrare kvaliteter rekommenderar man dock att i stället begagna rörspridare (Bangsgård pers. medd., 2010).

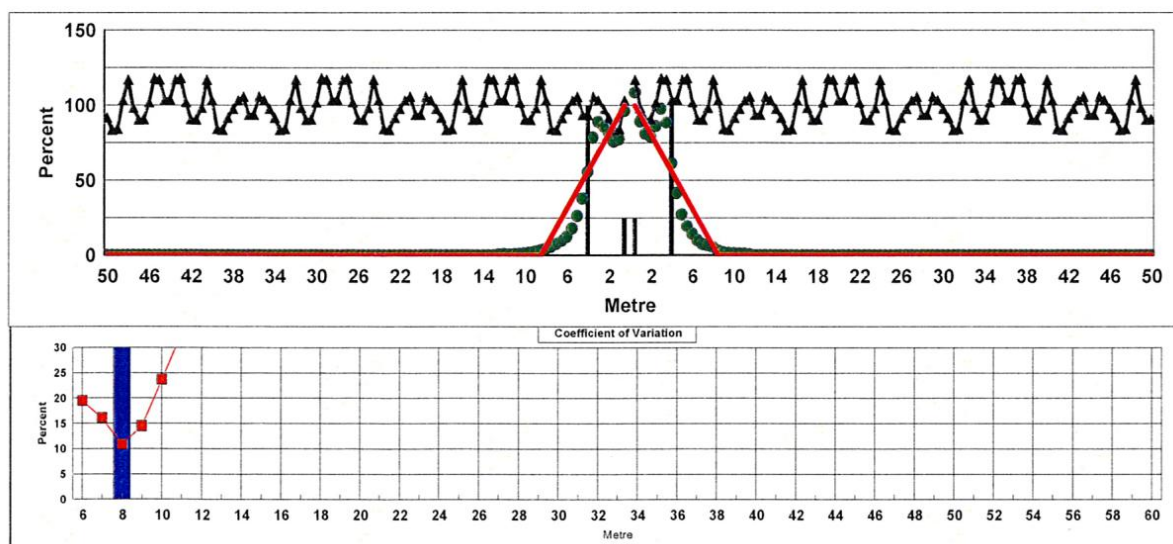
Inom föreliggande undersökning genomfördes i december 2010 inomhusprov med spridaren Bredal K65 vid den officiella testanläggningen i Bygholm, Danmark, Figur 5. Benmjölet som användes vid detta tillfälle, Biofer 7-9-0, levererades av Svenska Lantmännen. Spridningsjämnheten för olika maskininställningar provades.



Figur 5. Då spridaren Bredal K65 provades med benmjöl försågs maskinen med cirkelformade plattor ovanför spridartallrikarna. Foto: Bredal A/S.

I Figur 6 redovisas resultatet för den maskininställning som gav den jämnaste spridningen. Som framgår av det övre diagrammet uppgick kastvidden till hela 24 meter. Det mesta materialet stannade dock i nära anslutning till spridaren vilket medförde att den jämnaste spridningen erhöles redan vid åtta meters avstånd mellan kördragen. Givan blev då 1 240 kg/ha och spridningsjämnheten, angiven som variationskoefficient, 10,9 %.





Figur 6. Resultat från provning av Bredal K65 med gödselmedlet Biofer 7-9-0 vid Bygholm, Danmark. Körhastighet vid provet 14,7 km/h.

Övre diagrammet: Gödselmedlets fördelning över arbetsbredden. Relativa mängder: 100 % = genomsnittlig giva. Prickad linje anger utfallet för det enskilda kördraget medan den överliggande summakurvan inkluderar bidragen från intilliggande kördrag vid åtta meter mellan kördragen (=effektiv arbetsbredd). Den pyramidformade kurvan avser optimal spridningsbild för ett enskilt kördrag.

Undre diagrammet: Spridningsjämnheten (variationskoefficient) som funktion av avståndet mellan kördragen. Exempelvis vid en avvikelse från det optimala kördragsavståndet (åtta meter) med en meter ökade variationskoefficienten med cirka fem procentenheter.

Som framgår av Figur 6 var spridningsbilden för det enskilda kördraget brant. Vid praktiskt spridningsarbete innebär detta att man noggrant måste hålla avsedda avstånd mellan kördragen för att inte riskera ojämn fördelning. En ytterligare felkälla uppkommer i de fall man inte känner till hur stort det optimala kördragsavståndet är.

