

Radrensere med automatpilot er godt på vej

Om få år er det automatpiloter, der luger ud mellem rækkerne af fx kål, løg, roer og graner. Det vurderer en projektgruppe, der har testet to automatiske styresystemer, der styrer efter rækkerne via et kamera. Forsøgene viste, at kameraerne er ligeså præcise som en traktorfører, hvis kulturplanterne er symmetriske og står i tydelige rækker og hvis ukrudtsplanterne er til at overskue både i størrelse og antal. De betingelser står dog ikke helt mål med virkeligheden. Alligevel er der perspektiv i at fortsætte udviklingen af de automatiske systemer, fordi de kan øge arbejdskapaciteten, reducere skader på afgrøder og på visse betingelser reducere forbruget af herbicider.

Baggrund og formål

Radrensning kræver vågent øje

Behovet for at bekæmpe ukrudt i frilandsgartnerier og planteskoler er ofte stort, fordi planter dyrket i rækker ikke kan konkurrere med ukrudtet. Udbyttet bliver af den grund for dårligt, hvis ikke rækkerne bliver holdt fri for ukrudt det meste af tiden. Avlerne bruger ofte traditionel radrensning, da udbuddet af godkendte herbicider (midler til ukrudtsbekæmpelse) er begrænset. Manuelt styrede radrensere kræver, at traktorføreren er rutineret og koncentreret. Og radrensning kan være en stor udgift i produktionen. Der er kun begrænset viden om, hvilke skader unøjagtig styring kan medføre på afgrøderne. Men de økonomiske tab kan blive store, fordi der er tale om afgrøder af høj værdi. Nøjagtighed i styringen er især påkrævet, når der renses meget tæt på rækkerne. Det er ofte tilfældet, fordi avlerne gerne vil begrænse det manuelle lugearbejde omkring planterne.

I de senere år er der udviklet ny teknik til automatisk styring af landbrugsredskaber såsom radrensere. Men teknikken mangler stadig en del justeringer, før den for alvor kan blive interessant for gartnerier og planteskoler. Perspektiverne i automatisk styring af radrensere er, at det kan erstatte en ekstra person til finstyring og eventuelt også øge arbejdskapaciteten. Derudover kan man stille mindre krav til traktorføreren, og man kan undgå skader på grund af manglende koncentration.

Formålet med projektet var at undersøge perspektiver og muligheder for at styre radrensere automatisk med rimelig præcision og pålidelighed i rækkeplanter. Projektet har også vurderet, hvilke konsekvenser automatisk styring har for herbicidforbruget, energiforbruget og avlerens økonomi.

Undersøgelsen

Forsøg med kamerasystemer

To danske systemer til automatisk styring er blevet sammenlignet med manuel styring: ECO-DAN's LPS og Frank Poulsens AUTOPILOT. Begge systemer er baseret på kameraer, der kan "affotografere" planterækken og dermed styre radrenseren mellem planterækkerne (se tabel 1). På begge systemer er kameraet monteret på radrenserens ramme og peger enten skråt fremad eller lodret ned. Sammenligningen bygger på konkrete forsøg med henholdsvis automatisk og manuel styring i udplantede kål, såede kål og såløg samt i prikle- og frøbede af nordmannsgran, rødgran og fuglekirsebær.

Projektet har været præget af, at de to styresystemer, der blev afprøvet, mod forventning ikke var færdigudviklede. Systemerne er løbende blevet udviklet i projektførelsen. Derfor har det været nødvendigt at improvisere undervejs i forhold til de oprindelige planer. Til gengæld har projektholdet kunnet følge og til dels bidrage til udviklingen af systemerne. Det har givet et godt indblik i systemernes styrker og svagheder.

