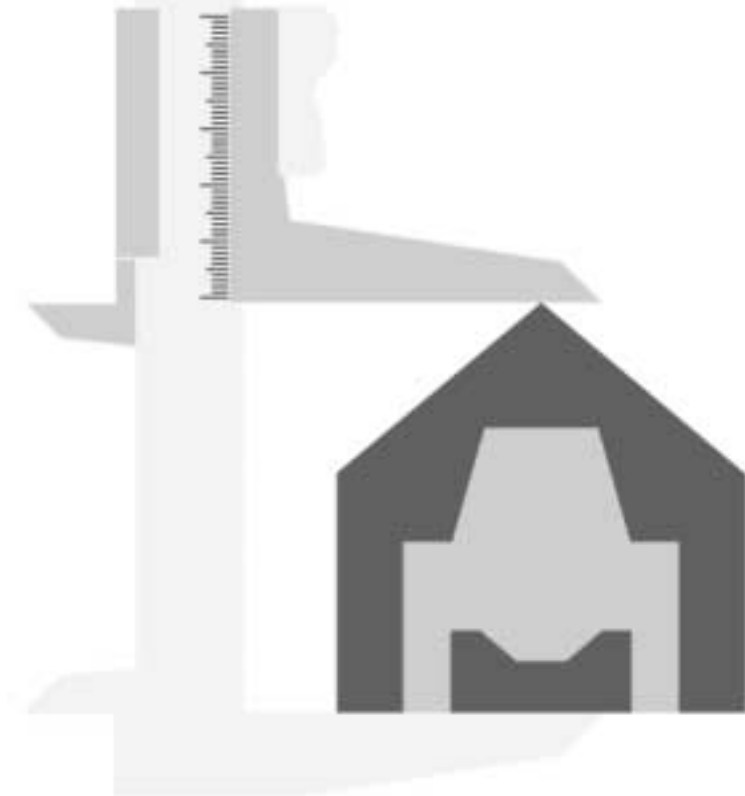


FarmTest - Planteavl nr. 4 - 2003

# Radrensning og rækkedyrkning



# Radrensning og rækkedyrkning

Af

konsulent Jørgen Pedersen og konsulent Knud Bastholm,  
Landskontoret for Bygninger og Maskiner og  
konsulent Peter Mejnertsen og konsulent Poul Henning Peter-  
sen, Landskontoret for Planteavl



**Landbrugets Rådgivningscenter**

*Landskontoret for Bygninger og Maskiner*

Udkærvej 15, Skejby · DK-8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00

Titel: Radrensning og rækkedyrkning  
Forfatter: Konsulent Jørgen Pedersen og konsulent Knud Bastholm, Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner og konsulent Peter Mejnertsen og konsulent Poul Henning Petersen, Landskontoret for Planteavl.  
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Tryk: Landbrugets Rådgivningscenter  
Udgave: 1. udgave 2003  
Oplag: 100 stk.  
Udgiver: Landbrugets Rådgivningscenter  
Landskontoret for Bygninger og Maskiner  
Udkærvej 15, Skejby  
8200 Århus N  
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010  
E-mail [farmtest@lr.dk](mailto:farmtest@lr.dk)  
[www.lr.dk/farmtest](http://www.lr.dk/farmtest)  
ISSN: 1601-6777

# Indhold

1. Sammendrag .....	6
2. Baggrund .....	9
3. Formål .....	10
4. Metode og maskiner i undersøgelsen .....	11
4.1 Metodebeskrivelse .....	11
4.2 Maskinbeskrivelser .....	11
4.2.1 Styresystemer .....	11
4.2.2 Manuel styring .....	12
4.2.3 Automatiske styresystemer .....	14
4.2.4 Styresystemernes konstruktionsmæssige kapacitet for kompensering .....	16
4.2.5 Kobling mellem styresystem og styreaggregat .....	16
4.2.6 Styreskiver .....	19
4.2.7 Styring efter jordspor .....	20
4.2.8 Styring efter føling på afgrødeplanterne .....	21
4.3 Typer og fabrikater af radrensere .....	22
4.4 Indstillingsmuligheder på radrenseren .....	23
4.5 Skær/renseorganer .....	24
4.5.1 Gåsefodsskær .....	24
4.5.2 Vinkelskær .....	25
4.5.3 Skrabepinde .....	25
4.5.4 Ukrudtsharve .....	26
4.5.5 Rullestjernerensere .....	27
4.5.6 Fingerhjulsrensere .....	27
4.5.7 Rækkefræsere .....	28
4.6 Afskærmning .....	29
4.6.1 Rulleskjolde .....	29
4.6.2 Pladeskærm .....	29
4.6.3 Støvskeerme .....	30
4.7 Håndhakning .....	32
4.8 Hypning .....	33
5. Resultater .....	34
5.1 Undersøgelser af automatiske styresystemer ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm .....	35
5.1.1 Forsøgsbetingelser .....	35
5.1.2 Sukkerudbytter fra økologisk avlede sukkerroer .....	36
6. Diskussion .....	38
6.1 Båndbredde .....	40
6.2 Såning af afgrøden .....	42
6.3 Sædskiftets betydning for ukrudt i rækkeafgrøder .....	43
6.4 Omkostninger til ukrudtsbekæmpelse i roer .....	43

6.5	Individuel økonomiberegning .....	44
6.6	Strategier for ukrudtsbekæmpelse i økologisk avl .....	46
6.6.1	Ukrudtsstrategi i økologiske sukkerroer .....	46
6.6.2	Ukrudtsstrategi i økologiske majs .....	48
7.	Konklusion .....	50
8.	Litteratur .....	51
Bilag 1	.....	52
Bilag 2	.....	55

# 1. Sammendrag

Der forhandles i Danmark to typer af optiske styresystemer til radrensere:

- LPS<sup>1</sup> fra Eco-Dan A/S.
- Autopilot fra F. Poulsen Engineering.

Styresystemerne er endnu ikke ret udbredte. Kun en lille gruppe landmænd anvender dem.

De optiske styresystemer til radrensere øger i væsentlig grad komforten for traktorføreren. Uden automatisk styring er det anstrengende gennem længere tid at styre en radrenser præcist i forhold til afgrøderækkerne. Særligt hvis der renses tæt på planterne. Med et optisk styresystem på radrenseren skal traktorføreren nu blot sørge for at holde traktorhjulene mellem afgrøderækkerne, da de optiske styresystemer foretager den præcise styring af radrenseren.

Undersøgelsen viste, at brugen af optiske styresystemer på radrensere ikke i praksis medfører en nævneværdig reduktion i bredden af det ubehandlede bånd omkring afgrøderækken. Forsøg viser, at de optiske styresystemer under optimale forhold giver mulighed for at arbejde med en ubehandlet zone på ca. 7 til 10 cm. I praksis er bredden af den ubehandlede zone 12 til 14 cm, selv med anvendelse af et optisk styresystem. Der er således et uudnyttet potentiale for at reducere bredden på den ubehandlede zone. Unøjagtig såning, utilstrækkelig justering af radrenseren samt overdreven bekymring for at beskadige afgrødeplanterne er de primære grunde til, at dette potentiale ikke udnyttes. Endvidere kræves det, at der anvendes udstyr til båndsprøjtning, som kan behandle i en båndbredde svarende til den smallere ubehandlede zone.

Undersøgelsen viste, at afgrødeskader som følge af radrensning sjældent forekommer. Hvis man kan acceptere, at en vis andel af planterne, 1 til 2 procent, bliver beskadiget (primært skåret i bladene) under radrensning, vil man med stor sandsynlighed kunne reducere bredden af den ubehandlede zone med nogle få centimeter.

Mellem den eller de rækker, som systemet styrer efter, og naborækkerne skal der være en stribe jord uden for megen plantevækst, ellers kan det optiske styresystem ikke skelne afgrøderækken fra omgivelserne. Bredden af denne stribe bare jord skal i reglen være større end ca. 10 cm.

For økologiske avlere er det af hensyn til udbyttet og timeforbruget til håndhakning væsentligt at kunne radrense tæt på afgrødeplanterne.

Konventionelle avlere, som båndsprøjter og radrenser, vil med en bedre udnyttelse af de optiske styresystemer kunne radrense tættere på afgrøden. Herved kan bredden af sprøjtebåndet reduceres og dermed også forbruget af ukrudtsmidler.

<sup>1</sup> LPS = Local Positioning System, (tidligere benævnt ATC).

Såfremt man konsekvent kan operere med en bredde på den ubehandlede zone på kun 12 cm, som efter al sandsynlighed kan blive betydelig mindre ved en mere effektiv udnyttelse af optiske styresystemer, vil man antageligt også kunne indsnævre bredden på sprøjtebåndet ved båndsprøjtning. En reduktion fra 20 til 15 cm på bredden af sprøjtebåndet vil give en reduktion i forbruget af ukrudtsmidler med 10 procent ved 50 cm rækkeafstand.

De undersøgte optiske styresystemer viste sig at fungere tilfredsstillende ved såvel høj som lav hastighed. Brugerne kunne berette, at de sjældent oplevede funktionssvigt efter indkøring og individuelle tilpasninger. De komfortforbedringer, som de optiske styresystemer bibragte, overskyggede næsten fuldstændigt de få dårlige oplevelser, der som oftest var begrænset til perioden omkring ibrugtagning og indkøring af styresystemet.

Det er vanskeligt at opnå en effektiv, mekanisk ukrudtsbekæmpelse i økologiske roer og majs. Landmanden skal have et godt kendskab til de eksisterende metoder og samspillet mellem dem. Endvidere er det vigtigt at have et indgående kendskab til ukrudtsfloraen og potentialet herfor i den enkelte mark.

I økologiske roer kan følgende strategi for ukrudtsbekæmpelse anbefales:

- Etablér falsk såbed 10 til 12 dage før såning.
- Der udsås ca. dobbelt udsædsmængde (i forhold til konventionel dyrkning).
- Første ukrudtsbekæmpelse foretages før roerne er spiret frem; der anvendes:
  - blindharvning,
  - eller
  - gasbrænding.
- Første radrensning gennemføres, når der er fremspiret ukrudt. Hvis roerne ikke er spiret frem, kan man køre efter såmarkeringerne eller et jordspor, hvis de ikke er blevet slettet i forbindelse med blindharvning.
- Håndhakningen skal indledes, når roerne har et løvblad og være afsluttet i løbet af en uge.
- Der gennemføres flere radrensninger alt efter behov. Det er en fordel at skubbe lidt jord ind i rækken for at tildække ukrudtskimplanter.

Alternativt kan man inden håndhakningen foretage ukrudtsbekæmpelse - ukrudts-harvning eller radrensning - på tværs af rækken. Da der er udsået ekstra mange frø, kan der være behov for udtynding.

- Midt på sommeren fjernes tidsler, sort natskygge og andet overlevet ukrudt. I stærkt ukrudtsbefængte marker kan man afpudse ukrudtet ned til niveau med toppen af roerne med en brakmarksafpudser.