## Kletgödselspridare

I praktiskt drift har lantbrukare provat att tillföra benmjöl med en kletgödselspridare modell Hill, Figur 7.



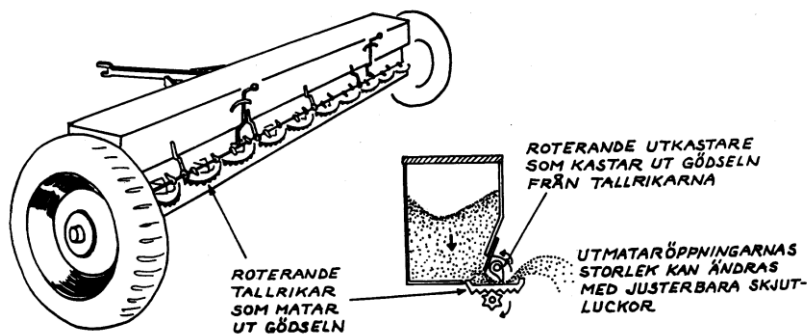
Figur 7. På Hillspridaren transporteras gödselmedlet till spridarskivorna med två skruvar i behållarbotten. Foto: Ranaverken AB.

Vid spridning tenderade bottenkruvarna i behållarens botten att flytta materialet i sidled, vilket medförde att den ena sidan av behållaren tömdes snabbare än den andra. Vidare visade det sig att utmatningshastigheten var för hög. Bottenkruvarna försågs därför med drivning via hydraulmotor så att de roterade långsammare, varvid givan reducerades till cirka 800-1000 kg/ha. Samtidigt blev dock flödet från bottenkruvarna mer pulserande, vilket försämrade spridningsjämnheten. Arbetsbredden uppskattades till 5-6 meter (Eningsjö pers. medd., 2008).

## Fallspridare

På denna spridartyp faller gödselmedlet rakt ner från maskinen till marken. Arbetsbredden är ungefär lika med maskinens bredd.

Fallspridare av tallrikstyp, Figur 8, var vanligen förekommande i svenskt lantbruk ända in på 1960-talet. De drogs av häst eller bogserades efter traktor. Arbetsbredden var ofta runt tre meter. Det tillverkades även "herrgårdsmodeller" med arbetsbredd cirka sex meter. Än idag används en del kvarvarande tallriksmaskiner för att sprida köttbenmjöl. Enligt uppgift är spridningsjämnheten god (Hansson pers. medd., 2009).



Figur 8. Fallspridare av tallrikstyp. Eriksson & Zetterberg (1981).

En mer modern variant av fallspridarna har tagits fram av det finska företaget Elho, Figur 9. Arbetsbredden är 3,5 meter och maskinen uppges fungera väl för benmjöl och med en kapacitet om 2-3 ha/timme. Maskinen serieproducerades under senare hälften av 80-talet samt under 90-talet men konceptet är för närvarande vilande (Hägglom pers. medd., 2011).



Figur 9. Spridning av benmjöl med fallspridare av fabriken Elho. Foto: Honkajoki Oy.

En fördel med de beskrivna fallspridarna är att givorna kan begränsas till att motsvara behovet för enstaka år.

## Spridare med skakramp

I praktiskt lantbruk har provats att tillföra benmjöl (6-9-0) med en spridare med skakramp av fabriken Holm. På denna spridartyp är gödselbehållare och utmatningssystem utformade i likhet med en konventionell såmaskin med valsutmatning. Fördelningen över arbetsbredden sker däremot via plåtrännor som skakar i sidled, Figur 10. Funktionen visade sig dock inte vara tillfredsställande genom att gödselmedlet hängde sig i behållaren (Hansson, pers. medd., 2009.)



*Figur 10. Spridare för växnäring, fabrikat Holm, där gödselmedlet fördelas över arbetsbredden via vibrerande plåtrännor. Maskinens arbetsbredd = rampbredden, i detta fall sex meter. Foto: Kurt Hansson.*