Tabel 1: Teknisk beskrivelse af de to automatiske styresystemer brugt i forsøgene. Begge systemer er og bliver fortsat løbende udviklet.		
Fabrikat	Kamerasystem	Styresystem (aktuator)
Frank Poulsen Aps. AUTOPILOT Yderligere detaljer findes på: www.fp-engin.dk	Kameraet er en liniescanner, der scanner linier på tværs af rækken. Computeren beregner centrum for udslaget på baggrund af grønne plantedele og størrelsen af planten. Størrelse og form kan på sigt bruges til at frasortere udslag på ukrudtsplanter forskellig fra en defineret størrelse og form på afgrødeplanterne. Halvautomatisk lysstyring (2002).	En hydraulikventil styrer en oliecyliner, der er forbundet med redskabets styrehjul, styreskiver eller traktorens servostyring.
ECO-DAN LPS Yderligere detaljer findes på: www.eco-dan.com	Digitalt farvekamera (CMOS). Computeren har printkort med Digital Signal Processor baseret på CAN-BUS netværk. På baggrund af 25 billeder pr. sekund beregner den en liniestruktur. Systemet kan ikke skelne ukrudt, men så længe rækkestrukturen kan identificeres, har det ikke indflydelse.	1. En kraftig dobbeltvirkende hydraulisk ventil på traktorens trepunkts-ophæng, som sideforskyder hele redskabet. 2. Et elektrisk stempel, som er forbundet med redskabets styrehjul eller styreskiver.

Hovedkonklusioner

Tydelige rækker betinger succes

To års undersøgelser af potentialiet i de automatiske styresystemer har vist, at den nuværende tekniske formåen ikke dækker hele det behov, der er for styring i grønsags- og planteskolekulturer. Den primære årsag er, at systemerne stadig stiller for store krav til planternes størrelse, og dermed hvor tydelige rækkerne er, for at kunne fungere tilfredsstillende.

Derudover viser undersøgelserne, at:

- Automatisk præcisionsstyring er ligeså præcis som manuel styring, når strukturen i rækkerne er tydelig med symmetriske planter, som er tydeligt større end ukrudtsplanterne.
- Når den optimale situation ikke var til stede, var systemerne ikke pålidelige. Forsøgsbetingelserne var ofte ikke optimale for systemerne, hvilket har påvist mange af systemernes begrænsninger. Det kan derfor være svært at redegøre for deres pålidelighed under optimale forhold.

Undersøgelserne har også vist, at afgrøderne skal have en vis størrelse både absolut (cirka 2-5 cm² bladareal) og i forhold til ukrudtet. Jo mindre planterne er, jo mere følsomme er styresystemerne over for ukrudt. Derfor er begge systemers succes i øjeblikket betinget af, at man kan bekæmpe tidligt fremspiret ukrudt mellem afgrøderækkerne, så rækkestrukturen bliver mere tydelig og til at styre efter.

Rækkerne skal også være homogene uden spring. Større skader ved tidlige kørsler kan altså gøre senere kørsler mere besværlige. Dog er det sådan, at begge de automatiske styresystemer går i neutral position, hvis der er for få kulturplanter at "affotografere" og dermed ikke noget pålideligt signal fra kameraet. Da traktorføreren kan se, hvor der mangler planter, kan han også forebygge skader ved at koncentrere sig ekstra meget.

Manuel styring bliver mindre præcis, efterhånden som føreren bliver træet efter mange timers arbejde. Dette aspekt er uden betydning for de automatiske systemer.

ECO-DAN har udviklet et system, og Frank Poulsen ApS arbejder for tiden på et system, der kan styre efter et jordspor fra en så- eller plantemaskine. Hvis de nye systemer styrer ligeså præcist efter jordspor som efter rækker, vil det også være muligt at radrense, inden afgrøden er spiret frem. Det vil øge muligheden for at bruge systemerne betragteligt.