I økologiske majs kan følgende strategi for ukrudtsbekæmpelse anbefales:

- Etablér falsk såbed 10 til 12 dage før såning.
- Så majs i 5 til 6 cm's dybde, når jordtemperaturen er 10°C.
- Efter såning står valget mellem blindharvning eller gasbrænding som første ukrudtsbekæmpelse:
  - blindharvning foretages inden majsens spirer frem; pas på, spiren knækker let, eller
  - gasbrændingen kan foretages, indtil majsens har 1½ til 2 blade. Majsens vækstpunkt er under jordoverfladen og tåler i de fleste situationer en regulær svidning. En alternativ løsning til den fuldstændige bortsvidning kunne være at udruste gasbrænderen med afskærmning, så det kun er stængelbasis af majsplanterne, der påvirkes af varmen fra gasflammen. Herved bevarer majsens grønne blade, mens ukrudtet omkring planterne bekæmpes.
- Herefter gennemføres ukrudtsharvning. Majsens er følsom overfor ukrudtsharvning indtil den har ca. to blade.
- Når majsens er ca. 15 cm høj, suppleres ukrudtsharvningerne med radrensning.
- Lad radrenseren hyppes jord ind i rækken, bladene må dog ikke tildækkes.
- Ved sidste og afsluttende radrensning, planterne er da ca. 40 cm høje, hyppes der så meget jord ind i rækken, at der dannes en kam af ca. 15 cm's højde omkring majsplanterne.



## 2. Baggrund

Det må forventes, at mekanisk ukrudtsbekæmpelse og radrensning vil få stigende betydning som et alternativ eller supplement til kemisk ukrudtsbekæmpelse. Bestræbelserne på fortsat at mindske forbruget af pesticider i produktionen betyder, at landbruget i større omfang tager mekaniske bekæmpelsesmetoder i anvendelse. Endvidere må det forventes, at antallet af ukrudtsmidler til specialafgrøderne bliver stadig færre. Med optisk styring af radrensere er der kommet ny teknologi på markedet, der gør det muligt at rense meget tæt på afgrøderækkerne samtidig med, at traktorføreren aflastes. Denne undersøgelse har søgt at kortlægge praktiske erfaringer og perspektiver ved den nye teknologi. De indsamlede oplysninger danner grundlag for råd og vejledning om brug af optiske styresystemer på radrensere.

### 3. Formål

Formålet har været at undersøge optiske styresystemer til radrensere samt at beskrive nye metoder, der giver en effektiv, mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Fordele og ulemper ved radrensere med optisk styring er kortlagt og sammenlignet med almindelige radrensere, herunder er sammenlignet:

- Vurdering af den opnåede ukrudtsbekæmpelse, eksempelvis radrensernes evne til at rense tæt på rækkerne.
- Afgrødeskade.
- Førerkomfort.
- Strategi for ukrudtsbekæmpelsen.
- Kapacitet og omkostninger.

## 4. Metode og maskiner i undersøgelsen

Undersøgelsen har søgt at belyse forhold omkring radrensning i roer og majs på konventionelle og økologiske bedrifter. Særligt er det søgt klarlagt, hvilken betydning et optisk styresystem har for udførelsen af radrensning.

### 4.1 Metodebeskrivelse

Undersøgelsen er gennemført ved besøg på 23 bedrifter, som radrenser i roer, majs eller planteskolekulturer. Bedrifterne benytter enten konventionel eller optisk styring af radrenseren med enten LPS fra Eco-Dan A/S eller Autopilot fra F. Poulsen Engineering. Landmændene har besvaret en række spørgsmål og oplyst, hvilken strategi der er benyttet ved bekæmpelse af ukrudt. Herefter er der foretaget en vurdering af rækkeafgrøden.

Vurderingerne omfattede:

- Bredden af det ubehandlede bånd omkring afgrøderækken.
- Ukrudtsbestanden i det ubehandlede bånd.
- Ukrudtsbestanden i øvrigt.
- Skader på afgrødeplanterne som følge af radrensningen.
- Rensedybden.

Bedriftsbesøgene er gennemført i maj, juni og september 2002. Alle marker er besøgt to gange. Første besøg er foretaget omkring første radrensning, mens andet besøg er gennemført efter, at radrensningen er afsluttet.

Økologikonsulenter i landbrugets rådgivningstjeneste har været behjælpelig med at udvælge de 23 ejendomme, der indgik i undersøgelsen.

### 4.2 Maskinbeskrivelser

#### 4.2.1 Styresystemer

De anvendte styresystemer til radrenserne kan opdeles i to kategorier:

1. Manuel eller mekanisk styring – anvendt på 12 af de undersøgte bedrifter.
2. Automatiske styresystemer:
  - Syv bedrifter med systemet fra Eco-Dan A/S.
  - Fire bedrifter med systemet fra F. Poulsen Engineering.

Styresystemets opgave er at styre radrenseren efter afgrøderækken. Kravet til styringen er, at det ubehandlede bånd omkring afgrøden bliver så smalt som muligt, uden at afgrødeplanterne beskadiges nævneværdigt. Dette gælder såvel automatiske styresystemer som de manuelt styrede radrensere.

#### 4.2.2 Manuel styring

På mange ældre radrensere foretages detailstyringen via håndbetjente styrehjul på radrenseren. Denne type radrensere kræver to personer, én, der kører traktoren, og én, der sidder på radrenseren og betjener styrehjulene.

Moderne, manuelt betjente radrensere styres udelukkende af traktorføreren via traktorens styrehjul. Radrenseren kan være bag- eller frontmonteret på traktoren. Styringen af frontmonterede radrensere er følsom og reagerer hurtigt på små udslag med rattet. De bagmonterede radrensere vanskeliggør overvågningen af arbejdet, fordi radrensningen foregår bag traktorføreren.

Med stabilisatorskiver på radrenseren bliver dens bevægelser mere rolige, og den reagerer forholdsvist langsomt på traktorens eventuelle udsving. Stabilisatorskiver er også med til at mindske tilbøjeligheden til sidedrift, det vil sige, at radrenserne skrider sidelæns ved kørsel på bakker. Den fulde gavn af stabilisatorskiver kræver, at traktorens trækarme ikke er fastlåste.



Figur 1. Stabilisatorskive placeret foran radrennerskærene.



Figur 2. Kraftige stabilisatorskiver på 24-rækkers radrenser. (Udstyret med Eco-Dan styring).

Styreskiver (drejbare stabilisatorskiver) kan via stangforbindelse kobles til et bevægeligt topstangsfæste på radrenseren. Anordningen benævnes topstangsstyring, da sideværts forskydninger mellem traktor og radrenser bevirker, at topstangsfæstet på radrenseren bevæges. Herved drejes stabilisatorskiverne på radrenseren, og den retter op og følger lige efter traktoren. Med topstangsstyring skrider radrenseren ikke så let ind i afgrøderækken ved kørsel på sidehæld. Ved kørsel i kurver vil den topstangsstyrede radrenser ikke blive trukket skævt ind i rækkerne.



Figur 3. Topstangsstyret radrenser.

### 4.2.3 Automatiske styresystemer

De optiske (*visionbaserede*) styresystemer fra Eco-Dan A/S og F. Poulsen Engineering består af tre eller fire dele:

1. Specialkamera (Eco-Dan har endvidere special laser<sup>2</sup>-kamera).
2. Computerenhed.
3. Elaktuator (kun Eco-Dan).
4. Elektrisk styret hydraulikventil med tilhørende hydraulikcylinder.

Kameraet, der er monteret på radrenseren med katedralinsen rettet mod afgrøderækken, filmer afgrøderækken. Computerenheden tolker billederne og vurderer om radrenseren er placeret korrekt i forhold til afgrøderækken. Er der en afvigelse, sendes der impulser til elaktuaturen eller den hydrauliske ventil, der styrer hydraulikcylinderen. Radrenseren forskydes nu en lille smule sideværts, indtil afgrøderækken igen er korrekt placeret i kameraets billedfelt.



Figur 4. Computeren i det optiske styresystem beregner løbende en regressionslinie (midtpunktslinie) på baggrund af de virtuelle punkter, som angiver midten af afgrøderækken på det pågældende sted.

Kameraet er følsomt over for den grønne del af lysets spektrum. Hvis de planter, som styresystemet skal styre efter, er meget små med slanke og opretstående blade, eksempelvis spæde løgplanter, kan mængden af grønt lys være for lav til, at kameraet kan detektere det.

Mellem den eller de rækker, som systemet styrer efter, og naborækkerne skal der være en stribe jord uden for megen plantevækst, ellers kan det optiske styresystem ikke skelne afgrøderækken fra omgivelserne. Bredden af denne stribe bar jord skal i reglen være større end ca. 10 cm.

<sup>2</sup> Laser = Light Application by Stimulated Emission of Radiation.

Hvor det optiske styresystem ikke kan detektere en kontrast mellem afgrøderækken og omgivelserne, vil styresystemet omgående centrere radrenseren, og traktorføreren overtager herefter styringen af radrenseren, indtil styresystemet igen kan følge afgrøderækken.



Figur 5. LPS fra Eco-Dan A/S.

LPS produceres af:

ECO-DAN A/S  
Bøgeskovvej 6  
3490 Kvistgaard  
Tlf.: 4913 8230  
[www.eco-dan.dk](http://www.eco-dan.dk)

LPS forhandles af

Tim Thyregod A/S  
Borgergade 46, Thyregod  
7323 Give  
Tlf.: 7573 4099  
[www.thyregod.com](http://www.thyregod.com)

Prisen for LPS er 39.800 kr.



Figur 6. Autopilot systemet fra F. Poulsen Engineering.

Autopilot systemet fremstilles og forhandles af:

F. Poulsen Engineering ApS  
Tjørneager 16  
4330 Hvalsø  
Tlf.: 4640 9474  
[www.fp-engin.dk](http://www.fp-engin.dk)

Prisen på Autopilot systemet er ca. 35.000 kr. Hvis systemet ønskes koblet til traktorens styrehjul er der yderligere omkostninger til diverse fittings på ca. 2.000 kr. + ca. en dags arbejde til montering.

#### 4.2.4 Styresystemernes konstruktionsmæssige kapacitet for kompensering

Den acceptable fejlstyring af traktoren i forhold til afgrøderækken begrænses af elaktuatorens eller hydraulikcylinderens maksimale vandringslængde i forhold til centerstilingen.

Styresystemet arbejder med en relativ høj hastighed, det vil sige, de registrerede afvigelser omsættes hurtigt til impulspåvirkninger af radrenseren. Denne omsætning er ikke begrænsende for, hvor hurtigt traktoren kan køre under radrensningen. Styresystemet kan følge og kompensere for selv hurtige og (inden for visse grænser, jf. ovenfor) kraftige sideværts forskydninger af træklinien til radrenseren. Radrenseren kan godt følge skævt efter traktoren, når blot den nødvendige kompensation i forhold til afgrøderækken ikke overskrider elaktuatorens eller hydraulikcylinderens maksimale vandringslængde.

