

Til Miljøstyrelsen

**Følgebreve**

Dato 29. maj 2020

Journal 2020-0098648

—

**Levering på bestillingen "Status på anvendelse af GPS i forbindelse med sprøjteopgaver i dag og i den nære fremtid"**

Miljøstyrelsen har i en bestilling sendt d. 28. maj 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at lave et kort fagligt notat med oplysninger om den aktuelle anvendelse og udbredelse af GPS og af øvrigt præcisionsudstyr i forbindelse med anvendelse af pesticider. Besvarelsen skal bruges som bidrag til besvarelse af en ministerbestilling.

—

Besvarelsen i form af vedlagte notat er udarbejdet af seniorrådgiver Michael Nørre-mark fra Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet. Professor Claus Aage Grøn Sørensen fra samme institut har været fagfællebedømmer, og notatet er revideret i lyset af hans kommentarer.

Forfatteren gør opmærksom på, at nærværende notat er udarbejdet på under 24 timer, og der tages derfor forbehold for fejl og mangler, som måtte forekomme. Selvom notatet udelukkende omhandler landbrugsteknologier nævnes ikke firmarelaterede produkter af hensyn til, at notatet skal være udarbejdet uvildigt.

—

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 4.05 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Stine Cecilie Mønggaard Sarraf  
Specialkonsulent, kvalitetssikrer f. DCA-centerenheden



# Status på anvendelse af GPS i forbindelse med sprøjteopgaver i dag og i den nære fremtid

---

Af Michael Nørremark, Institut for Ingeniørvidenskab, AU

Fagfællebedømt af professor Claus Aage Grøn Sørensen, Institut for Ingeniørvidenskab, AU

## Baggrund

Miljøstyrelsen har i en bestilling modtaget af DCA den 28.05.2020 ønsket bidrag til besvarelse af en ministerbestilling. Miljøstyrelsen ønsker et kort notat med oplysninger om de aktuelle tekniske muligheder for anvendelse og udbredelse af GPS (og øvrigt sprøjteteknisk præcisionsudstyr) i forbindelse med anvendelse af plantebeskyttelsesmidler. Evt. også mulige incitamentter til yderligere/mere udbredt anvendelse af præcisionsudstyr og potentiale for at anvende det i kontroløjemed.

## Besvarelse

Umiddelbart vides det, at GPS (bet. GNSS, Global Navigation Satellite System) monteret på traktorer og/eller marksprøjter, med tilhørende terminal for styring, primært anvendes til at undgå overlap ved sprøjtning med plantebeskyttelsesmidler, såkaldt sektionstyring, samt til embedded datalogning af diverse sprøjtetekniske funktioner.

Den typiske bombredde for marksprøjter er alene over de seneste 10 år steget fra 24 m til 36 m. Med små og uregelmæssige marker, som kendetegner det dyrkede landbrugsareal i Danmark forekommer der ofte overlap i kiler, ved forager, rundt om forhindringer i markerne, samt ifbm. plejesporsafstand. Over- og underdosering forekommer også når sprøjtebomme udbringer plantebeskyttelsesmidler ved kurvekørsel (dvs. bomsektioner bevæger sig med forskellige hastighed og retning). Jo større bombredde, jo værre bliver overlap samt over-/underdosering. Overlap betyder dobbeltdosering af plantebeskyttelsesmidler i de ovennævnte områder, som med et groft skøn udgør 10 % af det dyrkede landbrugsareal (se referencenote på sidste side). Sektionsstyring fungerer ved, at elektronikken registrerer på et kort i terminalen, hvor der er sprøjtet, og bomsektioner (typisk < 3 m) eller dyser slukkes, når de befinder sig over et allerede sprøjtet område og i nogle tilfælde også uden for markgrænsen. Over-/underdosering reguleres ved en helt ny teknologi, som pulserer sprøjtevæsken, eller skifter mellem dyser hvorved meget store variationer i dosering kan lade sig gøre uden i væsentligt omfang at kompromitere afsætningen og den biologiske effekt. Kurvekørsel registreres primært via sensorer, som måler acceleration og hastighed.

