

# Færre kemikalier via ny **teknologi**

Robotter med sprøjter eller laser  
er vejen frem til et lavere behandlingsindeks

■ AF SVEND CHRISTENSEN OG BRITT-EA JENSEN

Behandlingshyppigheden stiger - stik mod det forventede og ønskede. Pesticidplan 2004-2009 har som målsætning at nedsætte antallet af behandlinger til 1,7 ved udgangen af 2009, men i stedet er behandlingshyppigheden steget siden 2002.

Optimering af herbicidvalg, dosering, mekaniske metoder og sprøjteteknik har ikke modvirket stigningen. Der er brug for nytænkning og et teknologispring, hvis målsætningen om en lavere behandlingshyppighed skal fastholdes.

## Sprøjterobotter

Der ligger et stort potentiale i at begrænse brugen af pesticider ved at lokalisere eller identificere ukrudt og begrænse anvendelsen til de steder, hvor der er behov for bekæmpelse. Man kan skelne mellem tre forskellige niveauer af præcision og teknologi:

- *Pletsprøjten*, hvor bommen inddeles i sektioner, som styres af et kombineret kamera-computer system, der identificerer ukrudtsforekomst og bekæmpelsesbehov. Systemet kan monteres foran på traktoren.
- *Cellesprøjten*, hvor hver enkelt dyse styres til at sprøjte små enheder på fx 50 cm<sup>2</sup>. Der anvendes

et kamerasystem monteret på selve bommen, som identificerer forekomsten af ukrudt i hver celle.

- *Mikrosprøjten* er rent teknisk meget forskellig fra plet- og cellesprøjtning. Der anvendes en mikrodysse, der med høj præcision »skyder« de enkelte planter med små dråber. Hver plante i et billede identificeres, og ukrudtsplanterne lokaliseres med et kamerasystem.

Plet- og cellesprøjter ligner konventionelle sprøjter. Mikrosprøjtning kræver meget høj præcision, både mht. at identificere ukrudtsplanter og til at placere »skuddene« med dråber. En præcision der ikke opnås med de hastigheder, der kendetegner konventionelle og bemandede sprøjter.

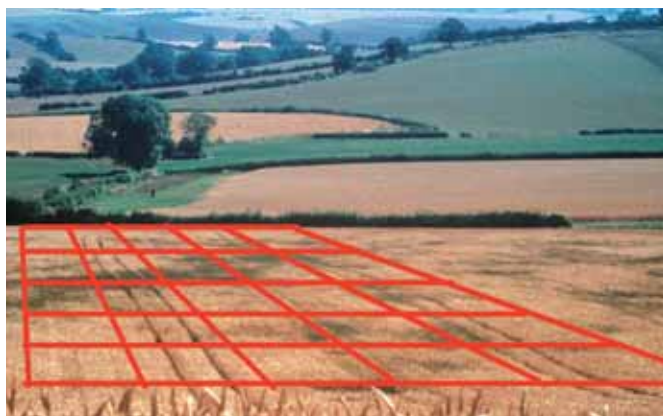
Den nødvendige præcision kan kun opnås med en lav hastighed og er derfor kun realistisk med en ubemandet sprøjte, der kan arbejde stort set døgnet rundt, så den langsomme fremkørsel hentes hjem i kraft af lange »arbejdsdage«.

## Pletsprøjtning

Ukrudtet er ikke jævnt fordelt. I de fleste marker er der ofte større områder, hvor ukrudtsforekomsten er så ubetydelig, at det ikke er nødvendigt at bekæmpe.

Benytter man en almindelig sprøjte med en sprøjtebom på fx 24 m, vil det dog i praksis sjældent være muligt at lukke for sprøjtningen, fordi der altid vil være ukrudt et sted under bommen.

Kan man styre de enkelte bomsektioner, er det muligt at opnå en betydelig reduktion i behandlingsindekset. I figur 1 ses et eksempel på



Figur 1. Kornmark med typiske ukrudtspletter - de grønne områder.

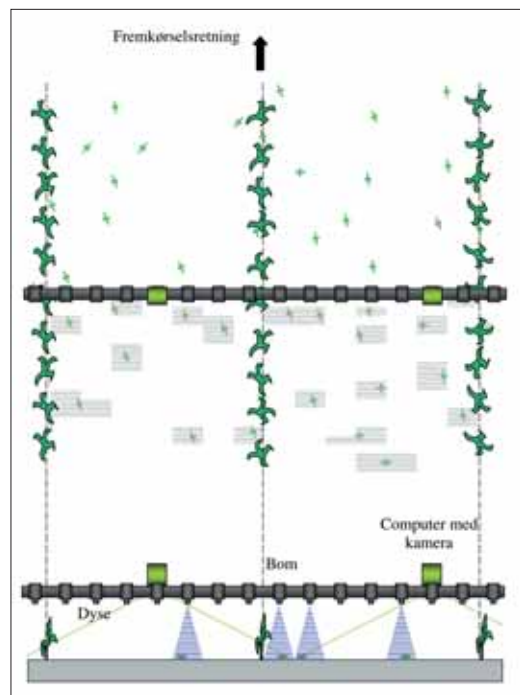
en kornmark med pletter af agerrævehale. Inddeler man marken i et 5 x 5 grid, er der fire enheder uden forekomst af agerrævehale og ved at indtegne pletterne på et elektronisk kort og kun sprøjte de 21 enheder med agerrævehale, kan man reducere behandlingsindekset fra 1.0 til 0.8.

Inddeler man marken i figur 1 i et endnu finere grid, vil andelen af enheder uden ukrudt være større og behandlingsindekset lavere. I mindre ukrudtsbefængte marker kan indekset komme endnu længere ned.