#### 4.2.5 Kobling mellem styresystem og styreaggregat

Der er flere måder, hvorpå effekten fra elaktuatoren eller den hydrauliske cylinder kan omsættes til styring af radrenseren:





Figur 7. *Ét eller to styrehjul-skiver på radrenseren, der via stangforbindelse eller individuelle hydrauliske cylindre er forbundet med det automatiske styresystem.*



Figur 8. *Hydraulisk sideforskydning af redskabsrammen på radrenseren.*



Figur 9. *Hydraulisk sideforskydning af radrenseren via ramme i trepunktsophænget på traktoren.*



Figur 10. *Styresystemet tilsluttet styrehydraulikken til traktorens forhjul.*



Figur 11. Individuel hydraulisk vridning af koblingsforbindelserne (trækøjerne) på traktorens trækarme.

#### 4.2.6 Styreskiver

Styreskiverne kan enten have samme tykkelse over hele diameteren, eller de kan ca. halvvejs fra kanten være forsynet med en flange, hvorved de foruden at styre og stabilisere radrenseren også kan fungere som en slags dybdereguleringshjul, som er med til at bære radrenseren oppe. I løs jord kan styreskiver med de nævnte flanger ikke få et greb, der er fast nok til at kunne styre radrenseren.



Figur 12. Individuelt reguleret styreskive.

#### 4.2.7 Styring efter jordspor

Anlægges der ved såning et V-formet spor i jorden, er det muligt at styre efter dette ved radrensning. Styring efter jordspor kan ske på to måder:

1. Eco-Dan kan ved hjælp af laserlys aflæse jordsporet.
2. Radrenseren Agromatic benytter en sfærisk formet skive, der via elektriske følere står i forbindelse med styringsenheden.



Figur 13. Jordspor.



Figur 14. Radrenser med midtstillet, sfærisk skive til styring efter jordspor.

Under radrensningen kan det ikke undgås, at der skubbes jord ned i jordsporet. Der skal derfor ske en samtidig oprensning af jordsporet, så det kan benyttes ved næste radrensning.

#### 4.2.8 Styring efter føling på afgrødeplanterne

Fabrikatet John Deere har et styresystem, hvor afgrødeplanternes position registreres ved hjælp af følere, der berører planterne. Denne berøring omsættes til styring af radrenseren via hydraulikventiler på cylindre, som kan vride trækøjerne på traktorens trækarme. Der skal en kraft til at påvirke berøringsfølerne, det vil sige vippe dem. Systemet er velegnet til brug i majsafgrøder, når planterne har nået en vis størrelse.



Figur 15. Styresystem med berøringsfølere.

### 4.3 Typer og fabrikater af radrensere

Der findes en lang række typer og modeller af radrensere. Overordnet set kan de inddeles i tre grupper:

- Bagmonterede
- Frontmonterede
- Redskabsbærere



Figur 16. Frontmonteret radrenser.



Figur 17. Fendt redskabsbærer.

Flere af radrensermodellerne kan fås i såvel bag- som frontmonterede udgaver. Nogle af radrensertyperne er forholdsvist enkle at ombygge fra at være bagmonteret til at blive frontmonteret. Brugeren kan selv gøre det.

Tabel 1. Radrenserne, som forhandles i Danmark, og deres antal i undersøgelsen. (Listen er ikke udtømmende).

Fabrikat	Antal i undersøgelsen
Thyregod	4
Einböck	5
Hartzenbichler	4
Moteska	1
Uggerbøl	1
Agrotronic	1
Kongskilde	3
Fendt redskabsbærer	2
Taarup*	2

\* Forhandles ikke længere i Danmark, men kan købes brugt.

I bilag 1 findes tekniske specifikationer på nogle af de radrenserne, som forhandles i Danmark.

## 4.4 Indstillingsmuligheder på radrenseren

Radrenserne rummer et væld af indstillingsmuligheder. En række forhold nødvendiggør, at radrenseren konstruktionsmæssigt er opbygget med en række indstillingsmuligheder, der kan tage hensyn til:

- Forskellige rækkeafstande.
- Jordtype.
- Rensedybde.
- Bredden af afgrøderækken ændrer sig gennem vækstsæsonen, fordi planterne vokser.
- Der anvendes forskellige skær alt efter det ønskede renseresultat og præferencer.
- Ukrudtsplanternes størrelse og bestandens tæthed.

På de enkelte radrensersektioner – en for hver række – kan skærenes arbejdsdybde stilles ved at hæve bærehjulet eller ved at flytte stilken, hvorpå skærene sidder, op eller ned. Der kan arbejdes med ét til tre skær pr. sektion.

De enkelte sektioner kan flyttes på rammen, så radrenseren kan tilpasses afgrødens rækkeafstand. Rækkeafstanden er normalt 50 cm i roer og 75 cm i majs. Skærenes vandrette afstand stilles i reglen enkeltvist på hver sektion. Dette er forholdsvist tidskrævende, men kan ikke undlades, såfremt man gennem hele vækstsæsonen vil sikre en radrensning, der går tæt på afgrøden. Det er vigtigt, at der er gode muligheder for at tilpasse skærenes position på radrenseren. Lige så vigtig er arbejdsindsatsen, der kræves for at kunne stille på skærene, bærehjulene mv. Her kan der være nogen forskel fabrikaterne imellem med hensyn til behov for værktøj og antal skruer, der skal løsnes og spændes. Jo mere besværligt og tidskrævende en omstilling er, jo større er risikoen for at radrenserens indstilling ikke er optimal.

Individuel parallelføring af radrensersektionerne sikrer, at alle skærene holdes i samme dybde hele tiden. Dette er en fordel ved kørsel på ujævne marker, og de fleste nyere radrensere har parallelføring.



Figur 18. Parallelføring af individuel radrensersektion.

## 4.5 Skær/renseorganer

### 4.5.1 Gåsefodsskær

Det mest almindeligt anvendte skær er det velkendte gåsefodsskær. Det er formet som en gåsefodslap og findes i flere bredder, udformninger og materialetykkelser. Skæret er i stand til at arbejde forholdsvist overfladisk, uanset om det er nyt eller slidt. Det er velegnet på de fleste jordtyper og holder sig i reglen skarpt, hvilket dog er afhængigt af dets godstykkeelse.



Figur 19. Slidte gåsefodsskær.



#### 4.5.2 Vinkelskær

Vinkelskærene har efterhånden opnået en vis udbredelse. De er udformet, så de ligger helt plan med jordoverfladen, hvilket betyder, at de kan arbejde meget overfladisk og underskære ukrudtet meget øverligt. På løse og mere sandede jorde er de i reglen ikke velegnede, da de ofte giver anledning til, at der slæbes jord med. Skæret findes i højre og venstre udgaver.



Figur 20. Vinkelskær.

#### 4.5.3 Skrabepinde

Bag skærene kan der på de fleste radrenserfabrikater monteres skrabepinde, som arbejder i afgrøderækken. Disse skraber i jorden og kan gå tæt på afgrødeplanterne og beskadige eller tildække småt ukrudt. De kan stilles til enten at skrabe jord væk fra rækken eller skubbe jord ind i rækken.



Figur 21. Skrabepinde på radrenser.

#### 4.5.4 Ukrudtsharve

Ved at sætte små ukrudtsharveenheder efter skærene kan man frigøre jord fra det fritskårne ukrudt. Der sker endvidere en afblanding, så en del af ukrudtet kommer til at ligge på jordoverfladen og dermed øges chancen for en effektiv udtørring. Ukrudtsharveenhedernes jordtryk kan stilles individuelt med lod, og antallet af fingre kan også varieres.



Figur 22. Ukrudtsharve.



Figur 23. Ukrudtsharve.

#### 4.5.5 Rullestjernerenser

Skråtstillede rullehakkere, såkaldte turbohyppere, kan give jorden mellem afgrøderækkerne en grundig behandling. Jordsmuldringsegenskaberne er gode, men hvor der er meget ukrudt, kan rullestjernerenseren stoppe til. Den er ligeledes følsom over for sten, da de enkelte hakkere på rullen knækker forholdsvis let.



Figur 24. Rullestjernerenser.

#### 4.5.6 Fingerhjulsrenser

Stjerneformede fingerruller, der er stillet skråt i forhold til afgrøderækken, kan med gummifingrene nå ind og beskadige ukrudtet i rækken. På radrenseren skal der monteres to fingerhjulsrensere for hver række. En afgrøderække bearbejdes derved fra hver side af én fingerhjulsrenser.



Figur 25. Fingerhjulsrensere.

#### 4.5.7 Rækkefræsere

Hvis der er meget og kraftigt ukrudt mellem afgrøderækkerne, vil en radrenser ikke kunne arbejde optimalt. Skærene vil have tendens til at slæbe ukrudtsplanterne med sig, og resultatet kan være, at radrensning må opgives. Pto-drevne rækkefræsere, der bearbejder jorden mellem afgrøderækkerne, kan bekæmpe ukrudtet effektivt, selv hvor ukrudtsbestanden er meget tæt.

Fræserhovederne på rækkefræseren er forsynet med skærmkasser, så der ikke skubbes jord ud til siderne og ind over planterne i afgrøderækken.



Figur 26. Rækkefræser fra Breviglieri. Foto fra [www.breviglieri.com](http://www.breviglieri.com).

## 4.6 Afskærmning

Kulturplanterne skal afskærms fra radrenerskærene, så længe de er små. Uden en ordentlig afskærmning risikerer man at tildække de små planter med jord. Til afskærmning benyttes rulleskjolde eller pladeskærme.

### 4.6.1 Rulleskjolde

Rulleskjolde kan enten have glat eller takket kant. De arbejder altid parvist, da de beskytter begge sider af afgrøderækken. I reglen kan afstanden mellem de parvist arbejdende rulleskær justeres, så bredden af den ubehandlede zone kan varieres.



Figur 27. Glat rulleskær.



Figur 28. Takket rulleskær.

De takkede rulleskjolde har den fordel, at de beskadiger færre blade på afgrødeplanterne end de glatte rulleskær.

### 4.6.2 Pladeskærm

Afskærmningen af afgrøderækken kan ske ved hjælp af pladeskærme. Disse skærme sidder ligesom rulleskærene parvist og kan justeres efter den ønskede bredde på det ubehandlede bånd omkring afgrøderækken. Pladeskærme giver en god afskærmning, men på lette jordtyper er der risiko for slæbning af planterester og ukrudt.



Figur 29. Pladeskærme.

Rulleskjolde og pladeskærme anvendes kun ved første og måske anden radrensning. På store planter med vidt udbredte blade skærer rulleskjoldene bladene i stykker, ligesom pladeskærme kan rive bladene af, hvilket kan give anledning til tilstopning mellem skær og pladeskærme.

#### 4.6.3 Støvskeerme

Sjællandske Familielandbrug, Center Syd har udviklet et kombineret radrenser- og båndsprøjteudstyr med støvskeerme, hvis opgave er at reducere afsætning af støv på planterne under radrensning, så en nedsættelse af ukrudtseffekten ved båndsprøjtning kan undgås. Forsøg med forskellige redskabskombinationer er omtalt i "Oversigt over Landsforsøgene 1999", side 295. Der er udviklet specielle støvskeerme med en kant af nylonhår, som skærmer mellem radrensertænder og sprøjtedyser. De tre års forsøg med afskærmning er omtalt i "Oversigt over Landsforsøgene 2000", side 273, "Oversigt over Landsforsøgene 2001", side 271 og "Oversigt over Landsforsøgene 2002", side 287.