## Nya koncept

### Dansk försöksmaskin med kedjeutmatning

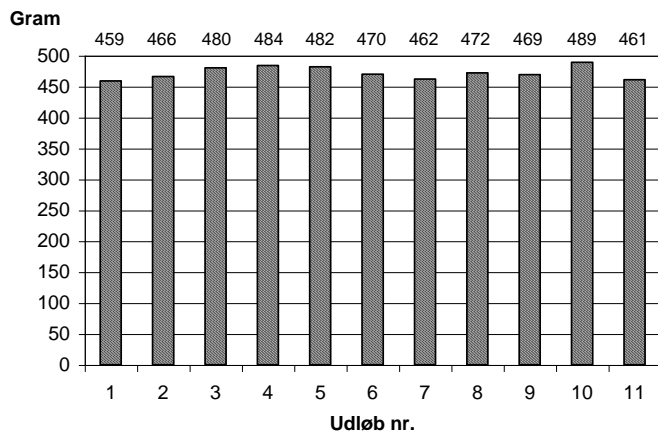
En maskin som såvitt känt inte använts till benmjöl men som ändå är intressant genom att den klarar pulverformiga material har tagits fram i Danmark. Utrustningen utvecklades för att bl.a. kunna sprida aska från förbränning av flis och halm samt en svavelhaltig produkt från rökgasrening. Utmatningen baseras på en kedja med medbringare av den typ som används i utfodringsanläggningar samt utmatningsvalsar med samma utformning som på såmaskiner, Figur 11. Transportkedjan för gödselmedlet från behållaren och vidare genom ett rör med ett antal öppningar som kontinuerligt hålls fyllda med gödselmedel. Överskjutande mängd förs av transportkedjan åter till behållaren. I botten av ovan nämnda öppningar finns utmatningsvalsar vars varvtal bestämmer givans storlek. Från valsarna faller gödselmedlet genom rör till marken varpå det placeras i band. Maskinen har under ett par år körts drygt tvåhundra hektar i praktisk drift (Olsen, 1999).



*Figur 11. På den danska försöksmaskinen sker utmatningen med en kedja av samma typ som används i utfodringsanläggningar. Maskinen är frontmonterad för att kunna kombineras med andra redskap. Arbetsbredden uppgår till cirka 4 meter och behållarvolymen till cirka 1 200 liter (Møller pers. medd., 2012). Foto: Agri Contact.*

Maskinen har i danska försök visat sig ge mycket jämn fördelning i sidled, Figur 12, och utan nämnvärd dammbildning. Den klarade dock inte klumpar i gödselmedlet. Vid en körhastighet om 6 km/h var givans storlek cirka 200 kg/ha (Olsen, 1999).





Figur 12. Fördelning i sidled för den danska försöksmaskinen vid stationär utmatning under 40 sekunder. Den genomsnittliga utmatningen uppgick till 472 gram per utlopp med en variationskoefficient om 2,1 %.

### Maskiner för väghållning, modifierad saltspridare

Friggeråkers Verkstäder, Falköping, tillverkar sand- och saltspridare med olika utmatningsprinciper. Man är van att hantera besvärliga material exempelvis sådana som är klibbiga. I dagens väghållning använder man nämligen inte längre alltid det bästa materialet vid sandning utan även fraktioner med mo och finprodukter. Vidare klarar man även att sprida begränsade mängder, exempelvis motsvarar en saltgiva vid halkbekämpning cirka 200 kg/ha (Friggeråker pers. medd., 2009) .

Även inom väghållningen är det viktigt utmatningen är jämn. Med material som är lätta att sprida klarar man idag +/- 10 % avvikelse i giva, med besvärliga mtrl +/- 20 % (Friggeråker pers. medd., 2009).

Beträffande spridning av benmjöl bedömer tillverkaren i fråga att en framkomlig väg skulle kunna vara att som utgångspunkt ha företagets befintliga, enskiviga saltspridare, Figur 13. Idag är denna maskintyp försedd med en centralt placerad spridartallrik. Spridaren skulle i så fall modifieras genom att man placerar en tallrik på vardera yttersidan av behållaren, om möjligt med så stort c-c avstånd som 3 meter. Med en kastlängd om 1,5 meter skulle man i så fall kunna åstadkomma en arbetsbredd om cirka 6 meter. På samma sätt som för den befintliga spridaren skulle matningen till tallrikarna ske med progressiva stålbandsskruvar (så att behållaren töms jämnt, respektive för att förhindra ihopbeckning) men med omvända rotationsriktningar (Friggeråker pers. medd., 2011).



Figur 13. Tallriksspridaren Falköping TC-16 för sand, salt, singel och klorkalcium. Foto: Friggeråkers Verkstäder.

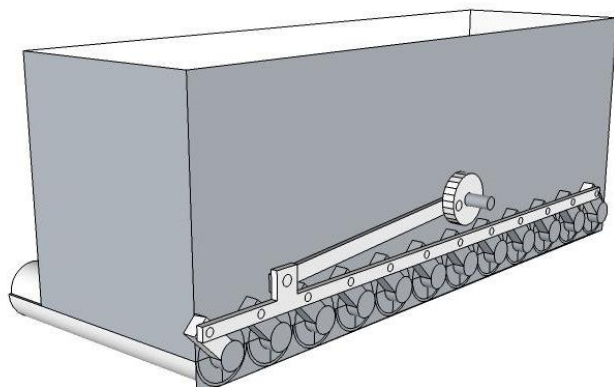
Konstruktionen bedöms enligt Friggeråker (pers. medd., 2011) kunna klara jämnhet avseende giva om +/- 10 %. Vidare skulle ett bredare användningsområde kunna erhållas om möjlighet fanns att växla mellan de båda tillämpningarna: Centralt placerad tallrik respektive tallrikar vid yttersidorna.

### Parallellkopplade skruvdoserare

En känd teknik för utmatning av mjölkformiga produkter är skruvdoserare vilka bl.a. används i utfodringsanläggningar. Denna teknik skulle enligt Hansson (pers. medd., 2012) kunna passa väl för



spridning av benmjöl. Ett antal skruvdoserare skulle i en sådan konstruktion placeras i maskinens färdriktning och bredvid varandra i det antal som behövs för att uppnå önskad arbetsbredd, Figur 14.



Figur 14. Utrustning för spridning av benmjöl bestående av ett antal parallellkopplade skruvdoserare, principskiss. En fram- och återgående stång vrids varje skruv med någon form av stegmatning. Behållaren skulle exempelvis kunna göras 2,6 m bred, 1 m hög och 0,8 m djup vilket ger en volym om drygt 2 m<sup>3</sup>. Om framsidan vinklas framåt, kan man vid lastarmontering tänka sig att den även går att fylla direkt från ett planlager. (Hansson pers. medd., 2012).

Den spridningsutrustning som skisserats i Figur 14 torde kunna nyttjas till ett flertal typer av mjöl men även till sand, kalk etc. vilket ger förutsättningar för lång årlig användningstid. För att öka kapaciteten skulle flera enheter kunna sättas samman på spridarekipaget (Hansson pers. medd., 2012).

## Diskussion

Av centrifugalspridarna i marknaden är det i första hand de kombinerade maskinerna för såväl konstgödsel som kalk som kan komma ifråga för spridning av benmjöl. Erfarenheter från prov i Tyskland visar på att fördelningen i sidled fungerat väl med arbetsbredder upp till 12 meter. Erfarenheter i Danmark och Finland visar emellertid på mer begränsade prestanda. Här har den effektiva arbetsbredden legat inom området 6-8 meter.

Skillnaden i effektiva arbetsbredder mellan de tyska och de nordiska erfarenheterna torde i huvudsak bero på variationer i gödselmedlens fysikaliska egenskaper. Troligen har de tyska proven utförts med benmjöl som varit förhållandevis fett och/eller fuktigt. Sådana kvaliteter ger genom sin klubbighet nämligen grövre partiklar som är lättare att förflytta genom luften än exempelvis den mer torra och finkorniga Biofer-produkt som användes vid spridningsprovet i Bygholm. Å andra sidan ger fuktiga eller feta gödselmedel mer problem med valvbildning i behållarna liksom påbakning på maskinkomponenter.

De begränsade arbetsbredderna enligt ovan medför att kapaciteten reduceras. En annan effekt är att givorna vid rimliga körhastigheter blir höga, ibland till och med så höga att det kan vara svårt att klara maximala engångsgivor med hänsyn till fosforinnehållet.

Att arbetsbredderna är begränsade medför också att spridningsbilden för det enskilda kördraget får förhållandevis branta sidor vilket bl.a. visade sig vid försöket i Bygholm (Figur 6). Vid praktiskt spridningsarbete innebär detta att man noggrant måste hålla korrekta kördragsavstånd för att inte riskera ojämn fördelning. Detta är dock inte helt enkelt med en centrifugalspridare genom att den effektiva arbetsbredden kan variera mellan olika gödselmedelskvaliteter. En ytterligare nackdel med centrifugalspridarna, då de används för att sprida finkorniga produkter till stora kastvidder, är att vindkänsligheten blir betydande.

En annan grupp av maskiner för tillförsel av växtnäring är de s.k. fallspridarna. Här är arbetsbredden ungefär lika med maskinens bredd varför gödselmedlet inte har någon lång kastbana genom luften utan det faller från maskinen rakt ner till marken. Med fallspridarna elimineras en del av centrifugalspridarnas nackdelar såsom vindkänslighet och diffusa arbetsbredder. En ytterligare fördel med dessa maskiner är möjligheterna att anpassa gödselgivorna till behovet för enstaka år. Små arbetsbredder liksom små (och från storsäckar svårfyllda) behållare begränsar dock kapaciteten.