Man kan købe sprøjter, der styres ud fra kort over ukrudtsforekomst, men indtil videre har de ikke vundet større udbredelse i Danmark eller i udlandet, da kortlægningen af ukrudtet ikke er automatiseret. Men nu er en tysk ukrudtssensor på vej til at blive kommercialiseret. Systemet anvender digitale kameraer og billedbehandlingsmetoder til at identificere og kategorisere ukrudtsarterne i grupper. På baggrund af disse data udarbejdes behandlingskort, som kan anvendes i en pletsprøjte.

## Cellesprøjtning

Udtrykket cellesprøjtning kommer af den elektroniske inddeling af marken i arealenheder eller celler på hver ca. 50 cm<sup>2</sup>. Kameraer fotograferer de enkelte celler, og applikationsenheder, som er forbundet



Figur 2. Skitse af cellesprøjte under udvikling. Øverste del er set ovenfra, nederste fra siden.

## ● Der er brug for nytænkning og et teknologispring, hvis målsætningen om en lavere behandlingshyppighed skal fastholdes ●

med kameraerne, sprøjter de celler, hvor ukrudtet befinder sig. Det betyder, at celler uden ukrudt ikke vil blive sprøjtet.

Hver celle betjenes af én dyse. Dyserne overlapper ikke hinanden som ved almindelig sprøjtning og ved pletsprøjtning.

Resultater fra en analyse af større serier af billeder af ukrudt på de første udviklingstrin i forskellige marker viser, at mindst 50 pct. af cellerne er uden forekomst af ukrudt. Dvs. et behandlingsindeks på mindre end 0,5.

## Mikrosprøjtning

Med mikrosprøjtning opnås den største mulige reduktion i forbruget af herbicider. Den enkelte ukrudtsplante (helst allerede på kimbladsstadiet) bekæmpes med en mikrodråbe af herbicid. På den måde undgås



Figur 3. Figuren viser, hvordan visionsystemet holder styr på placeringen af ukrudtet. Celler, som indeholder mindst 50 pct. ukrudtsplanter, afmærkes (de blå prikker) til sprøjtning. Cellerne er 25 x 25 mm.

### Forsøg med præcisionssprøjtning

I Tyskland er der foretaget undersøgelser af præcisionssprøjtning. Sprøjten arbejder ud fra oplysninger i form af foto af ukrudtet, optaget for hver tre m med et kamerasystem, der er monteret på bommen. Ukrudtspletterne tildeles en optimal blanding af tre herbicider ud fra oplysningerne fra ukrudtsbillederne.

Der anvendes en sprøjte med en 21 m bom, som pletsprøjter i tre m sektioner. Sprøjten er forsynet med tre tanke, der indeholder forskellige sprøjteblandinger. Hver tank har sit eget distributions- og dysesystem og indeholder typisk hhv. et middel mod græsukrudt, frøukrudt og tidsler. På grundlag af fire års markforsøg i vinterafgrøder er der fundet besparelsesprocenter på 60 ved sprøjtning af frøukrudt, og op til 90 for græsukrudt ved anvendelse af et lignende visionsbaseret system samt et »on/off« reguleret sprøjtesystem, hvor sprøjten tænder og slukker efter behov (1).

forurening med herbicid af både afgrøde og jord, og metoden vil i mange marker kunne reducere behandlingsindekset med over 90 pct.

Vi arbejder p.t. på at udvikle en prototype på mikro-sprøjte. I udviklingen af sprøjten ligger der flere udfordringer. Identifikationen af ukrudtsplanter skal være meget sikker, også i de tilfælde, hvor ukrudtet til dels er dækket af andet ukrudt eller af afgrøden. Desuden skal sprøjteteknikken være så præcis, at mikrodråben ikke kun rammer planten, men også bliver hængende på den.

### Laser

Endelig bør nævnes endnu en metode, som kan anvendes af en markrobot: Svidning af ukrudtsplanter med en højenergi laserstråle. Ligesom mikro-sprøjtningen en teknologi, som kræver stor præcision og dermed forudsætter langsom fremkørsel, som igen stiller krav om, at robotten kan køre omtrent døgnet rundt. Metoden vil især være af interesse for økologer.



Figur 4. Markrobot med mikrosprøjtning i laboratoriet på Forskningscenter Bygholm.

Der er allerede foretaget lovende forsøg, men der kræves yderligere forskning i valg af bølgelængde, dosis, strålens positionering i forhold til planten mm. Forhåbentlig er der projektmidler på vej til at arbejde videre med metoden, men hvornår kommerciel brug af laser i ukrudtsbekæmpelse bliver en mulighed er uvist, da det afhænger af forskningsbevillingerne.

### Kilder:

Det tyske forsøg med pletsprøjtning:  
Gerhards, R. & Christensen, S. (2003): Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. Weed Research 43.  
Cellesprøjtning:  
Lund, I. (2006): Micro patch spraying of weeds in maize. DaNet newsletter, October 2006. www.danet.dk  
Mikrosprøjtning:  
Søgaard, H. T. (2006): Technology for spraying single weed plants. DaNet newsletter, November 2006. www.danet.dk  
Søgaard, H. T. & Lund, I.: Application Accuracy of a Machine Vision-Controlled Robotic Micro-dosing System. Biosystems Engineering, Volume/Issue 96/3 (udkommer i 2007).  
Laser:  
Mathiassen, S. K., Bak, T., Christensen, S. & Kudsk, P. (2006): The Effect of Laser Treatment as a Weed Control Method. Biosystems Engineering vol. 95 no 4.

*Af forskningschef, cand.agro. Svend Christensen og informationsmedarbejder, cand.mag. Britt-Ea Jensen, Forskningscenter Bygholm, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet.*