Graduering af plantebeskyttelsesmidler enten som tankmix eller hver for sig (injektion/flertanksystemer) ud fra tildelingskort og styring vha. GPS er teknisk muligt. Der er for så vidt viden om, hvordan de enkelte plantebeskyttelsesmidler kan gradueres ifht. omfanget og arter

af primært ukrudt og i mindre grad for svampesygdomme og skadedyr. Antageligvis er årsagen til den lille udbredelse af graduering af plantebeskyttelsesmidler, at metoder til sted-specifik identificering af arter og omfang af ukrudt, svampesygdomme og skadedyr ikke er markedsført og afprøvet i et omfang, der giver anledning til en større udbredelse. En manuel og komplet sted-specifik kortlægning af arter og omfang af ukrudt, svampesygdomme og skadedyr er ikke praktisk muligt at gennemføre. Det er dog muligt at indtegne visuelt inspicerede områder i forskellige smart device værktøjer og Apps med GPS tilslutning. Refleksionsdata fra satellitter og/eller sensorer kan hjælpe med at målrette den visuelle inspektion, således at det i nogen grad bliver praktisk muligt at afgøre, om der skal gradueres på plantebeskyttelsesmidler i bestemte områder. Fremgangsmåden er ofte tilpasset de enkelte bedrifter, og der er så vidt vides ikke som sådan udviklet en velafprøvet og gængs vejledning.

Eftersom styring og registrering af sprøjtning med plantebeskyttelsesmidler foregår elektronisk, er rigtig mange digitale informationer til rådighed, som i mange tilfælde kan lagres i en såkaldt logfil. En logfil indeholder for hver registeret GPS position data om bl.a. områdespecifik dosis (både indenfor og udenfor marker og i nogle tilfælde ned til dysniveau), bomhøjde, bomsektionsaktivering, væsketryk m.v.. Det totale forbrug af plantebeskyttelsesmidler registreres for så vidt også, men det kræver nogle manuelle indtastninger af middel og dosering et eller flere steder i data-flowet for at opnå en logfil med præcis dosering af specifikke plantebeskyttelsesmidler.

Det er data-flowet mellem de nævnte terminaler for styring af marksprøjter og landmændenes managementværktøjer, der giver de største udfordringer. Kravspecifikationer vedr. data fra managementværktøjer stemmer ikke altid overens med hvad traktor/marksprøjteterminaler understøtter. Managementværktøjer er efterhånden ret komplekse software/webapplikationer, som sammensætter eksterne data, regelsæt, dyrkningshistorik og manuelle indtastninger for den aktuelle dyrkningsplan tilhørende hver enkelt mark og i sammenhæng til hele bedriftens dyrkningssystem, økonomi mv.. Managementværktøjer anvendes til udarbejdelse af arbejdsplanlægning, lovpligtige sprøjtejournaler og evt. også til lagerstyring af plantebeskyttelsesmidler. Der samarbejdes på flere fronter om at kunne dele data f.eks. såkaldte data-hubs. Status er, at det for nuværende er managementværktøjerne, der skal kunne understøtte semi proprietære data formater fra landbrugsmaskiner. EU projekter såsom NIVA ([www.niva4cap.eu/project](http://www.niva4cap.eu/project)) og IoF2020 ([www.iof2020.eu/trials/arable/farm-machine-interoperability](http://www.iof2020.eu/trials/arable/farm-machine-interoperability)) prøver på tværs af stake-holders at komme frem til nogle datamodeller og protokoller (desværre en meget vanskelig opgave), som bringer en egentlig mulighed for interoperativt og to-vejs kommunikation af f.eks. henholdsvis planlægnings- og dokumentationsdata for sprøjtning med plantebeskyttelsesmidler. NIVA projektet har til formål at støtte EU initiativet for integreret administrations- og kontrolsystem (IACS) med større fokus på miljø og bæredygtighedsparametre. Dvs. i nær fremtid vil maskindata kunne anvendes indirekte som dokumentation for stedspecifik tildeling af plantebeskyttelsesmidler, mht. udført dosis, anvendte midler og sprøjteteknik ved at udtrække data fra forskellige nationale såvel som internationale IoT platforme via en standard protokol, naturligvis med høj grad af datasikkerhed adgangskontrol. Data fra disse IoT platforme kan potentielt bidrage til kontrolsystemer med større detaljeringsgrad og præcision end hidtil, hvoraf evt. direkte miljøberegninger kan foretages.