Sammantaget kan konstateras att det idag inte finns någon kommersiellt tillgänglig maskin som är väl lämpad att sprida benmjöl och att utrymme sålunda finns för nytänkande. Ett nyckelord i sammanhanget torde vara mångsidighet. Dels för att de mjölformiga gödselmedel som framgent kommer att spridas i svenskt lantbruk kan förväntas variera stort, både vad avser volymer och kvaliteter. Vidare för att mångsidiga maskiner kan användas även utanför lantbruket och på det viset medverka till att reducera de fasta kostnaderna.

Intressant i detta sammanhang är den danska försöksmaskinen med kedjeutmatning som klarar att sprida olika typer av material. Stor flexibilitet kan även förväntas av det tänkta koncept som har maskiner för väghållning som utgångspunkt, den hydraulburna saltspridaren. En sådan maskin i modifierad form skulle kunna betraktas som ett mellanting mellan en traditionell centrifugalspridare och en fallspridare. Visserligen sker fördelningen av materialet med spridartallrikar men till en mycket begränsad kastvidd per tallrik. Känd teknik men i ny tillämpning representeras av skisserade konceptet med parallellkopplade skruvdoserare. Dessa komponenter är ju väl beprövade i utfodringssammanhang och torde efter ev. modifieringar även kunna klara olika gödselmedel, kalk, sand, salt etc. En spridare med många användningsområden skulle i så fall kunna erhållas.

Vid framtagning av nya maskiner för spridning av mjölformiga produkter bör man beakta möjligheten sätta samman spridarekipage bestående av flera enheter. Erfarenheter från sådana arrangemang finns bland annat från flygplatser (Friggeråker pers. medd., 2009). Vid gödsling i fält kan dessa härvid arbeta bredvid varandra medan man vid vägtransport faller in yttre sektioner. Om samma utrustning skall användas för andra uppgifter (såsom t.ex. väghållning) kan i stället varje enhet begagnas separat, exempelvis i trepunktslyften på en traktor.

Föreliggande undersökning har visat på den betydande inverkan som olika kvaliteter av benmjöl har på spridningsresultatet. Inför framtida arbeten med utveckling och utvärdering av teknik för mjölformiga gödselmedel är det därför angeläget att identifiera metoder för att karakterisera deras fysikaliska egenskaper. I sammanhanget kan nämnas att för konstgödsel har omfattande arbete lagts ner på detta område vilket utmynnat i att man idag beskriver dessa produkter efter egenskaperna kornstorleksfördelning, hållfasthet, massflöde och volymvikt (Flodén, 1994). För de mjölformiga gödselmedlen kan delvis andra parametrar tänkas vara av betydelse för att ange spridbarheten.

## Referenser

### Litteratur

- Eriksson I. & Zetterberg G., 1981. Fältmaskiner i jordbruket. LT:s förlag. Stockholm.  
Olsen J., 1999. Slutrapportering for projektet: Udbringning af tasp og bioaske-Udvikling af nyt system for udbringning af pulverformige materialer på landbrugsjord uden støvgener. Agri Contact oktober 1999.  
Flodén S., 1994. Analysmetoder för konstgödselns fysikaliska egenskaper. Projekt 1 moment 2, 3 och 5 inom TYP 93. JTI-Rapport nr 178. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala. ISSN 0346-7597.

### Webbsidor

- amazone.net, oktober 2012  
bogballe.com, oktober 2012

### Personliga meddelanden

- Ballman Friedhem, 2009. Amazone GmbH.  
Bangsgard Jacob, 2010. Bredal A/S.  
Eningsjö Claes, 2008. Lantbrukare, Enköping.  
Friggeråker Christer, 2009 & 2011. Friggeråkers Verkstäder, Falköping.  
Hansson Kurt, 2009 och 2012. Gasilage AB.  
Hägglom Karl-Erik, 2011. Elho.  
Kivelä Jukka, 2009. Helsingfors Universitet.  
Lindgård Boris, 2009. Oy Ekotjänst Lindgård, Vasa.  
Löf Pär-Johan, 2007, 2011 & 2012. Svenska Lantmännen.  
Møller Arne, 2012. Agri Contact, Hundested, Danmark.  
Pettersson Mikael, 2009. Spridningsentreprenör, Kungsör.