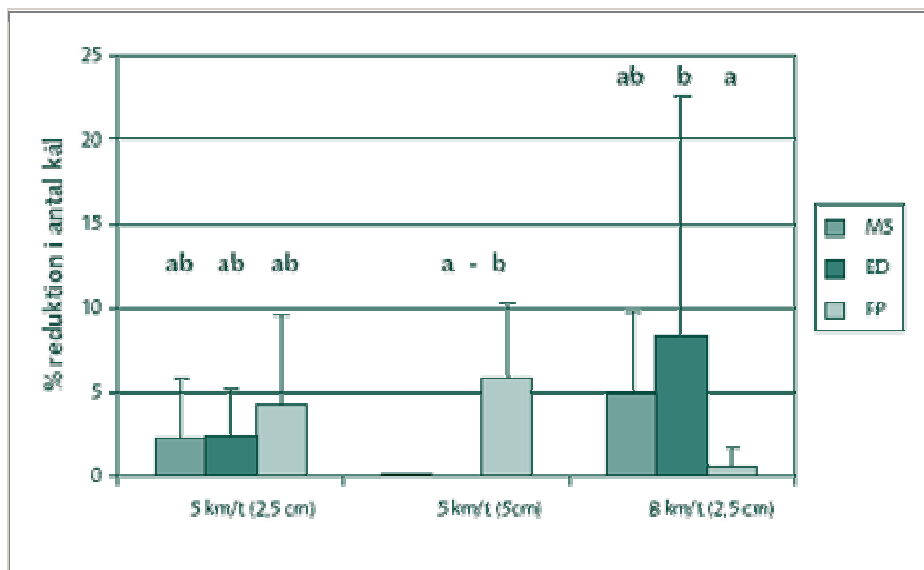
Projektresultater

Skader på afgrøder koster

Skader på kål, løg, gran og fuglekirsebær i form af færre planter eller mindre udbytte har varieret. Men der er ikke nogen klar tendens til forskelle mellem de automatiske styresystemer og manuel styring, som det fx ses i figur 1. I de enkelte forsøg var der enkelte behandlinger, der afveg, men det har typisk enten været noget, man kunne rette ved at justere systemernes software eller noget, der har været betinget af den aktuelle situation.

Hvis de automatiske systemer ikke kunne styre efter rækken, var årsagen for små planter eller ukrudtsplanter mellem rækkerne, som distraherede kameraerne. I visse tilfælde kunne man reducere usikkerheden ved de automatiske systemer ved at køre hurtigere frem. På den måde kom der flere planter i billedfeltet pr. sekund. Og enkeltplanter fik mindre betydning for styringen. Dette er dog kun en usikker tendens.

Hvis man reducerer skærenes afstand til rækkerne, øger man risikoen for skader på kulturplanterne, uanset om der er tale om manuel eller automatisk styring. Netop skader på afgrøderne kan have stor økonomisk betydning. Projektholdet registrerede skader ved manuel styring på op til 20 procent af planterne i nordmannsgraner. Det betyder et tab på over 100.000 kr. pr. ha. Derfor er det afgørende, at de automatiske styresystemer er mindst lige så pålidelige og præcise som manuel styring. Til gengæld er der også store gevinster, hvis de er bedre.



Figur 1: Reduktion i antal kål ved kørsel d. 21.06.01 ved 5 og 8 km/t, samt med henholdsvis 2,5 og 5 cm afstand til rækken. Manuel styring (MS), ECO-DAN (ED) og Frank Poulsen (FP). Søjler med samme bogstavsangivelser er ikke signifikant forskellige på 5 procent niveau. Standardafvigelse er angivet over søjlerne som en afsluttet streksignatur.

Styring af ekstraudstyr blev ikke undersøgt

Projektet kunne ikke undersøge mulighederne for at bruge automatisk styring af ekstraudstyr, som bliver monteret på en radrenser til bekæmpelse af ukrudt i selve kulturrækkerne. Skrabepinde og roterende fingerhjul er pt. det mest almindelige ekstraudstyr, som er i stand til mekanisk at fjerne ukrudt i selve afgrøderækken. Udstyret kræver dog ret præcis styring for at undgå alvorlige skader på kulturplanterne. Men test af præcisionen i dette og andre projekter har vist, at der ikke er nogen generel forskel på præcisionen af automatisk og manuel styring. Dermed antager man, at de erfaringer, man har med ekstraudstyr ved manuel styring, kan overføres til situationer med automatisk styring.

Auto-pilot sparer ekstra mandskab

Projektholdet har lavet økonomiske analyser, som tager afsæt i seks scenarier. Her antager man, at systemerne er fuldt funktionsdygtige og kan dække de forskellige aktuelle styringsbehov. En forudsætning, som i øvrigt anses for nødvendig for at kunne markedsføre systemerne i praksis.

Analyserne viste, at prisen på systemerne har størst betydning på små arealer. Derudover kan arbejdskapaciteten øges fx ved at øge kørehastigheden og/eller ved at bygge radrenserne i flere sektioner og dermed opnå større arbejdsbredder. Hvis man øger den med fx 50 procent, vil omkostninger og tidsforbrug dog kun blive reduceret med 2 - 8 procent i løg og kål.

Den økonomiske fordel ved automatisk styring er størst ved mange kørsler i en afgrøde, som normalt kræver en ekstra person til styring af radrenseren. Her vil den automatiske styring nemlig kunne erstatte den ekstra person.

Præcision har stor betydning for bekæmpelse tæt på og i rækken. Kan teknikken reducere behovet for at skulle luge med hånden eller reducere skader på kulturerne, kan avlerne spare mange penge.

Båndsprøjtning er en sprøjtning hen over afgrøderækken i en båndbredde, dvs. sprøjtet bredde, på 10-20 cm for at bekæmpe ukrudt i rækken. Ukrudt mellem rækkerne fjernes mekanisk ved radrensning. Den smalle båndbredde fører til den største herbicidbesparelse, men kræver til gengæld meget præcis styring.

Bredsprøjtning er en sprøjtning i hele bredden.

Ikke meget sparet på herbicidforbrug

Konsekvenserne for herbicidforbruget er mest markante, hvis automatisk styring kan bidrage til, at båndsprøjtning kan erstatte bredsprøjtning (se spalten). Mange planteskoler og gartnerier bruger allerede radrensning i stor udstrækning. Derfor er der ikke så meget at spare på herbicidforbruget her. Energiforbruget er det samme for manuel og automatisk styring af radrenserne, men hvis automatisk styring kan føre til højere arbejdskapaciteter, vil energiforbruget falde. Energiforbruget ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse er lidt højere end ved kemisk bekæmpelse. Gasbrænding vil betyde et markant større energiforbrug.

Andre kilder

Præcision ved automatisk styring af radrensere, Grøn Viden, Markbrug nr. 268, november 2002. Søgaard H.T., Jørgensen M.H. & Nielsen P.S.

Automatisk styring af redskaber til ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøder - tekniske og biologiske aspekter. 17, Danske Planteværnskonference 2000, DJFrapport nr. 24, s. 45-57. Søgaard H. T. & Melander B.

Automatisk styring: De første erfaringer. Grønne Fag nr. 12, s. 15-16, 2001. Petersen L H, Rasmussen K. & Melander B.

Automatisk styring til radrensere. Gartnertidende 20, 7, 2002. Rasmussen K. & Andersen L.

Summary:

Inter-row hoeing with automatic precision steering is fast approaching

In a few years times it will be automatically steered interrow cultivators that weed between the rows of cabbage, onions, beet, etc. That is the assessment of a project group that has tested two automatic precision steering systems that follow the rows using a camera. The experiments showed that the cameras are just as precise as a tractor driver if the crop plants are symmetrical and stand in clear rows, and if the weeds are easy to distinguish in terms of both size and number. These conditions do not fully match the situation in practice, however. Nevertheless, there is perspective in continued development of the automatic steering systems because they can enhance working capacity, reduce damage to the crops and under certain conditions reduce herbicide consumption.

Fakta:

Projekttitle:

Automatisk præcisionsstyring til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i gartnerier og planteskoler

Udarbejdet af:

Danmarks JordbrugsForskning, Karsten Rasmussen, Bo Melander

Trykt publikation:

Der findes ingen trykt publikation

Elektronisk publikation:

"Automatisk præcisionsstyring til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i gartnerier og planteskoler", Bekæmpelsesmiddelforskning nr. 77, Miljøstyrelsen, 2003, www.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-987-8/html/

Finansiering:

Aktiviteter vedr. bekæmpelsesmiddelforskning

Yderligere oplysninger,

Miljøstyrelsen Kemikalier, tlf. 32 66 01 00

Vurderingerne i projektartiklen står den udførende institution for. De er ikke nødvendigvis identiske med

Facts:**Project title:**

Automatic precision steering in mechanical weed control in market gardens and nurseries

Performing organization(s):

Danish Institute of Agricultural Sciences, Karsten Rasmussen, Bo Melander

Printed publication:

No printed publication available

Electronic publication:

Automatisk præcisionsstyring til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i gartnerier og planteskoler (Automatic precision steering in mechanical weed control in market gardens and nurseries), Pesticides Research No. 77, Danish EPA, 2003, www.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-987-8/html/

Only available in Danish

Financing:

Pesticide Activities Scheme, Danish EPA

Further information:

Danish EPA Chemicals. Phone: +45 32 66 01 00