Afprøvning af støvskærme har vist:

- At det ikke i markforsøg har været muligt at påvise en sikker sammenhæng mellem anvendelse af afskærmning og støvmængden på ukrudtsplanterne.
- At båndsprøjtning og radrensning i én arbejdsgang både med og uden støvskærme giver en ukrudtsbekæmpelse, der kan måle sig med traditionel bredsprøjtning.
- At det ikke i markforsøg har været muligt at påvise en sikker forskel på ukrudtseffekt med og uden anvendelse af støvskærme.
- At almindelige parcelforsøg ikke kan forventes at påvise forbedret ukrudtseffekt ved anvendelse af støvskærme.



Figur 30. Støvskærme med en kant af nylonhår skærmer mellem radrensertænder og sprøjtedyser.

## 4.7 Håndhakning

På økologiske landbrug benyttes håndhakning i større eller mindre omfang. Effekten heraf er afhængig af nedbørsmængden, da megen regn får nyt ukrudt til at spire frem, se de to nedenstående billeder.



Figur 31. Håndhakket roemark.



Figur 32. Den samme roemark to måneder senere.



Figur 33. Mislykket roemark.



## 4.8 Hypning

Der kan opnås en bekæmpelseseffekt ved at hyppe jord ind i rækken og tildække ukrudtet. I majsmarker kan man anvende en kartoffelhypper, som afhængigt af indstilling og hastighed kan danne en 10 til 20 cm høj kam omkring majsplanterne. Majsplanterne skal naturligvis have en sådan størrelse, at de ikke tildækkes. Man skal ligeledes være opmærksom på, at der hyppes lige meget jord ind fra hver side, i modsat fald kan planterne vælte.

I roemarker kan man med fordel danne en jordkam i rækken. Her skal man ikke anvende en kartoffelhypper, men en kombination af tre gåsefodsskær og en forholdsvis høj hastighed. Gåsefodsskærene skal placeres på følgende måde:

- Forrest et stort skær, som løsner jorden.
- Bagved og på hver side af det forreste skær sættes to mindre skær. Disse skær skubber jord ind i hver sin række.

Endelig kan man med skråtstillede tallerkenskær på hver side af afgrøderækken kaste mere eller mindre jord ind omkring planterne.



Figur 34. Skråtstillede tallerkenskær, der hypper jord ind omkring majsplanter. Foto: Danmarks JordbrugsForskning.

De ovenfor nævnte turbohyppere kan også anvendes til at hyppe jord ind i afgrøderækken.

## 5. Resultater

Datasættene fra spørgeskemaerne og vurderingerne er opdelt i to grupper:

- Med optisk styresystem – gruppe 1
- Uden optisk styresystem – gruppe 2

Det optiske styresystem fra F. Poulsen Engineering er endnu ikke så udbredt, og derfor er de indsamlede erfaringer med dette system noget begrænsede.

Tabel 2. De vigtigste resultater fra undersøgelsen.

	Optisk styresystem	Almindeligt styresystem
Antal jordbrugsejendomme	11	12
<b>Driftsform:</b>		
Konventionel	9	2
Økologisk	2	10
<b>Fabrikat af optisk styresystem:</b>		
Eco-Dan A/S	7	
F. Poulsen Engineering	4	
<b>Areal med rækkeafgrøde i gennemsnit:</b>		
Roer, ha	68,4	9,9
Majs, ha	61,5	15,2
Arbejdskapacitet, ha pr. dag	17,7	11,1
Maks. antal køretimer pr. dag	8,2	6,9
Benytter spejle og drejer hovedet bagud (graderet skala: 1=aldrig, 5=hele tiden)	2,4	1,7
Radrenserens arbejdsbredde, m	6	4,8
Justeringer ved skift mellem afgrøder (graderet skala: 1=aldrig, 5=altid)	2,9	1,5
Komfort ved omstilling (graderet skala: 1=let, 5=meget besværligt)	2,3	3,3
Rensedybde, cm (gennemsnit af første og anden radrensning)	3,9	4,8
Kørehastighed, km/t (gennemsnit af første og anden radrensning)	5,7	5,6
Bredde af ubehandlet zone, cm	12,4	13,4*
Ukrudt mellem rækkerne (graderet skala: 1=ingen ukrudt, 10=tæt bestand af ukrudt)	3,5	2,6

\*: To observationer på 35 og 30 cm indgår ikke i dette gennemsnitstal. Gennemsnitstallet er 15,2 cm, hvis observationen på 30 cm indgår i beregningen. Hvis begge de nævnte observationer medtages, bliver gennemsnitstallet 17,2 cm.

I bilag 2 findes en udvidet udgave af tabel 2.

## 5.1 Undersøgelser af automatiske styresystemer ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm

I 2001 og 2002 gennemførte Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm i samarbejde med Landkontoret for Bygninger og Maskiner undersøgelser af to automatiske styresystemer til radrenserne. De testede systemer var:

- LPS fra firmaet Eco-Dan.
- Autopilot fra firmaet F. Poulsen Engineering.

Styresystemerne var monteret på en 12 rækket (6 meter) Einböck radrenser med to drejelige styrehjul forrest.

Formålet med undersøgelsen i 2001 var at måle, hvor præcist styresystemerne kunne styre radrenseren under forskellige betingelser på flad mark.

I sommeren 2002 var formålet at undersøge de optiske systemers evne til at kompensere for kraftigt sidehæld på marken.

Ved kørsel på marker med sidehæld er det velkendt, at det er vanskeligt at holde centerlinien af traktor og redskab parallelt med afgrøderækken. Der er med andre ord tendens til udskridning. I praksis er man derfor nødsaget til at dreje styrehjulene på såvel traktor som radrenser en lille smule på tværs for at opretholde en kørselsretning parallelt med afgrøderækkerne. Årsagen er, at traktor og radrenser skrider lidt på terræn med sidehæld, og jo løsere jorden er, jo mere skal der kompenseres under styringen.

### 5.1.1 Forsøgsbetingelser

Styresystemerne er i de to undersøgelser blevet testet under følgende forhold:

- Foderroer (4-bladsstadiet), moderat ukrudtstryk, kørehastighed 5 km/t.
- Foderroer (4-bladsstadiet), stigende ukrudtstryk i gennemkørselsretningen (stigende fra nul til 500 ukrudtsplanter pr. m<sup>2</sup>), kørehastighed 5 km/t.
- Raps, moderat ukrudtstryk, kørehastighed 5, 7½ og 10 km/t.
- Raps, moderat ukrudtstryk, kørehastighed 5 km/t, tvungne udsving med traktoren (skiftevis 12 cm til højre og venstre for centerlinien beskrivende en sinuskurve).
- Raps, moderat ukrudtstryk, kørehastighed 5 km/t, styring efter jordspor anlagt ved såning af rapsen.
- Raps, moderat ukrudtstryk, kørehastighed 5 km/t, styring efter planterække, terræn med op til 19 procent sidehæld, (undersøgelsen i 2002).

Styrepræcisionen er i tabel 3 angivet ved standardafvigelsen<sup>3</sup> i millimeter. Endvidere er standardafvigelsen ganget med fem for af anvise bredden af det smalleste mulige ubearbejdede bånd. Det vil sige, at på ca. 99 procent af den tilbagelagte strækning (rækkelængden) vil afgrødeplanterne befinde sig i det ubearbejdede bånd.

<sup>3</sup> Standardafvigelsen angiver målingernes spredning omkring middelværdien. 2/3 af alle målinger ligger inden for et interval defineret ved middelværdien (ikke vist) +/- standardafvigelsen.

Tabel 3. Testresultater fra to undersøgelser udført ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm. Det ubearbejdede bånd = 5 × standardafvigelsen, det vil sige, at på ca. 99 procent af den tilbagelagte strækning (rækkelængden) vil afgrødeplanterne befinde sig i det ubearbejdede bånd. På ca. 1 procent af strækningen påvirkes afgrødeplanterne af radrenseren .

Testforhold	Eco-Dan system		F. Poulsen system	
	Målt afvigelse (Standardafvigelse) mm	Ubearbejdet bånd, mm	Målt afvigelse (Standardafvigelse) mm	Ubearbejdet bånd, mm
1. Foderroer, 5 km/t	16	80	16	80
2. Foderroer, 5 km/t, ukrudt	17 – 18	85 – 90	15 - 18	75 - 90
3.1. Raps, 5 km/t	16	80	12	60
3.2. Raps, 7½ km/t	12	60	13	65
3.3. Raps, 10 km/t	22	110	11	55
4. Raps, 5 km/t, tvungne udsving med traktor	44	220	20	100
5. Raps, 5 km/t, jordspor	14	70	-	
6. Raps, 5 km/t, kørsel på sidehæld	14	70	17	85

Kilde: Grøn Viden - Markbrug nr. 268, 2002.

Tidligere undersøgelser foretaget ved Forskningscenter Bygholm viser, at standardafvigelsen ved manuelt styret radrensning kan komme ned på ca. 11 mm.

Undersøgelserne viste, at standardafvigelsen for F. Poulsens Autopilot var uafhængig af hastigheden. Eco-Dan's styresystem havde markant større standardafvigelse ved 10 km/t sammenlignet med henholdsvis 5 og 7½ km/t. Endvidere blev det konstateret, at begge optiske styresystemer var i stand til at styre radrenseren tilfredsstillende ved kørsel på en mark med stærkt sidehæld.

### 5.1.2 Sukkerudbytter fra økologisk avlede sukkerroer

Det økologiske sukkerudbytte pr. hektar er væsentligt lavere end udbytterne i konventionel avl. Dette skyldes i hovedsagen effekten fra skadevoldere og ukrudt. Erfaringsvis har ukrudt en stor udbyttebegrænsende effekt, hvorimod insekter og svampesydomme kun undtagelsesvist har markant negativ betydning for udbyttet.

Tabel 4. Udbytter af sukker i tons pr. ha. **Udbytter i forsøg** ifølge Landforsøgene 1998 til 2002.

Årstal	Konventionel avl	Økologisk avl	
	Udbytter i forsøg	Antal avlere	Udbytter i gennemsnit
1998	9,78	-	-
1999	11,22	5	3,97*
2000	12,19	14	4,47*
2001	11,59	17	6,06*
2002	13,43	19	4,30*
2002		Udbytte i forsøg: 10,3	
2002		FarmTest resultater**	
		Avler 1	5,5
		Avler 2	7,5
		Avler 3	5,0
		Avler 4	5,2
		Avler 5	4,2
		Avler 6	4,5
		Gennemsnit	5,3

\*: Sukkerudbytter opnået hos Daniscos økologiske sukkerroeavlere. Kilde: Planteavlsorientering nr. 02-125.

\*\* : Sukkerudbytter opnået i 2002 hos de økologiske avlere, som indgik i FarmTesten.

Afregningsprisen til landmanden på økologisk sukker er 1,7 gange den pris, som konventionelle avlere får. De økologiske sukkerroer forarbejdes i Sverige, hvorfor transportomkostningerne er forholdsvis høje. Den faktiske afregningspris er således noget lavere, måske kun ca. 50 procent over den konventionelle afregningspris.

## 6. Diskussion

De 23 bedrifter, som indgik i undersøgelsen, har været ligeligt fordelt på konventionelle og økologiske brug. Blandt de bedrifter, som anvendte optiske styresystemer, var de konventionelle landbrug klart overrepræsenterede.

De jordbrugere, som benyttede optiske styresystemer, dyrker forholdsvist store arealer med rækkeafgrøder. En af de væsentligste grunde til at anskaffe et optisk styresystem er forventningen om, at arbejdet for traktorføreren bliver mindre anstrengende og belastende. Her spiller det samlede areal naturligvis en rolle, idet store arealer kræver mange timers arbejde. Radrensning stiller store krav til traktorførerens koncentration omkring arbejdet, idet en radrensning tæt på rækken kræver meget præcis styring gennem en hel arbejdsdag. Et andet kendt fænomen i forbindelse med radrensning er, at arbejdet med intenst at følge afgrøderækkerne er søvndyssende. En træt og ukoncentreret traktorfører risikerer at begå fejl, det vil sige bortrense afgrøden, (og en træt traktorfører er tillige farlig i trafikken). En forventning om et bedre arbejdsmiljø er således motiverende for køb af et optisk styresystem. Undersøgelsen har vist, at jordbrugere med optiske styresystemer anvender radrenseren i flere timer pr. dag end jordbrugere med andre typer af styresystemer. Hovedårsagen til dette er sandsynligvist, at der skal radrenses på et større areal.

Arbejdskapaciteten hos landmænd, som benytter optiske styresystemer, er stor sammenlignet med gruppen af jordbrugere, som ikke anvender disse styresystemer. Større arbejdsbredde kan ikke alene forklare denne forskel. Forklaringen må være, at den anvendte tid på radrenserarbejdet udnyttes effektivt på de store bedrifter. Traktorføreren har stor erfaring med arbejdet og kan arbejde uforstyrret. Dette er nødvendigt, hvis afgrøderne skal radrenses rettidigt. Af tabel 2 ses det ligeledes, at der ikke er forskel på kørehastigheden de to grupper imellem.

Tidsforbruget til overvågning af, hvordan radrenseren udfører arbejdet, er tilsyneladende ikke formindsket med indførelsen af optiske styresystemer. Det kan antageligt forklares med en vis usikkerhed eller manglende tillid til, at styresystemet fungerer korrekt. Flere brugere har kunnet berette om situationer, hvor systemet pludseligt har svigtet og har givet anledning til, at flere meter afgrøderække i måske 12 rækker er blevet bortrenset. I de fleste tilfælde er der dog tale om begyndervanskeligheder. Tilliden til det optiske styresystem opbygges gradvist. Det er kendetegnende for brugerne, at tilfredsheden tiltager med brugen af systemet. Oplevelserne fra de såkaldte indkøringsvanskeligheder vægter tungt i vurderingen af systemerne hos dem, som kun radrenser relative små arealer.

Det høje antal rækker, som de store radrensere spænder over, giver naturligvis i sig selv et større behov for overvågning.

Skærenes arbejdsdybde er mindst i den gruppe, der anvender optiske styresystemer. Brugere med et optisk styresystem er sandsynligvist særligt opmærksomme på ikke at lade skærene arbejde for dybt. Der opnås ingen ekstra fordele ved at rense dybt, da fuld gennemskæring sikrer, at alt ukrudt løsnes.

Mellem det rensede og det ubehandlede bånd eksisterer der en overgangszone, hvor ukrudtsplanterne ikke får overskåret rødderne, men i stedet i større eller mindre omfang bliver tildækket med den mængde jord, som skærene skubber ind mod afgrøderækken. Tildækning er ikke altid tilstrækkelig til at bekæmpe ukrudt, hvilket fremgår af figurerne 35 og 36.



Figur 35. *Majsmark: Ukrudt i overgangszonen mellem det rensede og det ubearbejdede bånd.*



Figur 36. *Roemark: Ukrudt i overgangszonen mellem det rensede og det ubearbejdede bånd.*

Hollandske forsøg viser, at tildækning med jord i forbindelse med mekanisk ukrudtsbekæmpelse kun i ringe omfang bekæmper ukrudtskimplanterne. Årsagen er, at planterne oftest er i stand til at vokse igennem jordlaget og fortsætte væksten. Genvæksten er imidlertid hæmmet, og afgrødeplanterne får et forspring. Ukrudtsplanternes kapacitet for genvækst efter tildækning med jord afhænger af art, højde, bladstilling og jordlagets tykkelse. Et jordlag på minimum 1½ cm har i reglen en god effekt på kimplanter, (Kurstjens & Perdok, 2000).

De tilgængelige skær er ikke velegnede til at foretage ukrudtsbekæmpelse ved hjælp af jordtildækning, da de ikke kan skabe en jordkam, som er tilstrækkelig høj. Anvendelse af ombyggede kartoffelhyppere eller lignende, som kan danne en forholdsvis høj kam, er kun en brugbar metode, når afgrødeplanterne er blevet store, da risikoen for, at de tildækkes på de tidlige vækststadier, er for stor. Når afgrødeplanterne er blevet høje, er ukrudtet i overgangszonen det naturligvis også, hvorfor effekten af en ”hugning” i reglen vil være begrænset.

Den mest effektive og sikre mekaniske ukrudtsbekæmpelse opnås, hvis rødderne på ukrudtet overskæres eller trækkes op og blotlægges! For at begrænse behovet for håndlugning skal man derfor tilstræbe at lade renseskærene komme så tæt på afgrødeplanterne som muligt.

Med fremkomsten af de optiske styresystemer er der skabt mulighed for at foretage en tætstående radrensning med et ubehandlet bånd på kun ca. 7 til 10 cm. I praksis bør man i højere grad, end det er tilfældet, søge at udnytte styresystemernes muligheder for at indsnævre bredden af det ubehandlede bånd omkring afgrøderækken. Fordele er indlysende:

- Mindre ukrudt i marken – også de efterfølgende år på grund af mindre frøkast.
- Mindre behov for håndlugning.
- Lettere optagning af roerne og højere renhedsprocent.
- Højere udbytte.

## 6.1 Båndbredde

Det er overraskende, at de to grupper arbejder med cirka samme bredde, det vil sige ca. 12 til 14 cm af den ubehandlede zone. Dette strider mod forventningen om, at et automatiseret, optisk styresystem skulle give mulighed for at foretage en radrensning, der går meget tæt på afgrødeplanten. Forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm viser, at den ubehandlede zone kan indsnævres til en bredde på ca. 7 til 10 cm ved anvendelse af optisk styring. Som det er beskrevet under afsnittet om såning af afgrøden (se næste afsnit), er der flere grunde til, at man i praksis ikke opnår samme resultater som i forsøgssituationen. Manglende erfaring med og kendskab til systemets muligheder spiller formodentlig en vis rolle, særligt for nybegynderen. Det kræver et vist ”vovemod” at lade det optiske styresystem overtage styringen, når der skal renses tæt på planterne. Følelsen af manglende autonomi i arbejdets udførelse er uvant.

Brugerne anfører, at det i praksis ikke kan lade sig gøre at renses tættere på afgrøderækken, hvilket der er flere grunde til.



Båndbredden ved båndsprøjtning er typisk ca. 20 cm. Konventionelle avlere, der båndsprøjter og radrenser, er ikke i samme grad som økologiske avlere afhængig af at rense tæt ind til afgrødeplanterne. Man skal dog sikre sig, at der er et vist overlap mellem sprøjtebåndet og det rensede bånd. Ved at sortere de indsamlede data efter driftsform viser følgende sig:

Tabel 5. *Driftsformens indflydelse på bredden af den ubehandlede zone.*

Driftsform	Bredden på den ubehandlede zone ved radrensning, cm
Økologiske avlere	12,6
Konventionelle avlere, der båndsprøjter	12,7
Alle konventionelle avlere	13,1

Tabel 5 viser, at driftsformen ikke har nogen nævneværdig indflydelse på bredden af den zone, som lades ubehandlet i forbindelse med radrensning. De konventionelle avlere bestræber sig tilsyneladende ligesom de økologiske avlere på at rense så tæt på afgrøderækken som muligt. Såfremt man konsekvent kan operere med en bredde på den ubehandlede zone på kun 12 cm, som efter al sandsynlighed kan blive betydelig mindre ved en mere effektiv udnyttelse af optiske styresystemer, vil man antageligt også kunne indsnævre bredden på sprøjtebåndet ved båndsprøjtning. En bredde-reduktion fra 20 til 15 cm på sprøjtebåndet vil muliggøre en yderligere reduktion i forbruget af ukrudtsmidler på 10 procent ved 50 cm rækkeafstand.

Kraftig blæst kan lægge afgrødeplanterne mere eller mindre ned. Set ovenfra, vil midten af en afgrøderække nu ikke længere være lodret over plantens stængelbasis. Dette er uheldigt, fordi de optiske styresystemer styrer efter midten af det grønne felt, som afgrøden opfattes som. Konsekvensen er, at man ikke kan stille skærene så tæt sammen, som man ellers ville have kunnet, hvis planterne havde stået lodret op.



Figur 37. *Majsplanter påvirket af kraftig blæst.*

Undersøgelsen viste en tendens til, at det især var de små radrensere med få rensesektioner, som kunne præstere at arbejde med en bredde af den ubehandlede zone på under 10 cm.

Konventionelle avlere, der anvender almindelig bredsprøjtning, begrundes ofte deres radrensning med, at en løsning af jorden mellem rækkerne er fremmede for udbyttet. Endvidere bekæmpes ukrudt, der eventuelt har overlevet sprøjtningerne, samt sent fremspiret ukrudt herunder ukrudtsroer, som stammer fra frøkast fra tidligere års stokløbere.

## 6.2 Såning af afgrøden

Radrensning, der skal kunne gå tæt på afgrødeplanterne, kræver, at frøene ved såning placeres præcist. Enkornssåmaskinen skal være korrekt indstillet og have den samme afstand mellem alle såtude. Ligeledes skal radrenseren være justeret, så centerafstanden mellem de enkelte rensesektioner svarer til afstanden mellem tudene på såmaskinen. Specielt, hvor man kører med magerækkede maskiner, er det vigtigt at være bevidst om, at unøjagtighed i justeringen af såmaskinen begrænser mulighederne for at udføre en tætstående radrensning. Problemet og dets løsning starter ved såningen. Selv forholdsvis små afvigelser fra den tilsigtede rækkeafstand såtudene imellem vil kunne akkumuleres fra den ene side af såmaskinen til den anden og vil blive større jo flere rækker, der sås på én gang.