Incitemenet for landbruget er at data-flowet i højere grad sker uden manuel indtastning, men det vil som sagt tage noget tid at nå dertil jf. EU initiativet nævnt ovenfor.

Den tekniske udvikling på marksprøjter og terminaler er heller ikke nået så langt, at plantebeskyttelsesmidler kun kan påfyldes ved at have registreret stregkoder og elektronisk måling af påfyldt mængde af plantebeskyttelsesmidlet. Status er at kemikaliepåfyldning og afmåling foregår uden registrering i terminaler. Notering af anvendt middel og dosering skal manuelt indtastes i terminal eller medfølge i en såkaldt jobfil. Det bør i den sammenhæng dog nævnes, at der er markedsført stregkodebaseret Apps, som kontrollerer om plantebeskyttelsesmidlet er lovligt at anvende og opbevare. Der er også andre smart device apps til registrering af stort set alt markarbejde som deler database med managementværktøjerne, hvorfra sprøjtejournaler og anden dokumentation for brug af plantebeskyttelsesmidler kan rapporteres.

Nogle få traktor og sprøjteterminaler kan trække planlægnings- og andet markdata indirekte fra eksterne managementværktøjer, hvor den modsatte kommunikation af f.eks. registeret total mængde plantebeskyttelsesmidler til sprøjtejournalen snart bliver muligt at udføre for et par enkelte fabrikater. Mange terminaler kan uploade og downloade job filer (planlægningsdata) i det såkaldte ISOXML, ESRI shp, eller proprietært format som typisk overføres manuelt via USB eller fra et managementværktøj til andet på PC eller smart device.

Det er vigtigt at bemærke, at nærværende notat er udarbejdet på under 24 timer, og der tages derfor forbehold for fejl og mangler, som måtte forekomme. Selvom notatet udelukkende omhandler landbrugsteknologier nævnes ikke firmarelaterede produkter af hensyn til, at notatet skal være udarbejdet uvildigt.

---

*Note vedr. estimat af overlap:*

Graden af sprøjteoverlap kan potentielt reduceres ved brug af marksprøjter med GPS-styret sektionskontrol samt brug af autostyring ved anlæggelse af plejespor (såning) og ifm. selve pesticidudbringning.

Autostyringseffekt udtrykt ved plejespor-til-plejespor overlap opgøres til 3,5 % i gns. i studier af arbejdsbredde på 15 m (sprøjte) og 16 m (harve). Der er ikke den store forskel ved reduceret arbejdsbredde, overlappet i m bliver mindre, men der er til gengæld flere gange overlap (Pedersen et al., 2006; Lipinski et al., 2016). Effekt af sektionsstyring udtrykt ved forager overlap udgjorde 6,5 % i gns af 33 marker med perimenter til areal ratio på op til 0,02 (omkreds divideret med areal, P/A) (Larsson et al., 2017). Der findes marker i Danmark med P/A over 0,02, men de er meget irregulære og vanskelige at dyrke med gængse arbejdsbredde og maskiner. Adderes effekter af autostyring og sektionsstyring, dvs. 3,5 % plus 6,5 %, stemmer totalen nogenlunde overens med et

finsk studie, hvor det blev fundet, at dyrkningsfladen arealmæssigt blev 'overbehandlet' med gns. 14,7 % for arbejdsbredde på 16 m på 17 marker (gns. størrelse 5,4 ha) (Kaivosoja & Linkolehto, 2016).

## Referencer

Kaivosoja, J., Linkolehto, R. (2016) Spatial overlapping in crop farming works. *Agronomy Research*, 14(1), 41-53.

Larson, J.A., Velandia, M.M., Buschermohle, M.J. and Westlund, S.M. (2016). Effect of field geometry on profitability of automatic section control for chemical application equipment. *Precision Agriculture* 17:18–35.

Lipinski, A.J., Lipinski, P.M.S., Pyra, P. (2016) Precision of tractor operations with soil cultivation. *Biosystems Engineering* 145, 22-28

Pedersen, H.H., Hansen, J.P., Øllgaard, T (2006) Økonomiske og miljømæssige fordele ved autostyring. Nordvest Agro. Demonstrationsprojektet gennemført 2006 af I/S Ørndrup i samarbejde med NordVest Agro I/S og Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret