

Farmtest 2025: Erfaringer med sensorer og dronebaserede løsninger til præcisionssprøjtning

I 2025 er der gennemført en række farmtests af nye teknologier inden for præcisionsjordbrug. Formålet er at omfordele og målrette brugen af både gødning og planteværn i marken. Disse teknologier er endnu ikke fuldt implementeret på danske marker, men forventes at blive køreklar inden for en overskuelig fremtid. Afprøvningen er sket i storskala hos landmænd, der enten har investeret i udstyret eller indgået samarbejde med leverandører som pionerer for at teste løsningerne i praksis.

Teknologierne der er afprøvet, er følgende:

- PerPlant Sensor
- CropUp
- Cultiwise

PerPlant-sensoren – realtidsregistrering og præcisionsbehandling

PerPlant-sensoren repræsenterer en avanceret teknologi inden for præcisionslandbrug. Sensoren består af et kamera med kunstig intelligens, der monteres på traktortaget og fungerer som et ekstra sæt øjne i marken. Under kørsel registrerer sensoren både ukrudt og afgrøder i realtid og styrer sprøjtningen via GPS. Det betyder, at dyserne kun aktiveres, hvor der er behov for behandling, og lukker igen, hvor der ikke er. På samme måde kan sensoren justere gødningsmængden efter afgrødens aktuelle behov.

En væsentlig fordel er, at der ikke kræves tildelingskort på forhånd – alt sker direkte i marken. Samtidig indsamles data ved hver overkørsel, hvilket løbende opbygger en markshistorik og forbedrer fremtidige tildelinger. Teknologien giver mulighed for både realtidsapplikationer og efterfølgende udarbejdelse af tildelingskort, hvis det foretrækkes.

I forhold til gødningsfordeling kan PerPlant-sensoren erstatte satellitbilleder ved at vurdere afgrødens biomasse med en opløsning på 25 x 25 cm, sammenlignet med satellitdata, der typisk arbejder med felter på 10 x 10 meter. Ved ukrudtsbekæmpelse fungerer sensoren som et alternativ til dronebaseret kortlægning. Den kan identificere ukrudt og enten udføre pletsprøjtning i realtid eller registrere ukrudtspletter til senere behandling.

CropUp

CropUp er en digital platform, der hjælper landmænd med at reducere både kemikalieforbrug og omkostninger. I stedet for at behandle hele marken, anvender CropUp dronebilleder og kunstig intelligens til at identificere præcis, hvor ukrudtet forekommer. På den måde kan du udarbejde et sprøjtekort, der kun dækker de områder, der har behov for behandling – resten af marken forbliver uberørt.

Cultiwise

Cultiwise er en tjekkisk platform som ligesom CropUp laver ukrudtsdetektering på baggrund af dronebilleder. Der hvor Cultiwise adskiller sig fra CropUp er ved både at anvende RGB-billeder og multispektrale dronebilleder til at opnå en præcis kortlægning af ukrudt i marken. Når dronen flyver over marken, indsamles både RGB-billeder og multispektrale data, som registrerer lys i forskellige bølgelængder – herunder infrarødt. Disse data afslører detaljer om planternes sundhed og vækst, som ikke er synlige i almindelige billeder. Efter optagelsen beregner systemet vegetationsindeks, såsom NDVI, der fremhæver forskelle i fotosyntetisk aktivitet.

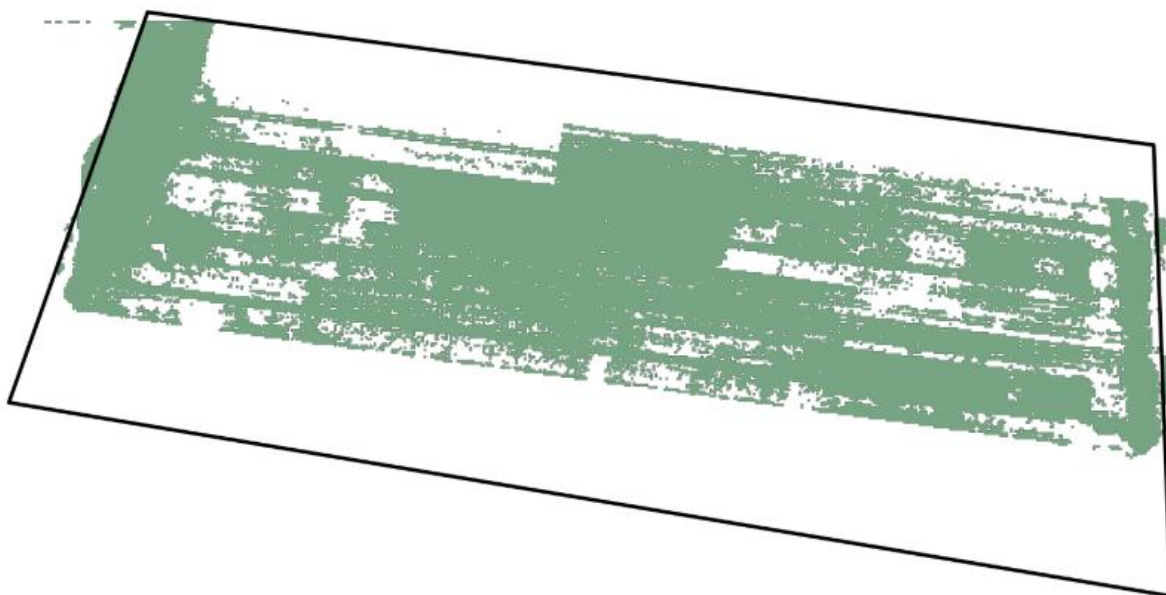
Disse spektrale mønstre kombineres med information om planternes form og struktur, og analyseres af en avanceret AI-model, der er trænet på millioner af billeder. På den måde kan Cultiwise skelne mellem afgrøder og ukrudt og endda identificere op til 37 forskellige ukrudtsarter. Når analysen er færdig, genereres detaljerede sprøjtekort, som viser præcist, hvor ukrudtet står, og i hvilken tæthed. Kortene kan tilpasses undervejs og eksporteres til sprøjten, så landmanden kan udføre pletsprøjtning i marken.

Metode:

Tre forskellige teknologier blev afprøvet hos en landmand, der allerede har gode erfaringer med præcisionslandbrug, har det nødvendige udstyr på sine maskiner og er motiveret for at teste nye løsninger på sine arealer.

I afprøvningen blev PerPlant-sensoren anvendt til ukrudtsgenkendelse og realtidssprøjtning. Sammen med landmanden blev der udvalgt en mark, som skulle nedvisnes med glyphosat inden såning af vintersæd. Marken indeholdt både rodukudt og italiensk rajgræs, som skulle bekæmpes før etablering af den nye afgrøde. Sensoren blev monteret på traktor og sprøjte, hvorefter marken blev overkørt og sprøjtet i realtid.

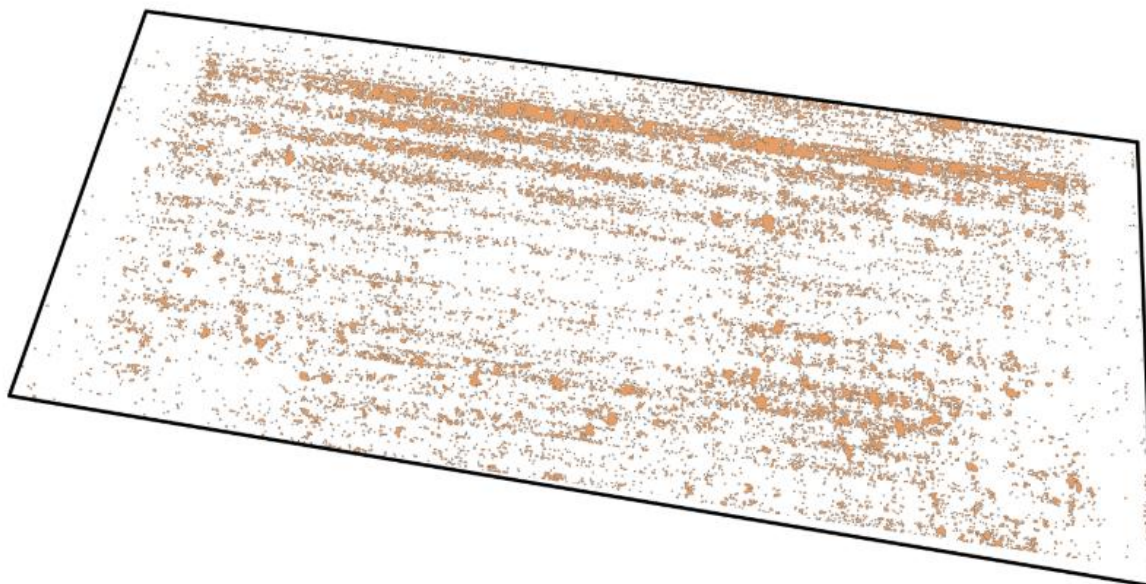
Efter sprøjtningen blev marken overfløjet med drone for at sammenligne ukrudtsdetektering fra CropUp og Cultiwise.



Figur 1 viser det behandlede areal (grøn markering) fra PerPlant-sensor.

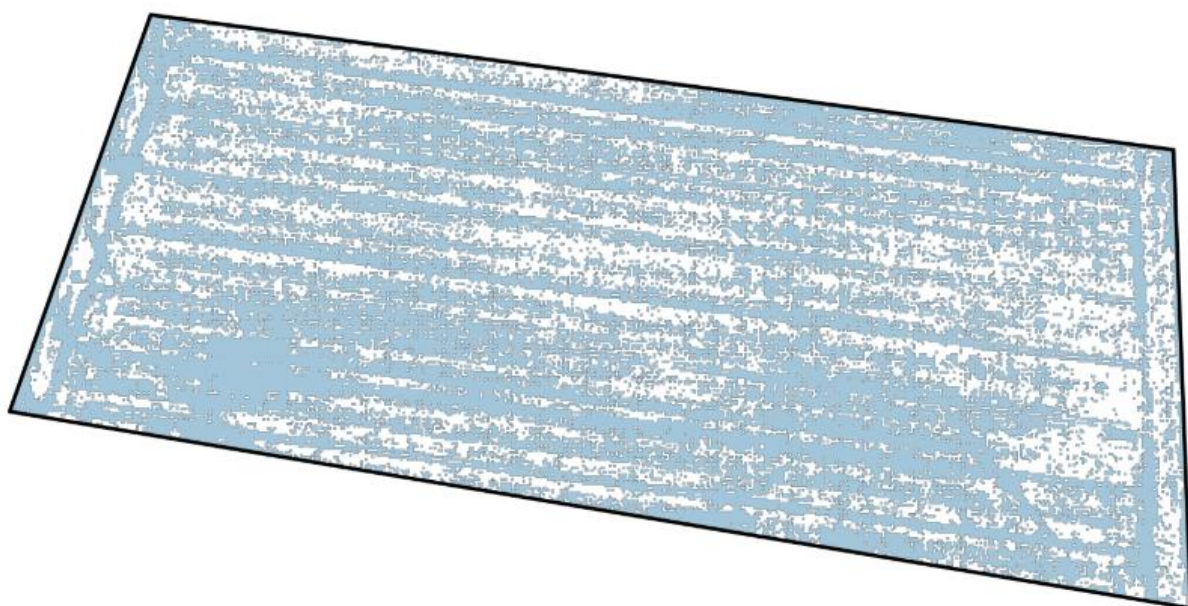
Analyse:

Det behandlede areal med PerPlant-sensoren fremgår af figur 1, markeret med grønt. Sensoren vurderede, at 71 % af analysearealet skulle behandles med sprøjten. Som det ses på figuren, blev ikke hele marken overkørt med traktorsensoren, hvilket skyldtes tekniske udfordringer under afprøvningen.



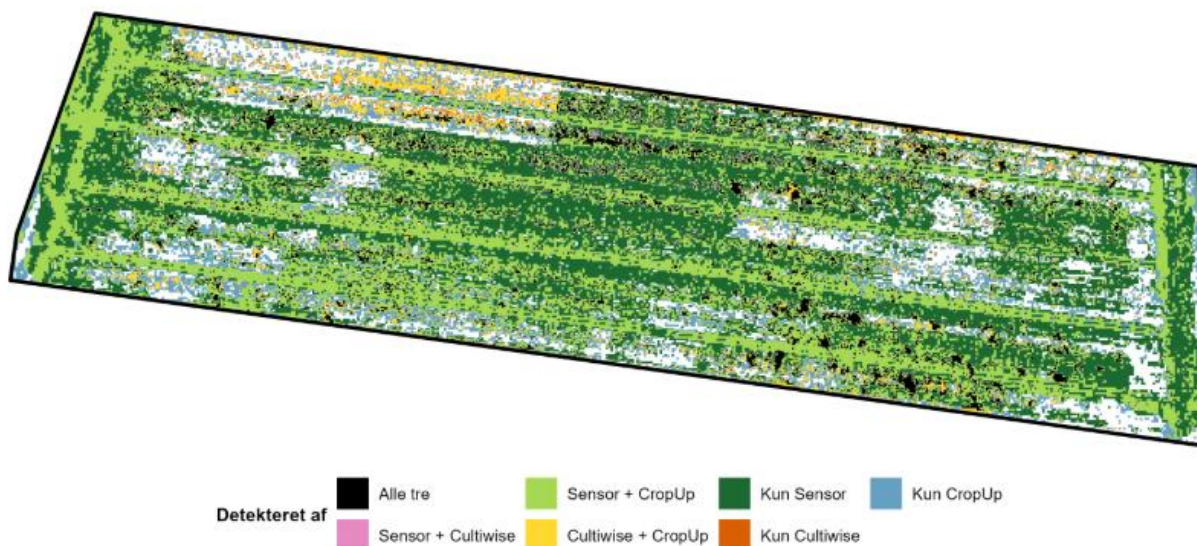
Figur 2 viser behandlingskort (tildelingskort) fra Cultiwis

Figur 2 viser behandlingskortet fra Cultiwis, markeret med orange. Her vurderede Cultiwis, baseret på dronebilleder, at 13,1 % af analysearealet skulle behandles.



Figur 3 viser behandlingskort (tildelingskort) fra **CropUp**

Figur 3 viser behandlingskortet fra CropUp, markeret med blå. CropUp vurderede, ligeledes ud fra dronebilleder, at 57,1 % af analysearealet skulle behandles.



Figur 4 viser en sammenligning af de 3 detekteringsmetoder

Figur 4 illustrerer en sammenligning af de tre detekteringsmetoder. Figuren viser den rumlige fordeling af enigheden mellem metoderne, hvor farverne angiver, hvilke metoder der har registreret ukrudt i den pågældende celle. Det fremgår, at der kun er fuld enighed på 6,89 % af det samlede analyseareal, hvilket indikerer en begrænset overensstemmelse mellem metoderne.

Tabel 1 viser den parvise sammenligning af metoders overlap

METODE A	METODE B	JACCARD (IOU)	DICE (F1)	A'S DÆKNING AF B	B'S DÆKNING AF A	FÆLLES AREAL (HA)	KUN A (HA)	KUN B (HA)
Cultiwise	Sensor	10.5%	19.1%	60.9%	11.3%	0.47	0.30	3.68
CropUp	Sensor	43.7%	60.8%	71.6%	52.9%	2.19	0.87	1.95
CropUp	Cultiwise	20.9%	34.5%	21.6%	85.9%	0.66	2.40	0.11

Tabel 1 viser resultaterne af en parvis sammenligning af de tre metoders overlap. Analysen giver et indblik i, hvor enige metoderne er om, hvilke områder i marken der indeholder ukrudt og derfor skal behandles. Resultaterne viser en begrænset indbyrdes overensstemmelse mellem metoderne.

Overlap mellem CropUp og Cultiwise udgør 21,6 % af arealet, hvilket er relativt lavt, især i betragtning af, at begge metoder bygger på dronebaserede data. Overlap mellem Cultiwise og PerPlant-sensoren er endnu lavere med 10,5 %. Den største overensstemmelse ses mellem CropUp og PerPlant-sensoren med 43,7 %, men dette kan heller ikke betegnes som en høj grad af enighed.

Samlet set indikerer tallene, at der er betydelige forskelle i, hvordan de tre teknologier identificerer ukrudt, hvilket sandsynligvis skyldes variationer i algoritmer, datagrundlag og indstillingsparametre.

Erfaringer fra marken

Afgrødesensoren fra PerPlant er den nyeste teknologi blandt de tre afprøvede metoder til ukrudtsgenkendelse. Det blev hurtigt tydeligt, at systemet kræver en omfattende opsætning, kalibrering og en række indstillinger, før det er klar til brug hos landmanden. Under afprøvningen opstod der desuden tekniske udfordringer, hvilket medførte, at ikke hele arealet blev behandlet med sensoren og sprøjten.

Det viste sig også at være en udfordring at indstille sensoren optimalt i forhold til markens forhold. Stubmarken indeholdt en del spildkorn, som er grønne, men normalt ikke behandles, da de forsvinder ved jordbearbejdning. Sensoren reagerede imidlertid på spildkornene, hvilket skyldes det store behandlingsområde, sensoren dækker.

De to metoder baseret på dronebilleder – CropUp og Cultiwise – gav heller ikke helt ens resultater i deres ukrudtsdetektering. Indtrykket er, at Cultiwise opnåede den mest præcise detektering ud fra de givne forudsætninger, nemlig bekæmpelse af rodukudt og italiensk rajgræs. Cultiwise formåede at sortere spildkorn fra i sin analyse, mens CropUp medregnede spildkorn i detekteringen.

Samlet set tegner der sig et billede af, at de tre metoder er vanskelige at sammenligne direkte. De bagvedliggende algoritmer til ukrudtsdetektering er forskellige, hvilket kan give varierende resultater. Derudover påvirker indstillingernes følsomhed detekteringsmønstrene på forskellig vis, hvilket er en væsentlig årsag til de store forskelle mellem metoderne.

Konklusion

Afprøvningen af PerPlant-sensoren, CropUp og Cultiwis viser, at der er et stort potentiale i nye teknologier til præcisionsjordbrug, men også betydelige forskelle i funktionalitet, nøjagtighed og praktisk anvendelighed.

PerPlant-sensoren demonstrerer styrken ved realtidssprøjtning og muligheden for at kombinere ukrudtsbekæmpelse og gødningsjustering uden behov for forudgående tildelingskort. Teknologien kan erstatte satellitbaserede biomassemålinger med langt højere opløsning. Dog viste testen, at opsætning, kalibrering og indstilling er komplekse, og tekniske udfordringer begrænsede behandlingen af hele arealet. Sensoren reagerede desuden på spildkorn, hvilket understreger behovet for yderligere tilpasning til markforhold.

Dronebaserede løsninger som CropUp og Cultiwis tilbyder en anden tilgang, hvor sprøjtekort genereres ud fra billedanalyse. Her viste Cultiwis den mest præcise ukrudtsdetektering i forhold til forsøgets formål, blandt andet fordi platformen kan sortere spildkorn fra og anvender både RGB- og multispektrale data. CropUp leverede et mere generelt resultat og medregnede spildkorn, hvilket øgede det beregnede behandlingsareal.

Sammenligningen viser, at de tre metoder kun var enige om ukrudtsplacering på 6,89 % af arealet, og at overlap mellem metoderne generelt var lavt. Dette skyldes forskelle i algoritmer, datagrundlag og indstillingsfølsomhed. Det understreger, at teknologierne endnu befinder sig i en udviklingsfase, hvor standardisering og kalibrering er nødvendige for at opnå større ensartethed og sikkerhed i beslutningsgrundlaget.

Overordnet vurdering:

Alle tre teknologier har potentiale til at reducere pesticidforbruget og optimere ressourceanvendelsen, men praktisk implementering kræver fortsat udvikling, brugertilpasning og dokumentation af effekter under forskellige markforhold. Sensoren har fortsat den største kompleksitet ved at få opsat og indstillet systemet tilfredsstillende. Både CropUp og Cultiwis har nogle meget intuitive platforme hvor håndteringen af data foregår på en enkel og brugervenlig måde. Indlæsning af filer til sprøjte sker også uden komplikationer. Fremtidige tests bør fokusere på at forbedre algoritmernes robusthed, reducere opsætningskompleksitet.