Enkornssåmaskiner og radrensere er sjældent ideelle. Slør i ophængt af såaggregatet er med til at give en upræcis placering af frøet, og knolde i sårillen kan få frøet til at lægge sig i den ene side af rillen. Udløbet fra såtuden er ofte konstrueret, så der er risiko for en vis variation i frøets placering i jorden.

Et knoldet såbed vil betyde, at en del planter ikke spirer frem lodret over frøets placering. Spiren har en evne til at søge uden om forhindringer, og den vandrette afvigelse mellem frøet og den synlige spire kan for roer være op til 2 cm, (Griepentrog & Nørre-mark, 2001).

Der blev i undersøgelsen foretaget opmålinger i roemarken af:

- Afgrødens rækkebredde ved jordoverfladen.
- Afstanden mellem afgrøderækker.

På baggrund af målingerne vurderes det, at det primært er unøjagtigheder ved såning og manglende justering af radrenseren, der har størst betydning for, hvor smal man kan gøre den ubehandlede zone.

I de inspicerede marker er der observeret meget få afgrødeskader forårsaget af radrensning. Det lave antal afgrødeskader skyldes antageligt en høj grad af påpasselighed med ikke at beskadige planterne. Hvis man kan acceptere, at en vis andel af planterne, 1 til 2 procent, bliver beskadiget (primært skåret i bladene) under radrensning, vil man med stor sandsynlighed kunne reducere bredden af den ubehandlede zone med nogle få centimeter (jf. tabel 2 og 3).

Uanset hvor stor en arbejdsbredde radrenseren har, skal alle rensesektioner kunne arbejde uden at beskadige afgrødeplanterne. Er der blot én rensesektion, som har tilbøjelighed til at skære i planterne, er denne sektion bestemmende for, hvor tæt man tør stille skærene på rækkerne i samtlige rensesektioner på radrenseren. Man kunne således forvente, at jo flere sektioner, der er på radrenseren, jo større vil bredden på den ubehandlede zone være, idet der vil ske en akkumulering af hver rensesektions eventuelle unøjagtige placering på hoveddrammen.

### **6.3 Sædskiftets betydning for ukrudt i rækkeafgrøder**

På konventionelle bedrifter med rækkeafgrøder bør der i kornafgrøderne gennemføres en effektiv ukrudtsbekæmpelse, så fremspiringen af ukrudt i rækkeafgrøderne begrænses mest muligt. Specielt bør rodukrudt bekæmpes effektivt inden etablering af rækkeafgrøder.

På økologiske ejendomme er ukrudtsfloraen oftest et resultat af den tidligere dyrkningspraksis og det nuværende sædskifte. Derfor har man i sit sædskiftevalg gode muligheder for at påvirke ukrudtsbestanden og sammensætningen. Et ensidigt sædskifte øger risikoen for, at enkelte ukrudtsarter kan opformeres i en grad, så det bliver et uoverskueligt problem. Mens et varieret sædskifte, hvor der indgår både et- og flerårige afgrøder, er lettere at styre, både fordi der ikke sker en opformering af enkelte ukrudtsarter, og fordi der er flere forskellige muligheder for at bekæmpe ukrudtet.

Kløvergræs er den afgrøde, der bedst reducerer mængden af frø- og rodukrudt i den efterfølgende afgrøde. Opformeringen af rodukrudt er begrænset i konkurrencestærke afgrøder. Det er således hensigtsmæssigt at placere en konkurrencestærk afgrøde som eksempelvis kløvergræs forud for de rækkesåede afgrøder.

Et alternativ er at have en forfrugt, der giver plads til en effektiv bekæmpelse af rodukrudtet, for eksempel grønkorn eller tidlige grøntsager.

Husdyrgødning kan med fordel nedpløjes eller nedfældes, da gødningen derved placeres under det jordlag, hvorfra ukrudtet spirer frem. Dette øger afgrødens konkurrenceevne over for ukrudtet.

### **6.4 Omkostninger til ukrudtsbekæmpelse i roer**

Omkostningerne til ukrudtsbekæmpelse i roer er væsentlige. Forskellige bekæmpelsesmetoder kan anvendes, og disse kan groft inddeles i tre grupper:

- Bredsprøjtning.
- Båndsprøjtning i kombination med mekanisk rensning.
- Udelukkende mekanisk/termisk rensning.

Mekaniske og termiske metoder til ukrudtsbekæmpelse omfatter følgende:

- Falsk såbed, én til to harvninger før såning.
- Ukrudtsharvning.
- Radrensning.
- Håndhakning.
- Gasbrænding.

Omkostningerne til de forskellige bekæmpelsesmetoder afhænger af metoden, antallet af behandlinger samt de anvendte herbicider og doseringer. Maskinomkostningerne til udstyr til ukrudtsbekæmpelse varierer stærkt landmændene imellem. I tabel 6, der viser omkostningerne ved ukrudtsbekæmpelse i roer, er maskinomkostningerne samt prisen på håndhakning derfor standardtal fra "Håndbog til driftsplanlægning 2002".

Ved fastsættelse af omkostningerne til herbicider er følgende standardsprøjeplan lagt til grund:

3 × (1,0 l Herbasan + 0,7 l Ethosan + 0,8 l Goltix pr. ha).

*Denne løsning kræver en optimal gennemførelse af behandlingerne.*

Ved båndsprøjtning reduceres forbruget af herbicider til ca. 40 procent af normal praksis. Forbruget af gas ved anvendelse af fladebrænder er ca. 60 kg pr. ha, og prisen på tankgas er ca. 6 kr. pr. kg.

## 6.5 Individuel økonomiberegning

Landbrugets Rådgivningscenter har udviklet et regneark til individuel beregning af økonomien ved anvendelse af radrensning og båndsprøjtning. Linket til regnearket er: <http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/planteavlsorientering/pl12-389.htm>.

Regnearket er udviklet til roer, men kan bruges til andre rækkeafgrøder, hvis de valgte kemikalier tilpasses. Det indeholder én side med forudsætninger, som kan tilrettes med lokale priser for maskinstation og eventuel køb af båndsprøjte og radrenser samt typisk forbrug af planteværnsmidler. På en side med økonomiberegninger indtastes rækkeafstand, båndbredde, areal og timeløn for den konkrete ejendom. For ejendommen kan der vælges to alternative metoder med forskellig antal radrensninger, bånd- og eventuelt bredsprøjtninger. Økonomien ved forskellige metoder kan herved belyses.

Omkostninger til den valgte strategi for radrensning og båndsprøjtning holdes op mod sparede omkostninger til bredsprøjtning. Økonomien kan vurderes både ved anvendelse af maskinstation og eventuel investering i eget udstyr.

Tabel 6. Omkostninger ved forskellige strategier for ukrudtsbekæmpelse. De angivne størrelser for maskinomkostningerne pr. ha stammer fra "Håndbog til driftsplanlægning 2002".

	Gas- brænding	Bred- sprøjtning	Bånd- sprøjtning	Rad- rensning	Ukrudts- harvning	Hakning
Maskinomkostninger, kr. pr. ha	500	190	190	290	105	1.750 (14 timer)
Omkostninger til gas og herbicider, kr. pr. ha	360	1.121	410			(273 ved kun to behandlinger)
Omkostninger ved tre × bredsprøjtning, kr. pr. ha		1.691				
Omkostning ved to × båndsprøjtning + tre × radrensning, kr. pr. ha				1.523		
Omkostning ved fire × radrensning + en × håndhakning, kr. pr. ha					2.910	
Omkostning ved to × ukrudtsharvning + fire × radrensning, kr. pr. ha					1.370	
Omkostning ved en × gasbrænding + tre × radrensning + en håndhakning, kr. pr. ha	3.480					

Renholdelse ved hjælp af håndhakning er udbredt i økologisk roeavl. Metoden er dyr og besværlig, og ofte er det vanskeligt at skaffe tilstrækkelig arbejdskraft. Hvis der kommer megen nedbør, kan fremspiringen af nyt ukrudt være voldsom og effekten af én håndhakning vil være utilstrækkelig. Se billederne 31 og 32. Det skal nøje vurderes, om håndhakning er hensigtsmæssigt på den enkelte ejendom. Et tidsforbrug på 10 til 15 timer pr. ha, som prisen i tabellen indikerer, er i mange tilfælde slet ikke tilstrækkelig, hvis man ønsker at gennemføre en grundig lugning. "Tidsforbruget til håndhakning er ligefrem proportional med bredden af det ubehandlede bånd omkring afgrøderækken", lyder et udsagn fra brugere i undersøgelsen. Tidligere opgørelser over tidsforbruget til håndlugning i økologiske sukkerroemarker viser, at det kan svinge fra 10 til 160 timer pr. ha. Ofte ligger det på 40 til 60 timer pr. ha, (Kilde: Planteavlsorientering nr. 02-117 fra Landskontoret for Planteavl. Web: <http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/Planteavlsorientering/pl02-117.htm>).

Gasbrænding bekæmper det fremspirede ukrudt effektivt, men timingen er afgørende for resultatet. Kunsten er at udføre behandlingen lige inden roernes fremspiring, da de ikke tåler brænding. Dette giver roeplanterne det størst mulige forspring. Meget nedbør umiddelbart efter behandlingen kan mindske langtidseffekten. For arter, som først spirer frem forholdsvis sent på vækstsæsonen, har metoden naturligvis ingen effekt.

## 6.6 Strategier for ukrudtsbekæmpelse i økologisk avl

Effektiv ukrudtsbekæmpelse i rækkeafgrøderne roer og majs kræver gentagen rettidig indsats. Næppe nogen strategi eller metode kan siges at være den rette til enhver tid. Det drejer sig derfor om at kende de eksisterende metoder, deres kapacitet for ukrudtsbekæmpelse og samspillet mellem dem. I den sammenhæng er det vigtigt at have et indgående kendskab til, hvilke ukrudtsarter der kan forventes at spire frem i den pågældende mark. Nogle arter spirer tidligt og andre sent, hvilket vil have indflydelse på valget af strategi og bekæmpelsesmetode. Antagelser om den forventede ukrudtsflora og mængden af planter må bygge på en viden om markens forhistorie, det vil sige mængden af ukrudt de foregående år. Nok så vigtigt er observationer gjort i marken. Ingen kan gennemføre en vellykket ukrudtsbekæmpelse alene ved at følge en datomærket plan.

Økologiske avlere skal særligt være opmærksom på de tiltag, der kan begrænse behovet for håndhakning.

I det følgende er der opstillet retningsgivende forslag til optimale strategier for ukrudtsbekæmpelse i henholdsvis roer og majs gældende for dyrkning uden anvendelse af ukrudtsmidler.

### 6.6.1 Ukrudtsstrategi i økologiske sukkerroer

Sukkerroer kræver en bevidst strategi for ukrudtsbekæmpelse. Ud over forebyggelse og mekanisk renholdelse indgår håndhakning næsten altid i strategien.

Store mængder ukrudtsfrø i marken gør den uegnet til roedyrkning, da der er risiko for at ukrudtsbekæmpelsen mislykkes. En mislykket eller mangelfuld ukrudtsbekæmpelse giver et meget stort udbyttetab i roemarken og opformerer ukrudtsbestanden de efterfølgende år.

Strategier for ukrudtsbekæmpelse i sukkerroer frem til såning:

- Etablér et falsk såbed når jorden er tjenlig ca. 10 til 12 dage før planlagt såning. Metoden anbefales især på lette, mildere jordtyper. Udsættelse af såtidspunktet (forsinket såning) med op til to uger vil give et beskedent udbyttetab, som næsten opvejes af, at roerne spirer hurtigere frem.
- Arealet lades urørt indtil umiddelbart før såning, hvor der harves overfladisk med en let harve. Det er vigtigt, at jorden ikke udtørres unødvendigt før såning.
- Hvis der vælges en strategi med ukrudtsharvning eller radrensning på tværs af rækkerne sås 2,5-3,0 pakker<sup>4</sup> frø pr. ha. Ellers sås 1,8-2,0 pakker pr. ha. Grunden til den forøgede udsædsmængde er, at frøene ved økologisk dyrkning er ubejdsede.

Det er vigtigt, at foretage den første bekæmpelse inden roerne kommer op, da det kan reducere ukrudtsbestanden det pågældende år med op til 50 procent. Man kan vælge mellem blindharvning eller gasbrænding.

<sup>4</sup> 100.000 frø pr. pakke.

Før roerne kommer op, kan der blindharves. Blindharvningen skal være meget overfladisk, da roerne ikke er sået så dybt. Man må regne med, at en blindharvning fjerner ca. 10 procent af roeplanterne under optimale forhold. Ved blindharvningen slettes såsporene, hvilket gør den første radrensning vanskeligere.

Gasbrænding kan bekæmpe tidligt spirende ukrudt, og den skal foretages senest, når 5 procent af roerne er kommet op. En vellykket gasbrænding kan halvere tidsforbruget til håndhakning. Det optimale tidspunkt at gennemføre en gasbrænding er, når jorden er tør, og der efterfølgende ikke kommer nedbør i en periode på nogle dage.

På forårsplojet, mild jord kan effekten af gasbrænding være lille, hvis det er meget varmt i fremspiringsfasen. Det skyldes, at roerne spirer frem samtidigt med ukrudtet.

Man skal holde øje med roernes fremspiring i den mest lune del af marken, det vil sige nær læhegn og på sydvendte skrånninger. Man kan lægge en glasplade over et par rækker for at få et varsel om fremspiringen.

Første radrensning gennemføres, så snart der er fremspiret ukrudtskimplanter, også selvom roerne ikke er kommet op. Kør efter såmaskinens markeringer i jordoverfladen. Brug tallerkener, så roerne ikke tildækkes, og rens så tæt på rækken, at der efterlades mindst muligt ubehandlet jord. Hvis der anvendes skrabeplade allerede ved første radrensning, skal de vendes, så jorden skrubes væk fra rækken.

Når første radrensning er gennemført, står man med valget mellem at starte håndhakningen eller foretage en radrensning på tværs af rækkerne. Da der er udsået ekstra mange frø, vil der ved normal fremspiring være behov for en udtynding.

Den første radrensning følges op med nye radrensninger, så snart nyt ukrudt har kimblade. Ved de senere radrensninger skal der skubbes jord ind mod roeplanterne, så de får støtte. I forbindelse med håndhakning trækkes en del jord tæt på planterne ud i mellem rækkerne. Ved de sidste radrensninger må jorden gerne hyppes op omkring roerne. Derved dækkes eventuelt nyfremspirede ukrudtsplanter i rækkerne.

#### Håndhakning

- Udtynding og håndhakningen skal indledes, når roerne har et løvblad.
- Første hakning bør være gennemført på 7 til 10 dage. Hvis hakningen bliver udsat, øges tidsforbruget kraftigt.
- Hakningen er nemmest, hvis roerne er radrenset lige før hakningen. Det er vigtigt at få alt ukrudtet fjernet ved første hakning.
- Jo grundigere første hakning er, jo større chance er der for at lette eller helt undgå endnu en hakning.

#### Radrensning på tværs

- Radrensning på tværs kræver en meget jævn mark.
- Der skal være en god og jævnt fordelt plantebestand på ca. 200.000 planter pr. ha, hvilket svarer til 10 planter pr. meter række ved en rækkeafstand på 50 cm.
- Første radrensning foretages på tværs med 16 cm skær og 8 cm ubehandlet bånd.
- Har man et styresystem, der udlægger spor, kan der foretages endnu en radrensning på tværs. I så fald skal den foretages inden næste radrensning på langs.
- Resten af radrensningerne foretages på langs, det vil sige, der køres kun en til to gange på tværs.

#### Ukrudtsharvning på tværs

- Ukrudtsharvning på tværs kan være meget hård ved roerne, derfor skal der være et højt plantetal, ca. 200.000 planter pr. ha.
- Første ukrudtsharvning foretages, når roerne har to blivende blade - med ca. 3 km/t.
- Anden ukrudtsharvning foretages, når roerne har fire blivende blade - med ca. 4 km/t.
- Kontrollér løbende, at ukrudtsharvningen ikke er for hård ved roerne.

Uanset om der er håndhakked eller radrenset på tværs, kan det være nødvendigt at gå marken igennem med hakkejernet sidst i juni og fjerne tidsler, sort natskygge og andet overlevet ukrudt. En anden mulighed er at afpudse ukrudtet med en brakmarksafpudser, den såkaldte "forvaltertrøster". Denne form for ukrudtsbekæmpelse fjerner ikke ukrudtet, men klipper det blot ned i niveau med toppen af roerne.

#### 6.6.2 Ukrudtsstrategi i økologiske majs

Majs er en konkurrencesvag afgrøde, som kræver en stor indsats mod ukrudtet. Majsen må ikke sås i en mark med kvik eller andet rodukrudt, da mulighederne for hurtig opformering er gode. På grund af den lille planteafstand i majs kan der ikke foretages radrensning på tværs af rækkerne.

Strategien i majs indeholder langt de fleste elementer, der kan tages i anvendelse ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

#### Forebyggelse og etablering af majs

- Nedfæld gyllen.
- Etablér et falsk såbed, når jorden er tjenlig, og der er mindst 10 til 12 dage til planlagt såning. Anvend ikke falsk såbed på svær lerjord.
- Harv overfladisk, når der er ukrudt på kimbladsstadiet. Gentag harvningen flere gange, hvis tiden tillader det.
- Etablér et godt såbed, som skal være jævnt og fast.
- Så majsen i 5 til 6 cm dybde, når jordtemperaturen er over 10°C. For tidlig såning kan medføre en lav fremspiring.
- Anvend sund udsæd med god spireevne. Vælg majsfrø, der er koldtestede. Gem sækken, hvis der senere opstår tvivl om udsædens kvalitet.

Efter såningen står valget mellem blindharvning og gasbrænding som første ukrudtsbekæmpelse.

Blindharvningen skal foretages inden majsen spirer frem. Spiren knækker let, så pas på, hvis den er lige under jordoverfladen. Blindharvningen kan eventuelt udføres på tværs af såretningen.

Gasbrændingen kan foretages indtil majsen har 1½-2 blade. Majsen har sit vækstpunkt under jordoverfladen og tåler således en regulær svidning. Det er velkendt, at majsen mere eller mindre stopper væksten i kølige perioder. Sker dette lige efter, at majsen er svedet bort, hvor planten skal til at genskabe stængel og blade, står majsen konkurrencemæssigt svagt over for ukrudtet. Det er dog erfaringen, at langt de fleste avlere, som svider majsene, opnår tilfredsstillende udbytter. I visse egne af Danmark,



specielt de sydlige, er det meget udbredt at foretage gasbrænding i økologiske majs. En alternativ løsning til den fuldstændige bortsvidning kunne være at udruste gasbrænderen med afskærmning, så det kun er stængelbasis af majsplanterne, der påvirkes af varmen fra gasflammen. Herved bevarer majsens sine grønne blade, mens ukrudtet omkring planterne bekæmpes.

Erfaringen viser, at en gasbrænding gør majsens følsom over for andre stressfaktorer, eksempelvis sandflugt.

Efter gasbrænding anvendes almindelige ukrudtsharvninger. Der ukrudtsharves hver gang, der er ukrudt på kimbladsstadiet. Majsens følsomhed for ukrudtsharvning, når den har en til to blade og er let at tildække. De planter, der bliver dækket af jord, kommer ikke igen. Efterhånden som majsplanterne bliver større, kan de tåle en mere aggressiv ukrudtsharvning. Majsene må dog ikke dækkes med jord, knækkes eller rives op. Ukrudtsharvninger kan udføres på tværs af såretningen, men det kræver, at markens overflade er fuldstændig jævn. Ukrudtsharvningerne kan gennemføres indtil majsens højde overstiger langfingerharvens frihøjde.

#### Strategi for rensning i majs

- Når majsens er 15 cm høj, kan ukrudtsharvningerne suppleres med radrensning. Kom ikke for tæt på rækkerne af hensyn til majsens vandretliggende rødder.
- Brug radrenser, tallerkenhypper, turbohypper eller en anden type hypper til at kaste jord ind i rækkerne. Dæk ikke majsens blade med jord. Der kan hyppes jord ind i rækkerne allerede ved første rensning.
- Ved sidste rensning hyppes der mere jord ind i rækkerne, så der dannes en kam på 10 til 15 cm.

Har man holdt sine majs rene, til de er 35 til 40 cm høje, kan man ikke gøre mere. Der vil fortsat spire nyt ukrudt frem, men det vil i reglen ikke have mulighed for at vokse sig så stort, at det kan genere en veletableret majsafgrøde. Ukrudtet har dog mulighed for at kaste frø, hvorved der kan ske en forøgelse af frøpuljen i jorden.

## 7. Konklusion

Der forhandles i Danmark to typer af optiske styresystemer til radrensere:

- LPS fra Eco-Dan A/S.
- Autopilot fra F. Poulsen Engineering.

Styresystemerne er endnu ikke ret udbredte. Kun en lille gruppe landmænd anvender dem.

Optiske styresystemer til radrensere aflaster traktorføreren og er dermed komfortforbedrende. Styresystemerne giver dermed mulighed for at øge dagskapaciteten og antageligt også timekapaciteten.

Undersøgelser foretaget af Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Bygholm påviste ingen nævneværdig forskel på de to styresystemers præstationer. Endvidere fastslog undersøgelse, at de optiske styresystemer gør det muligt at udføre en tilfredsstillende radrensning med en ubehandlet zonebredde omkring afgrøderækken på kun 7 til 10 cm

I praksis er bredden af den ubehandlede zone dog 12 til 14 cm, selv med anvendelse af et optisk styresystem. Der er således et uudnyttet potentiale for at reducere bredden på den ubehandlede zone.

Unøjagtig såning, utilstrækkelig justering af radrenseren samt overdreven bekymring for at beskadige afgrødeplanterne er de primære grunde til, at bredden på den ubehandlede zone er 12 til 14 cm og ikke de 7 til 10 cm, som de optiske styresystemer reelt giver mulighed for.

For økologiske avlere er det væsentligt af hensyn til udbyttet og timeforbruget til håndhakning, at radrensningen fjerner mest muligt ukrudt, det vil sige, at bredden af den ubehandlede zone bliver mindst muligt. Skærene på radrenseren skal arbejde tæt på afgrødeplanterne, dog uden at beskadige dem.

Konventionelle avlere, der kombinerer båndsprøjtningen med radrensning, vil ligeledes have gavn af at reducere bredden på den ubehandlede zone. En reduktion i bredden på sprøjtebåndet fra 20 til 15 cm vil muliggøre en tilsvarende reduktion i forbruget af ukrudtsmidler.

## 8. Litteratur

Griepentrog, H.-W. & Nørremark, M., "*Bestandesführung mittels kartierter Pflanzenpositionen*". Proceedings VDI -Tagung Landtechnik (2001), VDI Verlag, Düsseldorf. pp. 285-290.

Grøn Viden. Markbrug nr. 268, november 2002. „*Præcision ved automatisk styring af radrensere*“. Danmarks JordbrugsForskning.

Håndbog til driftsplanlægning 2002. Landbrugsforlaget, Landbrugets Rådgivningscenter.

Kurstjens, D.A.G. & Perdok, U.D., "*The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy soil*". Soil & Tillage Research 55 (2000). pp. 193-206.

Landbrugets Maskinoversigt – Agrimach. On-line: [www.lr.dk](http://www.lr.dk).

Oversigt over Landsforsøgene, 1998 til 2002. Landsudvalget for Planteavl, Carl Aage Petersen, Landbrugets Rådgivningscenter.

Planteavlsorientering nr. 02-125: „*Dyrkning af økologiske sukkerroer 2002*“. Landskontoret for Planteavl den 5. marts 2003, Landbrugets Rådgivningscenter.  
<http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/planteavlsorientering/pl02-125.htm>

## **Bilag 1**

Tekniske specifikationer på nogle af de radrensere, som forhandles i Danmark. Kilde: Landbrugets Maskinoversigt – Agrimach. On-line. [www.lr.dk](http://www.lr.dk).

Fabrikat	Type	Montering	Effekt-behov, min. (kW)	Antal rækker fra - til	Bearbejdningsorgan	Rækkeafstand fra-til (mm)	Dybde-regulering	Transport bredde (mm)	Vægt med std. udstyr (kg)
CMN	FR1000	Front-/bagmont.	55	10	Vingeskær	450-750	Hjul	2.500	1.050
CMN	FR120	Front-/bagmont.	30	12	Vingeskær	250	Hjul	3.000	550
CMN	FR1200	Front-/bagmont.	60	12	Vingeskær	450-500	Hjul	2.500	1.250
CMN	FR1500	Front-/bagmont.	70	15	Vingeskær	450-500	Hjul	2.500	1.550
CMN	FR160	Front-/bagmont.	45	12	Vingeskær	250	Hjul	4.000	750
CMN	FR240	Front-/bagmont.	55	12	Vingeskær	250	Hjul	2.500	1.200
CMN	FR400	Ophængt	25	4	Vingeskær	450-750	Hjul	2.500	450
CMN	FR500	Ophængt	30	5	Vingeskær	450-750	Hjul	2.500	550
CMN	FR600	Front-/bagmont.	35	6	Vingeskær	450-750	Hjul	3.000	600
CMN	FR700	Front-/bagmont.	40	7	Vingeskær	450-750	Hjul	3.000	700
CMN	FR800	Front-/bagmont.	45	8	Vingeskær	450-750	Hjul	2.500	825
CMN	FR900	Front-/bagmont.	50	9	Vingeskær	450-750	Hjul	2.500	950
HATZENBICHLER	12-RÆKKET (B)	Ophængt	-	12	-	-	-	-	810
HATZENBICHLER	12-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	12	-	-	-	-	830
HATZENBICHLER	18-RÆKKET (B)	Ophængt	-	18	-	-	-	-	1.400
HATZENBICHLER	18-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	18	-	-	-	-	1.500
HATZENBICHLER	4-RÆKKET (B)	Ophængt	-	4	-	-	-	-	364
HATZENBICHLER	4-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	4	-	-	-	-	394
HATZENBICHLER	5-RÆKKET (B)	Ophængt	-	5	-	-	-	-	410
HATZENBICHLER	5-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	5	-	-	-	-	440
HATZENBICHLER	6-RÆKKET (B)	Ophængt	-	6	-	-	-	-	460
HATZENBICHLER	6-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	6	-	-	-	-	480
HATZENBICHLER	8-RÆKKET (B)	Ophængt	-	8	-	-	-	-	510
HATZENBICHLER	8-RÆKKET (F)	Frontmonteret	-	8	-	-	-	-	530
HOLSØ-RENSER	HRR-12	Ophængt	60	12-12	Vingeskær	250-800	Hjul	2.500	-
HOLSØ-RENSER	HRR-6	Ophængt	40	6-6	Vingeskær	250-800	Hjul	2.500	-
HOLSØ-RENSER	HRR-9	Ophængt	50	9-9	Vingeskær	250-800	Hjul	2.500	-
HOLSØ-RENSER	HSR-2	Ophængt	15	2-2	-	400-800	Hjul	1.700	110
HOLSØ-RENSER	HSR-4	Ophængt	25	4-4	-	400-800	Hjul	3.200	240
HOLSØ-RENSER	HSR-6	Ophængt	40	-	-	400-800	Hjul	2.800	375

Fabrikat	Type	Montering	Effekt-behov, min. (kW)	Antal rækker fra - til	Bearbejdningsorgan	Rækkeafstand fra-til (mm)	Dybde-regulering	Transport bredde (mm)	Vægt med std. udstyr (kg)
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCO 847	Ophængt	-	8	Vingeskær	450-550	Hjul	2.900	700
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCOF 1267	Ophængt	-	12	Vingeskær	450-550	Hjul	2.900	1.045
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCOF 637	Ophængt	-	6	Vingeskær	450-550	Hjul	3.700	645
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCOF 647	Ophængt	-	6	Vingeskær	550-800	Hjul	4.700	730
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCOF 847	Ophængt	-	8	Vingeskær	450-550	Hjul	4.700	780
<u>KONGSKILDE</u>	VIBRO CROP VCOF 867	Ophængt	-	8	Vingeskær	550-800	Hjul	2.900	730
<u>KVERNELAND</u>	EINBÖCK BAGMONT.	Ophængt	30	6	Vingeskær	150-500	Hjul	2.900	420
<u>KVERNELAND</u>	EINBÖCK FRONT (12)	Ophængt	45	12	Vingeskær	150-500	Hjul	3.000	880
<u>KVERNELAND</u>	EINBÖCK FRONT (15)	Ophængt	55	15	Vingeskær	150-500	Hjul	3.400	1.100
<u>KVERNELAND</u>	EINBÖCK FRONT (6)	Ophængt	30	6	Vingeskær	150-500	Hjul	2.900	420
<u>KVERNELAND</u>	EINBÖCK FRONT (8)	Ophængt	35	8	Vingeskær	150-500	Hjul	3.900	560
<u>MONOSEM</u>	4 - 8 række	Ophængt	-	4 - 8	Vingeskær	700-800	Hjul	3.500	650
<u>SCAN HI</u>	6-RÆKKER 5MDD	Ophængt	59	6	Vingeskær	750	Hjul	2.500	740
<u>SCAN HI</u>	8-RÆKKER 5MDD	Ophængt	59	8	Vingeskær	750	Hjul	2.500	820
<u>SCAN HP</u>	4-RÆKKET 5MDD	Ophængt	39	4	Vingeskær	750	Hjul	3.000	470
<u>THYREGOD</u>	6 - 18 RÆKKER	Ophængt	75	6-18	Vingeskær	300-750	Hjul	2.900	-

## Bilag 2

Resultater fra undersøgelsen af optiske styresystemer til radrensere.

	Optisk styresystem	Almindelig styresystem
Antal landmænd	11	12
Driftsform	9 konventionelle 2 økologiske	10 økologiske 2 konventionelle
Jordtype (JB nr.)	5	4.6
Ha rækkeafgrøde	116.5	21.5
Ha roer	68.4	9.9
Roer rækkeafstand (cm)	49.4	50
Ha majs	61.5	15.2
Majs rækkeafstand (cm)	50	68.75
Andre rækkeafgrøder (ha)	140	
Styresystem	7 Ecodan, 4 F.Poulsen	
Kvalifikationer (1-5)	4.7	4.6
Alder (år)	39.8	37.2
Kapacitet pr. traktorfører (timer pr. dag)	17.7	11.1
Koncentration (1-5)	4	4.35
Maksimum antal køretimer	8.2	6.9
Træthed efter arbejde (1-5)	3.5	3.5
Drejer hoved bagud (1-5)	2.7	1.7
Benytter spejle/kamera (1-5)	2.1	1.7
Arbejdsbredde (m)	6	4.8
Antal sektioner	3.1	2.3
Kapacitet (ha pr. time)	2.1	1.8
Justering mellem afgrøder (1-5)	2.9	1.5
Omstilling mellem første, anden og tredje rensning (1-5)	3.9	3.4
Komfort ved justering (1-5)	2.3	3.3
Ukrudtstryk ved sæsonstart (1-5)	3.5	3.4
Behandlingsbredde (cm)	17.8	17.5
Første radrensning (dage efter såning)	29.4	29.7
Kørselshastighed første gang (km/t)	5	5
Rensedybde (cm)	3.6	4.5
Tildækning første gang (1-5)	1.4	1.5
Anden radrensning (dage efter første rensning)	12	13.3
Kørselshastighed anden gang (km/t)	6.4	6.3
Rensedybde anden gang (cm)	4.1	5.1
Tredje radrensning (dage efter anden rensning)	10	10.3
Kørselshastighed tredje gang (km/t)		7.2
Rensedybde tredje gang (cm)		4.8
Højde af kam (cm)		3.7
Pris radrensning (kr. pr. ha)	243	246
Afgrødeskade på grund af rensning (1-10)	1.6	1.8
Ukrudtsforekomst generelt (1-10)	3.8	4.8
Ukrudt i rækken (1-10)	3.5	5.5
Ukrudt mellem rækkerne (1-10)	3.5	2.6
Ukrudt i randzone (1-10)	2.7	2.3
Bredde af ubehandlet zone (cm)	12.4	17.2

1-5: 1=Urutineret, 5=Højt betroet medarbejder. 1=Kræver ikke koncentration, 5=Meget høj koncentration.

1=Drejer ikke hovedet, 5=Kigger bagud hele tiden; 1=Benytter ikke spejle, 5=Benytter kun spejle.

1=Aldrig, 5=Altid. 1=Let, 5=Meget besværligt. 1=Helt fri for ukrudt, 5=Meget stort ukrudtstryk.

1=Tildækkes ikke, 5=Hel tildækning.

1-10: 1=Ingen skadeførelse af ukrudt, 10=Afgrøden er ødelagt/tæt bestand af ukrudt.