



mertz



Maribo Faxø Slagelse

Hvad er det vi vil ?

- Vi vil bekæmpe ukrudt:
 - 30.000 ha sukkerroer
 - 10-12.000 ha spinat
 - 100.000 ha græsfrø



mertz

Beslutninger der skal træffes

- GPS eller kamera
- Integreret ramme eller sideskift ramme



mertz

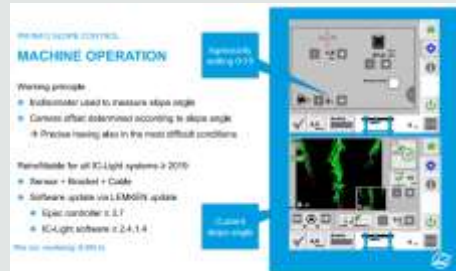
Kamera eller GPS

- Plusser for kamera
 - Enkelt og virker altid
 - Uafhængig af såmaskinens styring og montering
 - Naboer kan dele en maskine
 - Forskel på kameraers evne til at skelne mellem farver.



Kamera eller GPS

- Minusser for kamera
 - Der skal være en række at se => samspil med styr
 - Følsom overfor lysforhold
 - Kan være kompleks at indstille



mertz

Kamera eller GPS

- Plusser for GPS
 - Kan altid køre, (kan se når man ikke kan se)
 - Når det kører så kører det bare
 - Ikke så meget justering



mertz

Kamera eller GPS

- Minusser for GPS
 - Udfald ved skov
 - Komplekst i forager og mange linjer
 - Kan være udfordrende at holde styr på alle linerne
 - Såskær skal sidde tæt på styrerammen
 - Krav om samme køremønstre ved sidehæld
 - Jamming af signal !

Styring via integreret ramme

- Lidt billigere løsning
- Sidder tæt på traktor
- Begrænset til det enkelte redskab
- 20 cm sideskift til hver side



mertz

Styring via sideskift

- Kan have op til 4000 kg bag
- Ramme med hjul tager vægt fra traktor
- Samme styring til flere redskaber og rækkesystemer f.eks. 50 cm og 37,5 cm
- Redskabet kommer 30 cm længere bagud
- 20 cm sideskift til hver side



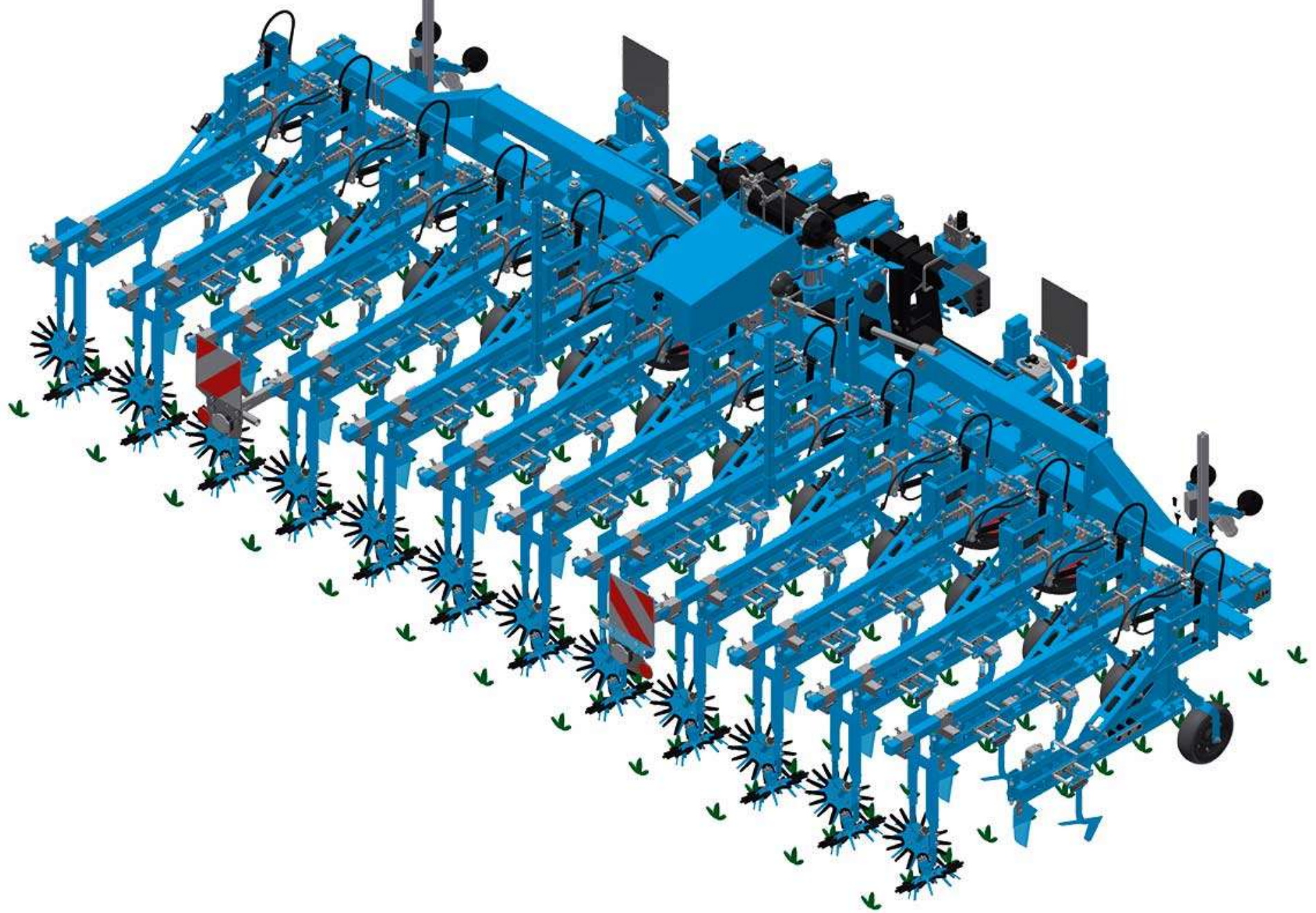
mertz

Valg < = > Fravalg

- Bugseret såmaskine => Kamera styring
- Rense efter flere såmaskiner => Kamera styring
- Vil bruge GPS styring => Sideskift såning
- Vil bruge styring i flere setup => Sideskift

En radrenser er en redskabsbærer

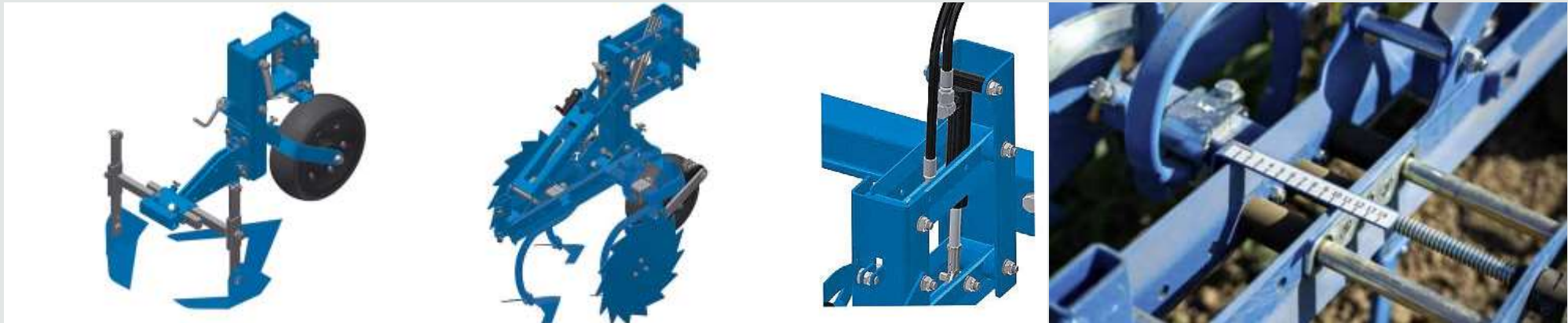
- En ramme der styres
- En række elementer hvorpå værktøjer kan monteres
- Værktøjer udskiftet og tilpasses løbende
- Ikke bare start og køør !!
- Justering og finpudsning hele tiden !!



rtz

Valg af element

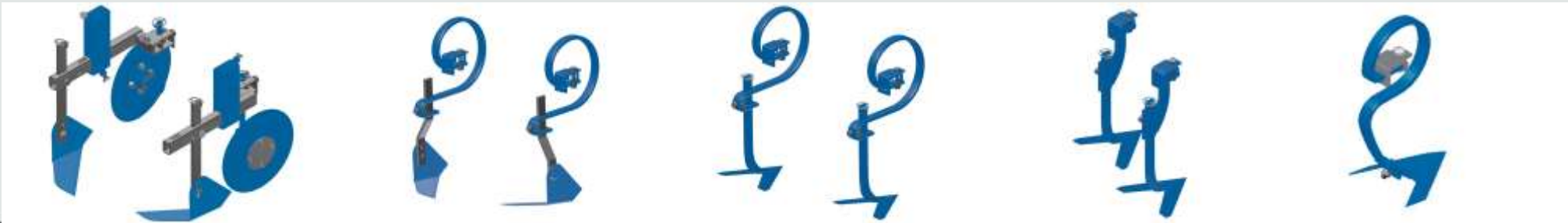
- Køb det element med flest muligheder for redskaber
- Køb et holdbart element der ikke bliver sløret, f.eks. et med kuglelejer – undgå bøsninger !
- Køb gerne et med løft og evt. også tryk
- Enkelt indstilling af værktøj kan også fås



mertz

Vælg af værktøj

- Vælg det værktøj der passer til opgaven
 - Friskæring tæt på meget små planter
 - Fast montering giver bedre præcision men er ikke glad for sten
 - A-skær giver mindre støv og mindre fremspiring af nyt ukrudt
 - Gåsefodsspidsen giver mere jord til hypning



mertz



mertz



Maribo Faxe Slagelse

Hvad gør vi i rækken

1. Radrenser finder afgrøden og renser udenom
2. Så afgrøden i GPS-diagonaler og rens på tværs
3. Fingerweeders af gummi renser tæt på afgrøden uden at skade denne

Radrenser finder afgrøden og renser udenom

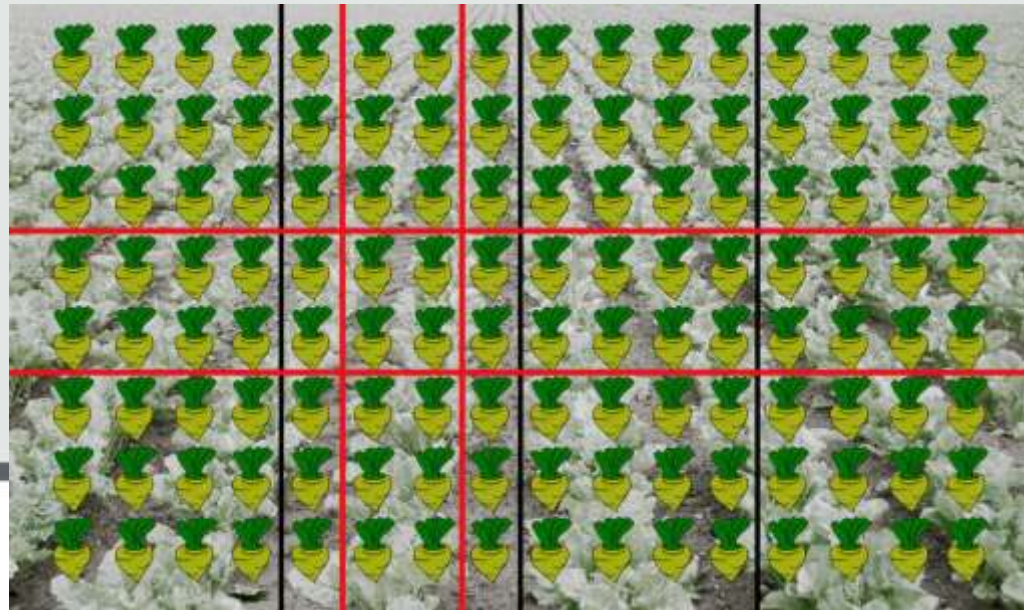
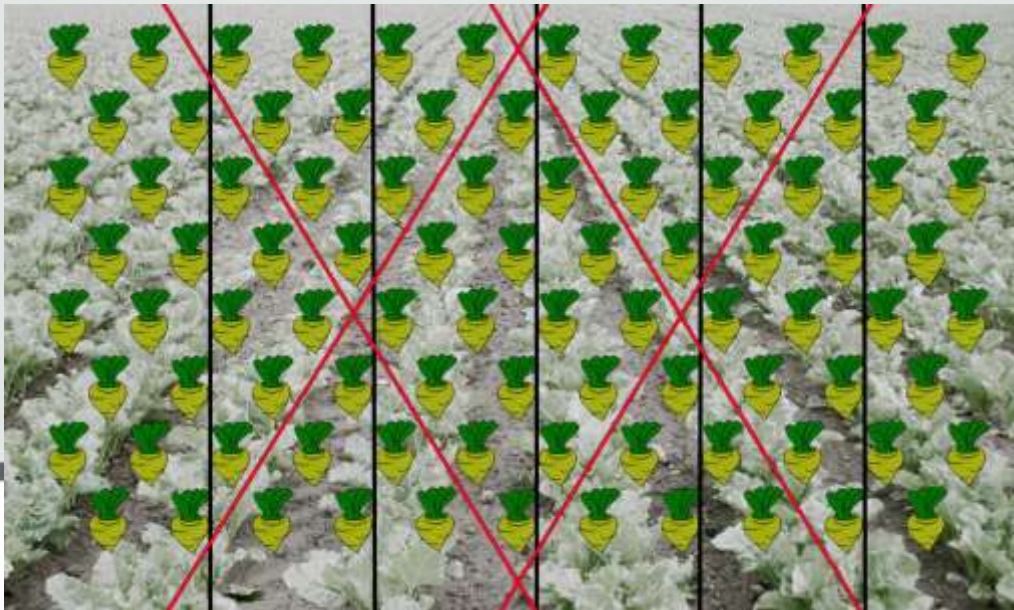
- Hastigheden er op til 3 km/t
- Det giver en kapacitet, med 12 rækker, på ca. 1,5 ha i timen
 - Det giver med 16 timers kørsel 24 ha i døgnet
 - Med 3 dage pr runde kan man altså passe 72 ha
 - Prisen pr ha bliver omkring 4.900 pr ha
- Mertz har solgt 2 stk.
- Begge er dog kommet retur, bl.a. på. gr. af kapaciteten og anden bedre løsning



Z

Så afgrøden i GPS-diagonaler og rens på tværs

- I teorien en god ide
- I praksis er det for kompliceret
 - Kalibrering af såmaskinen
 - Spor og stabilitet af radrenser og traktor



Fingerweeders

- Effektiv lugning og fjernelse af ukrudt i rækkerne
- Kan have jorddækkende effekt ved høje kørehastigheder
- Enkelt drevet via stålhjul
- Diameter på 220, 340 eller 400 mm afhængigt af rækkeafstanden
- Trykket på fingerhjul påføres og aflaster via trykfjedre for at sikre fuld kontakt med jordoverfladen, hvilket er særligt vigtigt i skorpet jord og ujævnt terræn
- Fingerhjul kan løftes, når de ikke er nødvendige
- Kan fås med hydraulisk løft via Section Control



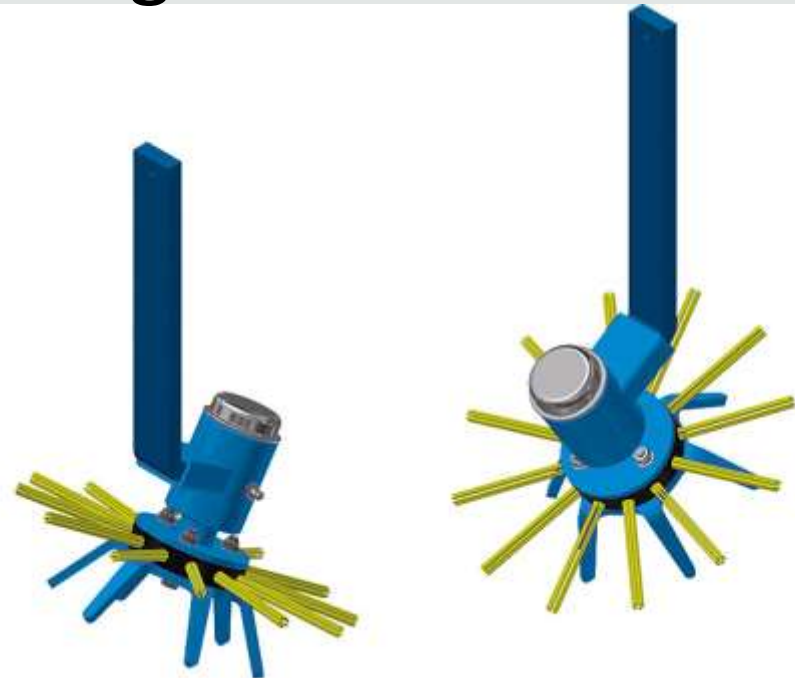
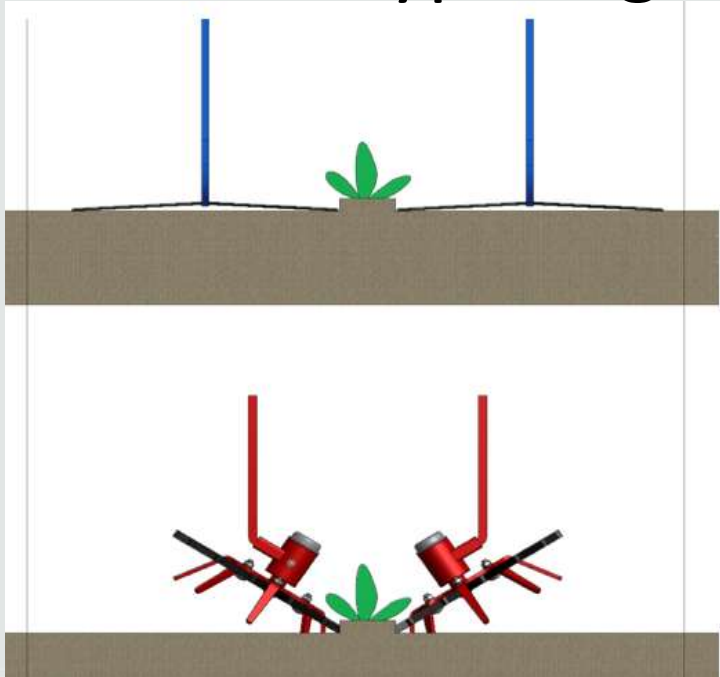
mertz



Maribo Faxe Slagelse

Fingerweeders

- Meget effektivt til rensning i rækken
- Flere typer også til sårbare afgrøder



mertz

Fingerweeders

- Ikke alle er designet lige smart



Økonomisk sammenligning 12 vs. 18 rækker radrenser

- Levetid: 7 år
- Restværdi: 10 %
- Rente: 5 %
- 12 rækkes: 600.000 kr
- 18 rækkes: 900.000 kr
- Traktor + fører: 715 kr/ time (VKST nabotakst)
- Vedligehold:
 - 100 kr pr. overkørt ha

Kapacitet (6,5–7,0 km/t, 70 % markeffektivitet)

Teoretisk kapacitet:

- 6 m: 4,3 ha/time
- 9 m: 6,10 ha/time

Effektiv (i marken, 70 %):

- 6 m: 3,0 ha/time
- 9 m: 4,25 ha/time

Ovenstående kapaciteter kræver ekstra mand til justering !

Årlige faste ejeromkostninger

Beregnet faste omkostninger:

- Afskrivning + rente

Årlig fast omkostning:

- 6 m: ca. 94.000 kr/år
- 9 m: ca. 140.000 kr/år

Meromkostning 9 m:

- ca. 47.000 kr/år

Konklusion

180 ha × 3 radrensninger = 540 → omkring break-even

9 meter

- 180 ha / 4,25 ha i timen = 42 timer = 3 gode dage
- Omkostning 348 kr./ha

6 meter

- 125 ha / 3,0 ha i timen = 42 timer = 3 gode dage
- Omkostning 364 kr./ha

VKST Vejledende Nabopriser er 525 ved min. 25 ha

Ovenstående kapaciteter kræver ekstra mand til justering !

Rækkesprøjtning sammen med rensning

- Fleksible løsninger
- Enkel eftermontering
- A-skær minimerer støv



mertz

Feedback fra brugere

- Timing er essentiel – høj kapacitet er nødvendig
- Justering tager meget tid men er nødvendigt
 - Friskæring ned til 2-3 cm
 - FingerWeeders i rækken
- Når afgrøden er lille kan man ikke køre stærkt
- Man må ikke komme bagefter
- Radrenser op til 10 overkørsler i økologiske sukkerroer
- Man kan ikke radrense flere ha end man kan nå at så per dag
- Mange andre maskiner er efterhånden automatiseret..
- Her er chancen for at vise godt håndværk !

Række/mellemrækkesprøjtning





mertz



Maribo Faxe Slagelse

Kasser eller disc

- Disc er et lidt billigere alternativ
- Parallelogram styring er nødvendigt
- Afdriftsstyring => flere timer => mere kapacitet
- En gang kasser altid kasser !!



mertz



mertz



Maribo Faxe Slagelse

Rækkesåmaskine

- 37,5 cm rækkeafstand
- Multiseeder Twin såenhed med 2 x 140 liter såkasse



16 rækker, 2 hjul og trafiklys:
Isobusstyret dobbelt såenhed:

175.000 kr.
120.000 kr.



mertz

Opsummering

- GPS til styring af rensere og sprøjter harmonerer ikke med bugserede såmaskiner
- Kamera til styring er udfordret ved meget lille og meget stor afgrøde
- Finger Weeder er en god løsning i rækken
- Timing og kapacitet er altafgørende for succes
- Rækkedyrkning kræver god driftsledelse
- 12 rækker radrenser kan passe ca. 125 ha
- 18 rækker radrenser kan passe ca. 180 ha
- Til rækkedyrkning af frø er en Rækkesåmaskine til 295.000,- måske et meget godt sted at starte... Imens vi venter på Teknologitilskuddet !

Plantekongressen, Herning Kongrescenter, d. 8 januar 2026

Intelligent mekanisk ukrudtsbekæmpelse – status og muligheder

Bo Melander

Faculty of Technical Sciences
Institut for Agroøkologi
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

bo.melander@agro.au.dk

Mobil: 22 28 33 93

Afgrødeetablering

Bredsåede afgrøder på lillerækkeafstand og med tæt plantebestand i rækken

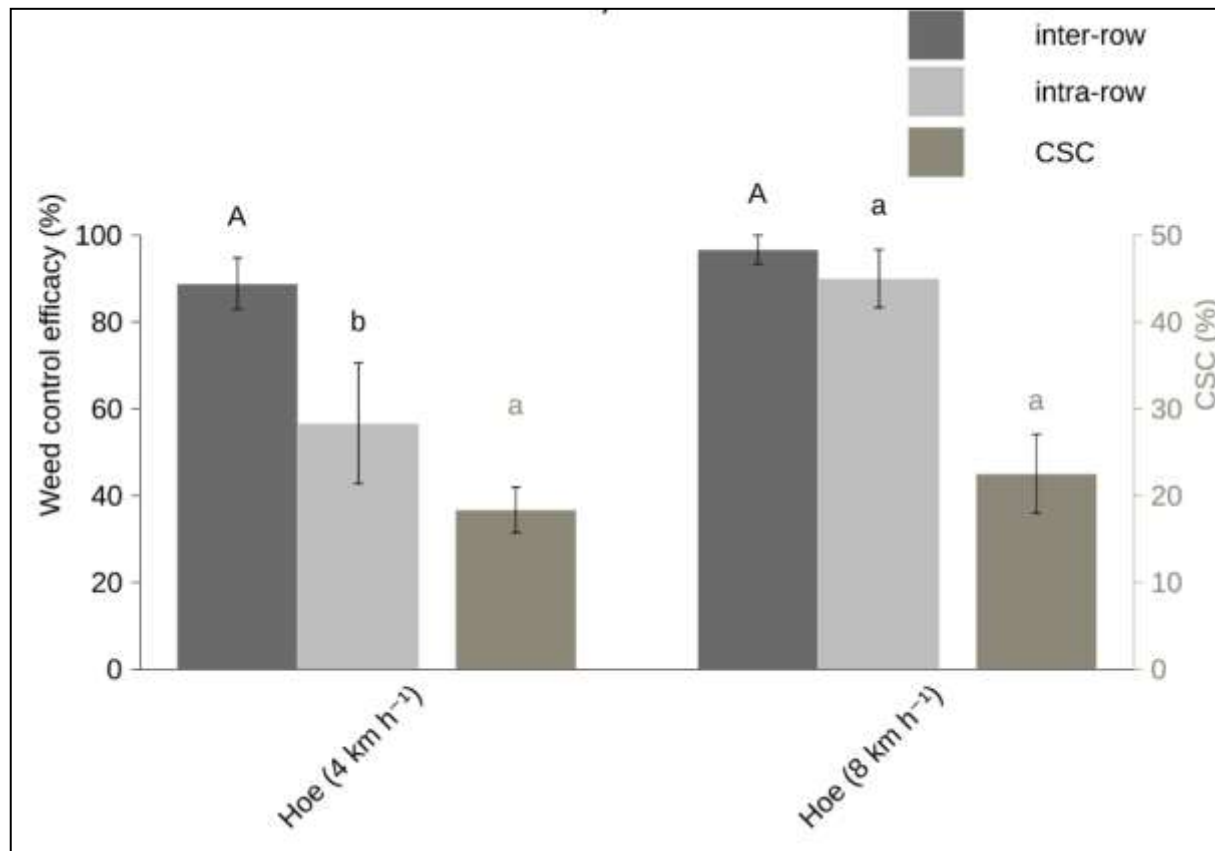
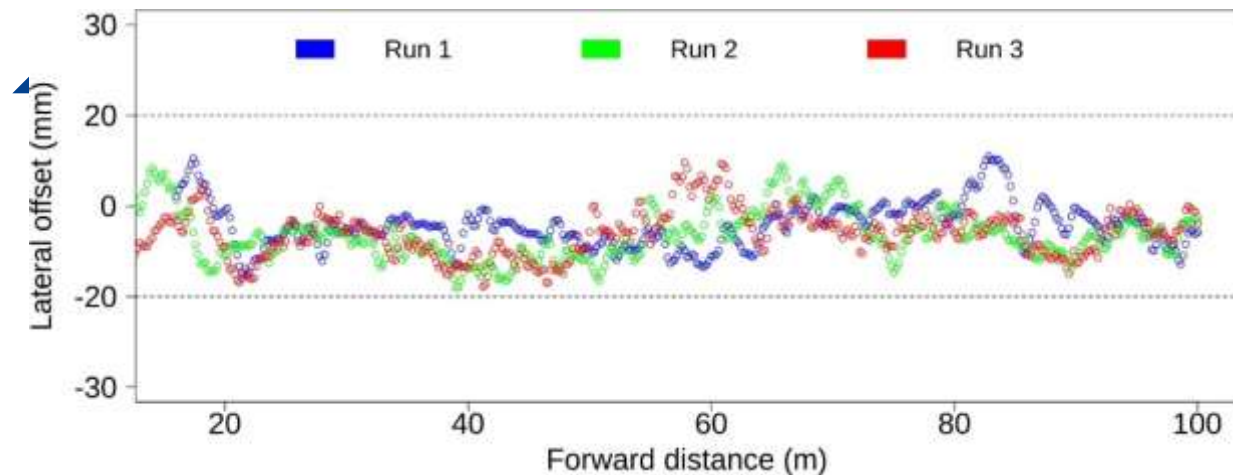
- Korn
- Bælgsæd (ærter, hestebønner og lupiner)

Rækkeafgrøder ≥ 50 cm rækkeafstand, ≥ 10 cm mellem afgrødeplanterne

- Majs
- Roer
- Grønsagsafgrøder

Kamerastyret radrensning med hydraulisk sideforskydning (K.U.L.T. vision control®)





Skærernes sideværts 'slinger' på en 6 m radrenser med et RGB-kamera.
Rækkeafstand 15 cm.

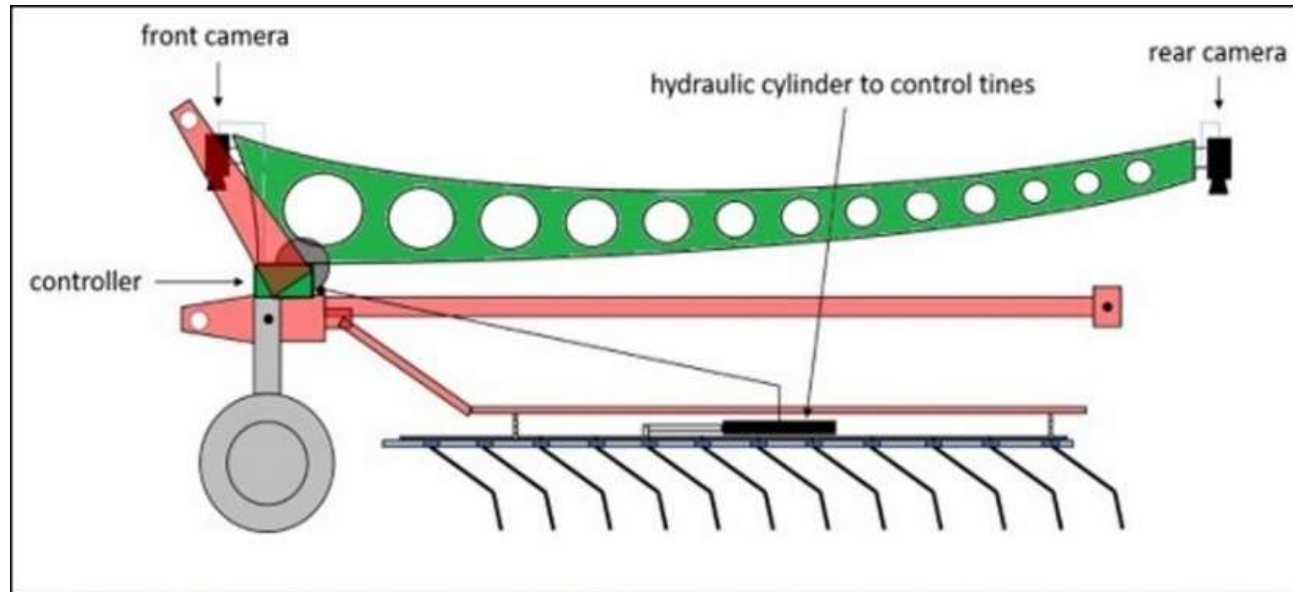
Ukrudtsbekæmpelseseffekt (%) og jordtildækning af afgrøden (%).
Kamerastyret radrensning i vintersæd etableret på 15 cm rækkeafstand

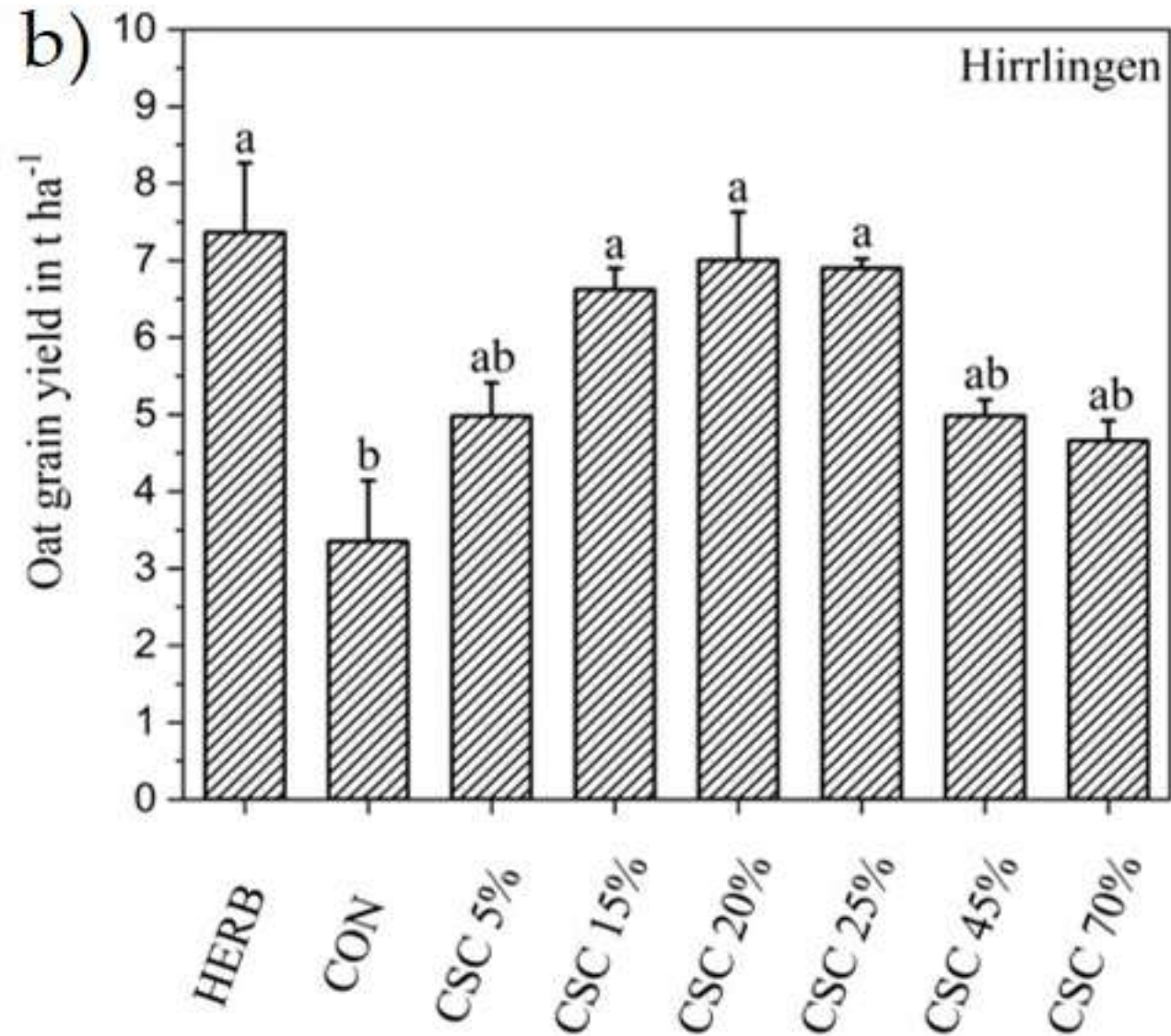
Stedspecifik ukrudtsharvning med automatisk tilpasning af tandvinklen og dermed bekæmpelsesintensiteten

Real-time RGB-imaging



(Gerhards et al. 2020)





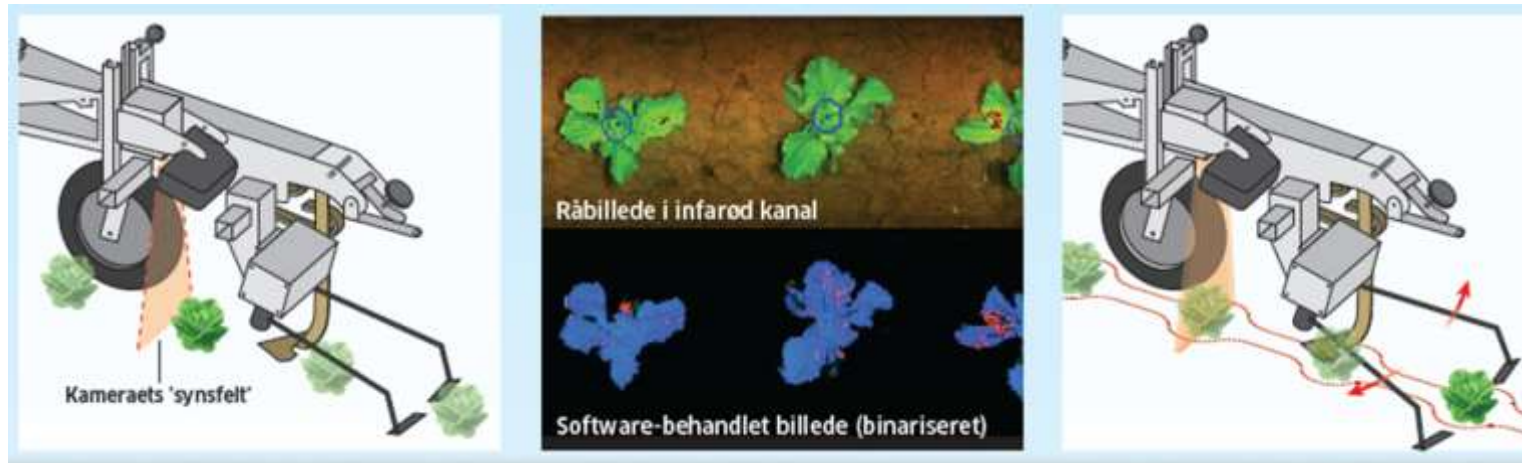
Havreudbyttet (t ha⁻¹) efter ukrudtsharvning ved forskellige intensiteter (CSC%).
(Spaeth et al. 2020. *Agronomy* 10, 1925).

Krydsradrensning i majs vha. GPS-såning og kamerastyret radrensning



Naruhn et al. (2023). *Weed Research* 63, 348–360

Automatisk lugning af ukrudt i rækken i rækkeafgrøder



Kamerastyret ukrudtsbekæmpelse – kun i udplantede afgrøder

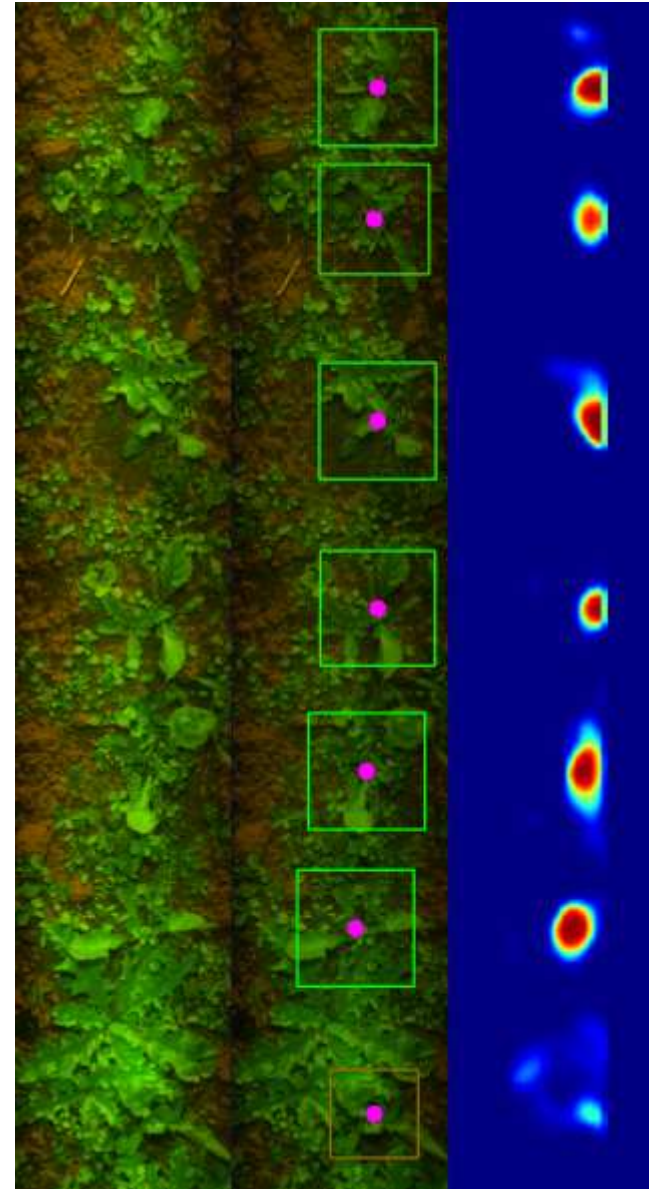
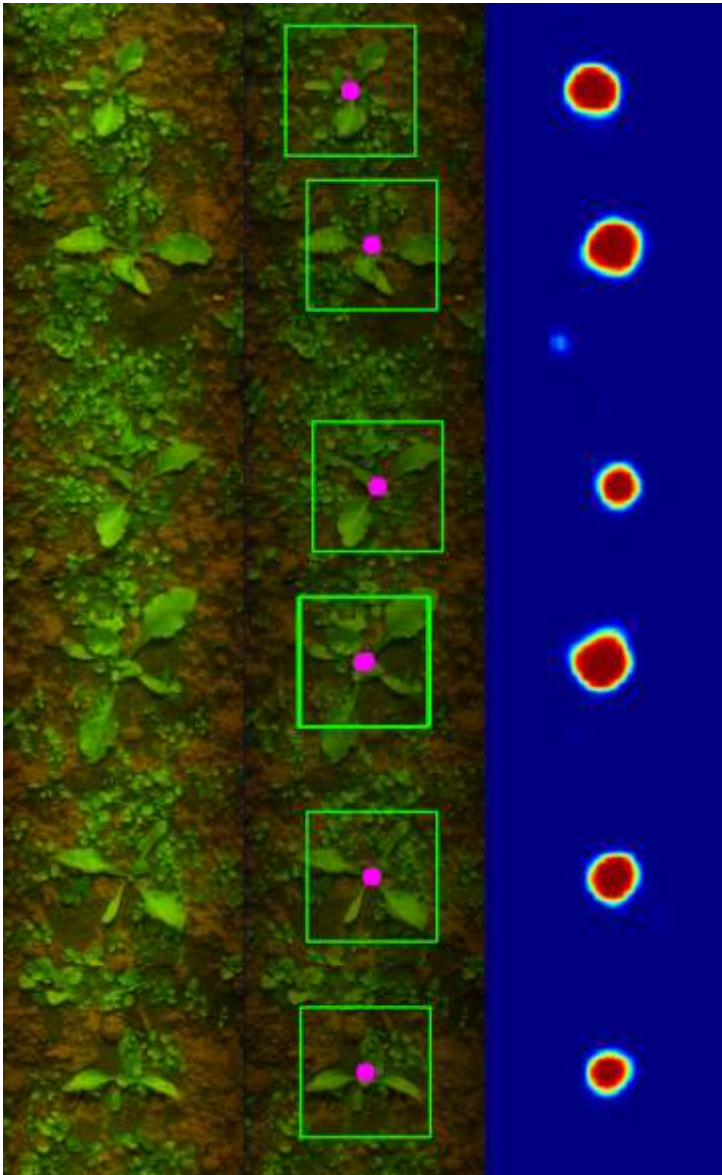
(www.visionweeding.com)

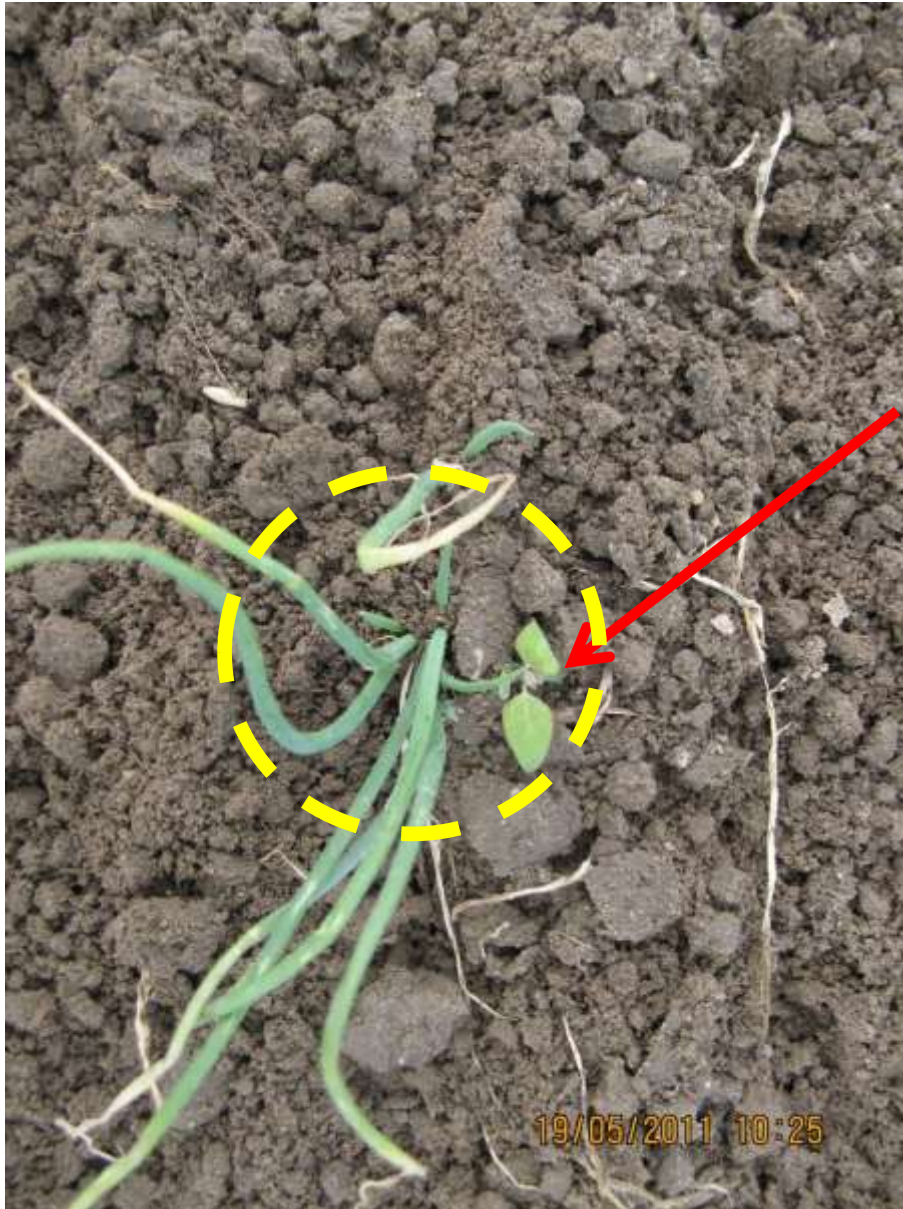
Rækkedetektering stadig muligt med
RGB-kamera





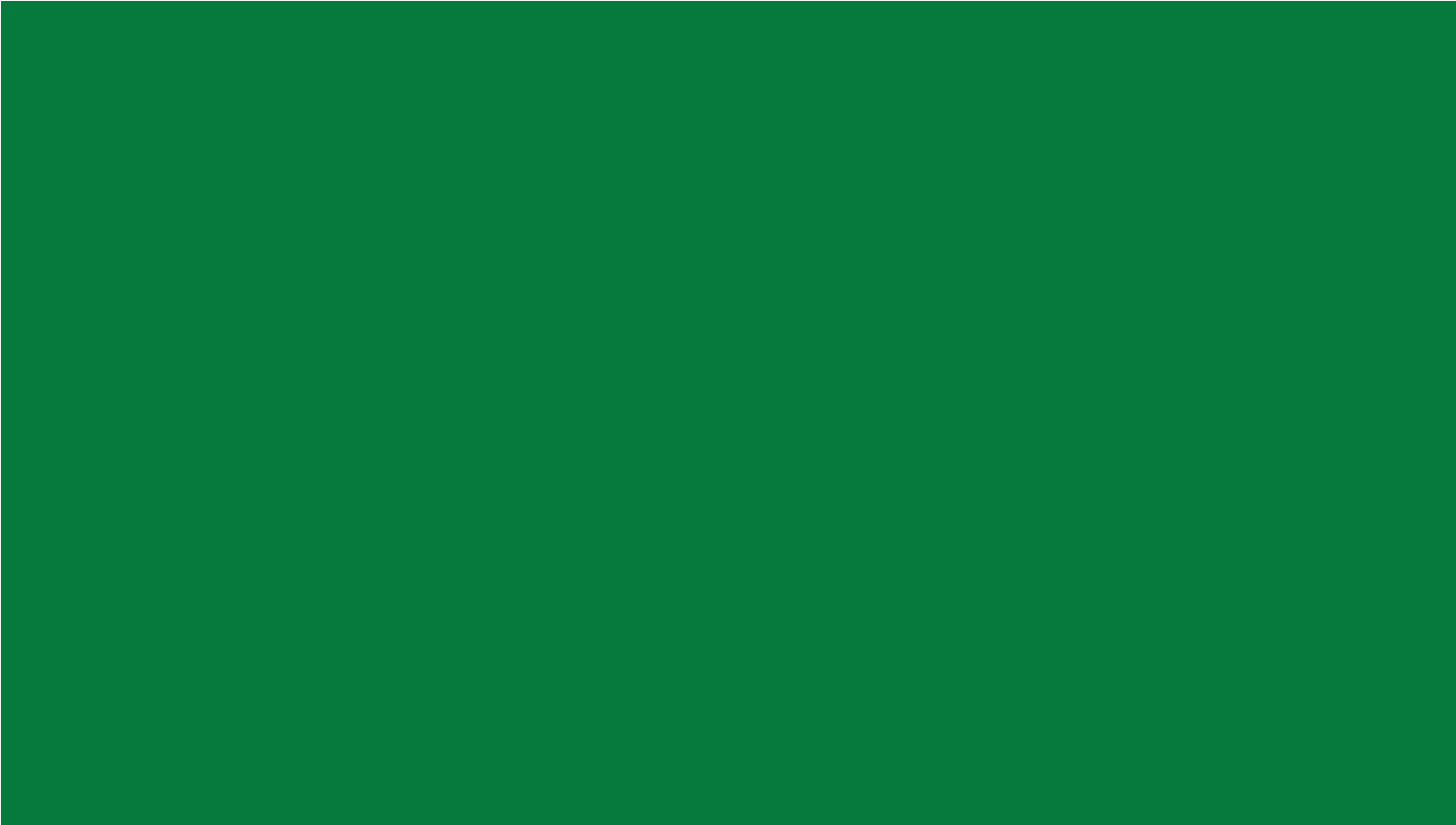








FarmDroid



Ukrudtsbekæmpelse vha. laser

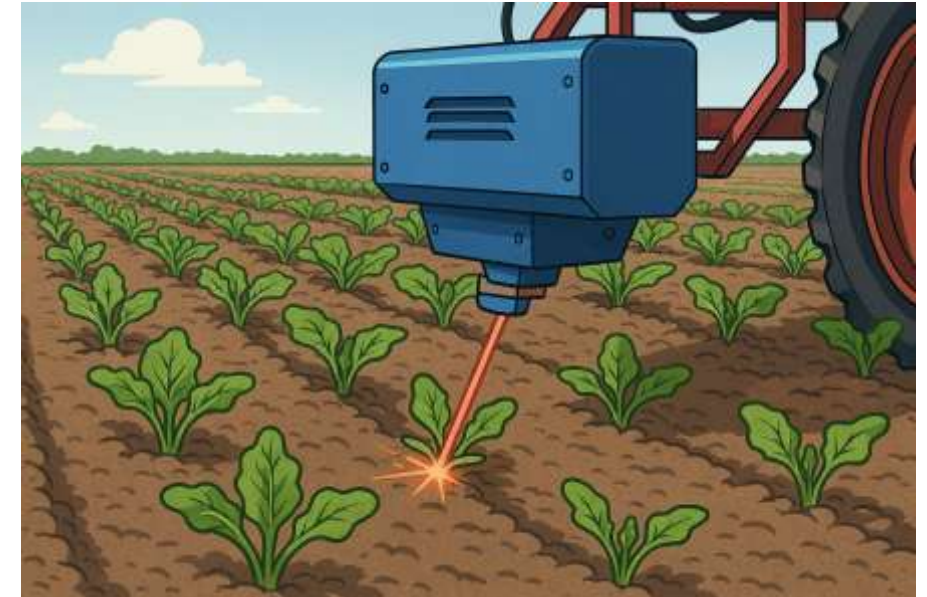
Fordele

- Høj præcision – 0,5 mm, kan bl.a. køre i gulerødder
- Høj effekt $\leq$ kimbladstadium – rammer centrum
- Fjerner ukrudt rundt om og tæt på afgrødeplanten
- Roder ikke i jorden

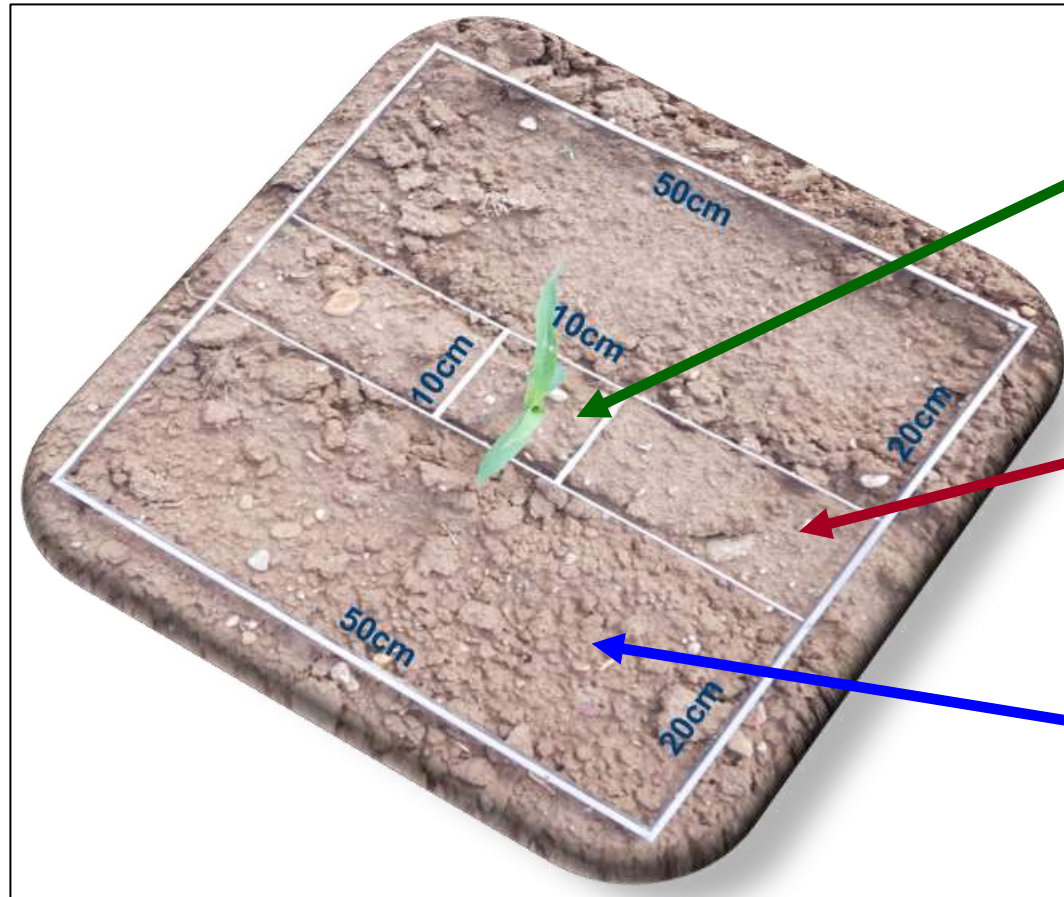
Ulemper

- Lav arbejdskapacitet typisk 0,5 – 1 km i timen – meget langsom ved højt ukrudtstryk
- Bekæmpelsesareal skal begrænses
- Kræver gentagne behandlinger, effekten falder drastisk $\geq$ kimbladsstadium
- Meget høje anskaffelsesudgifter
- Begrænset antal 'skud' i minuttet; 5.000-7.000 for en 6 m maskine

AI-genereret billede



Fremtidens teknologi



Intelligent lugning med laserstråle

Intelligent lugning med skær

Præcisionsradrensning med kamera



Konklusioner vedr. robotlugning

- Kunstig intelligens og maskinlæring kan tilpasses andre kulturer relativt hurtigt – få uger
- Afstanden mellem kulturplanterne i rækken øges om nødvendigt
- Samarbejde med producenterne af lugerobotter nødvendigt aht. træning af softwaren
- I roer kan der luges indtil 1 cm fra roeplanterne uden skader
- I kål og lignende kulturer kan der efterlades ukrudt i en radius på ca. 2 cm fra kulturplantens centrum
- GPS-baseret lugning bør suppleres med kamera
- Præcisionsradrensning, intelligent lugning med skær og laser