

PRÆCISIONSJORDBRUG I DANMARK

Barriererapport: Identificering af udfordringer og forhold, der hæmmer udvikling, produktion og anvendelse af præcisionsjordbrugsteknikker i planteavl



PRÆCISIONSJORDBRUG I DANMARK
Barriererapport: Identificering af
udfordringer og forhold, der hæmmer
udvikling, produktion og anvendelse
af præcisionsjordbrugsteknikker i
planteavl

er udgivet af

SEGES Planter & Miljø
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
8740 5000
seges.dk

Kontakt
Anne Marie Thierry, amth@seges.dk
D +45 2974 2783

Redaktion
Anna Marie Thierry
Bodil Pedersen
Kathrine H. Madsen

Forsidefoto
Torben Worsøe

Denne publikation er finansieret af

Interreg

Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

December 2016

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE	1
1.1 OM PROJEKTET 'INNOVATIONER FÖR HÅLLBAR VÄXTODLING'	2
1.2 FORMÅL MED RAPPORTEN	2
1.3 HVAD ER PRÆCISIONSJORDBRUG?	3
<i>Hvor præcist skal det være?</i>	3
1.4 EKSEMPLER PÅ PRÆCISIONSJORDBRUG I PLANTEAVLEN	3
<i>Autostyring</i>	4
<i>Kortlægning af jordvariation</i>	4
<i>Sensorbaseret markarbejde</i>	4
<i>Mekanisk ukrudtsbekæmpelse</i>	5
<i>Udbyttemålere</i>	6
1.5 INTERVIEWUNDERSØGELSE MED UDVALGTE AKTØRER INDEN FOR PRÆCISIONSJORDBRUG I PLANTEAVL	7
<i>Metode for de gennemførte interview</i>	8
<i>Hvordan definerer de interviewede præcisionsjordbrug?</i>	8
<i>Hvilke erfaringer har de interviewede med præcisionsjordbrug?</i>	8
<i>Hvordan oplever de interviewede udviklingen inden for data?</i>	9
<i>Hvad skal være opfyldt, inden der investeres i ny teknologi?</i>	10
<i>Hvad lægger landmanden vægt på, når han investerer i ny teknologi?</i>	10
<i>Anvendelsen af software til at overvåge bedriftens resultater</i>	10
<i>Opnåede effekter ved brugen af præcisionsteknologi</i>	11
<i>Hvor udbredt er dataindsamling?</i>	12
<i>Forventninger og forhåbninger til brug af præcisionsteknologier i fremtiden</i>	12
<i>Hvilke forhindringer ser de interviewede for anvendelse af præcisionsjordbrug?</i>	13
<i>Har den uafhængige rådgivning en rolle ved investering i nye præcisionsteknologier?</i>	13
<i>Hvor stor er interessen for præcisionsjordbrug?</i>	14
<i>Hvordan oplever de interviewede betydningen af investeringstilskud til ny teknologi?</i>	15
1.6 DISKUSSION AF INTERVIEWUNDERSØGELSENS RESULTATER	15
<i>Brugervenlighed og nem udveksling af data er vigtigt</i>	15
<i>Udbytteeffekterne har været beskedne</i>	16
<i>Økonomiske barrierer</i>	16
<i>Hvilken effekt har investeringstilskud til køb af afgrødesensorer haft?</i>	17
<i>De interviewede personers bud på SEGES' rolle i udbredelse af præcisionsteknologi</i>	17
1.7 ROAD MAP FOR SEGES' VIDERE ARBEJDE I ØRESUND-KATTEGAT-SKAGERRAK PARTNERSKABET	18
1.8 LITTERATUR	19
2 BILAG 1 – SPØRGEGUIDE TIL LANDMÆND	20
3 BILAG 2 – SPØRGEGUIDE TIL KONSULENTER	22
4 BILAG 3 – SPØRGEGUIDE TIL VIRKSOMHEDER	24

1.1 Om projektet 'Innovationer för hållbar växtodling'

Denne rapport er udarbejdet som led i projektet *Innovationer för hållbar växtodling* (2016-2018). Projektet er delvist finansieret af Interreg programmet, som har til formål at stimulere samarbejde indenfor EU. Interreg Øresund-Kattegat-Skagerrak (ØKS) er et EU-program, der støtter projekter, som udgøres af danske, svenske og norske partnere, der ønsker at løse fremtidens udfordringer indenfor ØKS-regionen. Programmet er i 2014-2020 målrettet projekter indenfor fire tematiske områder. *Innovationer för hållbar växtodling* indgår under det tematiske område nr. 1: Innovationer.

ØKS-programmet dækker regionen i det sydvestlige Sverige, nordlige Danmark og sydlige Norge (fig. 1). Det er havene Kattegat, Skagerrak og Øresund, der forbinder ØKS-regionen, og regionen deler mange af de samme problemer og udfordringer. Det giver derfor god mening, at samarbejde og dele viden og erfaringer, på tværs af landegrænser med det formål, at sikre en bæredygtig fremtid for hele regionen.

Projektet er et samarbejde mellem Agroväst, JTI – institut för jordbruks- och miljöteknik, SLU -Sveriges Lantbruksuniversitet, Västra Götalandsregionen Naturbruksförvaltningen, NIBIO - Norsk institut for bioøkonomi og SEGES. Projektet har som overordnet formål, at bidrage med innovative metoder og teknikker til effektiv og bæredygtig planteavl samt kommercialisering og anvendelsen af disse metoder og teknikker i ØKS-området. Projektet kan opdeles i to dele med følgende delmål:

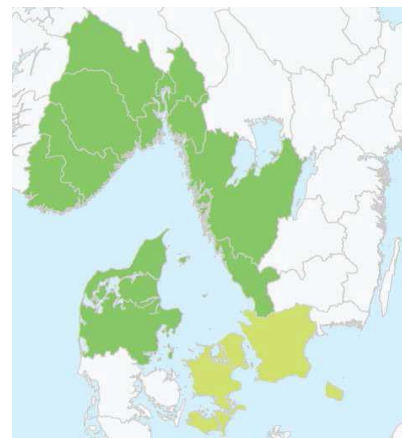
1. At opbygge et samarbejde mellem forskere, agro-virksomheder og landmænd, hvor nye teknikker og koncepter kan afprøves og udvikles.
2. At styrke infrastrukturen for spredning af disse nye teknikker og koncepter, samt at fremme både kommercialisering af teknikker og koncepter i agro-virksomheder og en øget anvendelse af disse teknikker og koncepter i planteavl.

SEGES deltager i projektet for at styrke den danske indsats på præcisionsjordbrug ved at etablere en fællesnordisk 'samarbejdsplatform', som sikrer synergi og adgang til komplementerende viden om praktisk præcisionsjordbrug fra Sverige og Norge. Platformen skal endvidere sikre, at der sker en effektiv vidensspredning til danske landmænd om muligheder, potentialer og barrierer for præcisionsjordbrug (Gustafsson et al. 2015).

1.2 Formål med rapporten

SEGES har som led i ovennævnte projekt søgt at kortlægge barrierer for implementering af præcisionsteknologier i dansk planteavl. Denne rapport belyser, hvilke udfordringer og forhold, der hæmmer udvikling, produktion og anvendelse af præcisionsjordbrugets teknologier. Rapporten er baseret på interviews med brugere og fagpersoner indenfor området samt praksisbaseret litteratur, dvs. artikler fra landmandsrettede tidsskrifter.

Afslutningsvis drøftes, hvilke aktiviteter, som kunne være hensigtsmæssige at igangsætte for at opnå projektets overordnede mål om et tværfagligt og transnationalt samarbejde mellem forskere, virksomheder og landmænd, samt at fremme en effektiv infrastruktur til spredning af nye præcisionsteknologier og koncepter.



Figur 1: Interreg ØKS yder finansiering til projekter, der søger at styrke forskning og innovation i ØKS-regionen. Figuren viser ØKS regionen.

1.3 Hvad er præcisionsjordbrug?

Præcisionsjordbrug handler om, at tilpasse input og dyrkningsprocesser mere præcist til forholdene på den enkelte plet i marken. Den hollandske landmand Jacob van den Borne, som er kendt for sin indsats inden for præcisionsdyrkning i kartoffelproduktionen, udtrykker det således *"Do the right thing, at the right place, at the right time"*. Et fællestræk for præcisionsteknologier er indsamling af data, som danner grundlag for forskellige typer beslutningsstøtteværktøjer (DSS), som kan bruges i planlægning eller til at styre tildelingen af input. Det er klart, at jo højere variation man finder inden for marken, jo større gevinst vil landmanden kunne opnå ved at anvende præcisionsjordbrug. I runde tal anslås det, at ca. halvdelen af danske marker varierer inden for markfladen og der bør således være et betydeligt potentiale for optimeret ressourceforbrug og øgede udbytter uden at øge miljøpåvirkningen fra planteavl ved at anvende præcisionsjordbrugsteknologier.

Begrebet præcisionsjordbrug bruges bredt, både om tekniske værktøjer, f.eks. sensorer til styring af input, samt "blødere" værktøjer, såsom planlægning, kortlægning, beregninger etc. Præcisionsjordbrug defineres af en kilde, som følgende *"at der aktivt indsættes foranstaltninger til at tilpasse indsatsen til de stedsspecifikke variationer i tid og rum inden for samme område med henblik på at øge udbytter og reducere miljøpåvirkningen"* (Herring, 2001). Jo større arealet er, jo større forskelle vil der alt andet lige kunne forekomme i forhold til jordtype, næringsstoftilgængelighed og andre betingelser.

Blandt områder, hvor indsatsen kan tilpasses stedsspecifikke variationer, er dræning, kalkning, intensiteten af jordbearbejdning, gødskning med forskellige næringsstoffer, udsædsmængde, sådybde, ukrudtsbekæmpelse, vanding, bekæmpelse af svampe og insekter, vækstregulering og sortering ved høst. Der udvikles løbende nye præcisionsteknologier indenfor landbruget. GPS, udbyttmålere, autostyring og sensorteknologi er allerede i anvendelse på mange bedrifter i ØKS-området omend der, mellem disse teknologier, er store forskelle i udbredelsen.

Der findes to forskellige tilgange til præcisionsjordbrug (Gustafsson et al. 2015).

- Ved den kortbaserede tilgang til præcisionsbestemt markdrift træffes beslutningerne baseret på forhåndsindsamlede kortdata. Kortlægningen sker først med sensor, kamera, drone eller satellitkort og efterfølges af en planlægningsindsats enten baseret på en manuel vurdering af det genererede kortdata eller vha. softwarebaserede beslutningsstøttesystemer (DSS), som f.eks. CropSAT, eller en kombination.
- Alternativet er en reeltids præcisionspraksis, hvor data indsamles/indhentes, analyseres og en behandling udføres baseret på en given algoritme – alt sammen mens man kører i marken, som f.eks. med en Yara-N-sensor.

Hvor præcist skal det være?

Et solidt datagrundlag gør det i teorien muligt at tilpasse markarbejdet ned til det størrelsesforhold, som data findes i. For satellitter er dette 10x10 meter celler, og de bedste GNSS (Global Navigation Satellite Systems) systemer kan arbejde med 2-3 cm nøjagtighed. Med de rette data og det rette udstyr er visionen, at markarbejdet kan tilpasses meget lokale variationer indenfor og mellem marker. Om det er faste kørespor (CTF), gradueret tilførsel af gødning og plantebeskyttelsesmidler, varieret udsædsmængde eller tilførsel af mikronæringsstoffer, er mængden og kvaliteten af data, der ligger til grund for beslutningen om dosering, central for resultatet.

1.4 Eksempler på præcisionsjordbrug i planteavl

Begrebet præcisionsjordbrug kan, som det ses ovenfor, rumme mange teknologiske løsninger indenfor planteavl. I for-projektet *'Hållbart jordbruk genom precisionsodling – Förstudie Öresund-Kattegat-Skagerrak-området'* blev gennemgået udvalgte eksempler, som kort gennemgås nedenfor.

Autostyring

Autostyring anvendes til faste kørespor, sektionskontrol samt til at undgå unødvendigt overlap i markarbejdet. De potentielle besparelser, som følge af reduceret overlap ved brug af autostyring, afhænger af, hvor meget overlap der køres med som udgangspunkt, samt hvilket autostyringssystem og redskaber, der anvendes.

Den præcision hvormed teknologien angiver placeringer i marken, afhænger af hvilket GNSS-system, der er anvendt. De meget præcise og avancerede autostyringssystemer er koblet direkte på traktorens hydrauliske styresystem og følger de faste kørespor med varierende præcision afhængig af korrektionssignalet. RTK (Real Time Kinematic) sikrer den største præcision med en maksimal afvigelse på +/- 3 cm.

De fleste maskiner, der sælges i dag er enten udstyret med GNSS teknologi eller klargjort til at få det monteret. En undersøgelse fra 2013 anslø, at 18 % af danske landmænd anvendte en eller anden form for GNSS teknologi på deres bedrift. Dette tal kan forventes at være betydeligt højere i dag (Jørgensen, 2016). De potentielle besparelser, som følge af reduceret overlap ved brug af autostyring, afhænger bl.a. af, hvor lidt overlap der køres med uden autostyring, markernes størrelse og form, samt typen autostyringssystem og redskaber, der anvendes. Brændstofbesparelsen vurderes til ca. 2-4 %, og den samlede besparelse i form af diesel, arbejdstid, udsæd, gødning, og kemikalier vurderes til 4-9 % (Højholdt og Lyngvig, 2013).

Kortlægning af jordvariation

I præcisionsjordbrug er det afgørende, at have viden om variationen indenfor og mellem markerne for at målrette markarbejdet til de stedsspecifikke forhold. En grundig kortlægning består af indsamling af viden om forhold, som kan forventes at have indflydelse på dyrkningspotentialer og tabsrisikoen, og her er viden om variation i dyrkningsjorden et vigtigt element.

Traditionel jordprøvetagning, hvor to jordprøver udtages pr. ha efter grundig visuel vurdering af variationer i tekstur, topografi og områder med dårlig vækst, bidrager med viden om næringsstofindhold og jordsammensætning.

Luftfotos fra droner eller satellitter bidrager med information om markvariationen, såsom områder med høj forekomst af ukrudt, pletter med dårlig vækst, eller lejesæd. Luftfotos kan sammenlignes mellem år og muliggøre udpegning af delområder med vedvarende problemer med ukrudt, dårlig afgrødeetablering eller andet.

Jordtypevariationen kan bl.a. bestemmes med ledningsevne målinger (f.eks. Dualem eller EM-38). Jordens ledningsevne afhænger af, ler-, humus-, vand- og saltindholdet, temperaturen, samt pakningsgraden. Det er samtidig et godt værktøj til at udpege, hvor evt. jordprøver skal udtages inden for marken.

Sensorbaseret markarbejde

Sensorer kan bruges til stedsspecifik dosering af planteværn, gødning og såsæd. Jordbearbejdning og vanding kan tilmed tilpasses aktuelle forhold baseret på sensormålinger af jordforhold.

Gradueret tilførsel med sensorstyret dosering af hjælpepestoffer, som gødning og planteværn, baseres normalt på vegetationsindeks, f.eks. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI beskriver biomassetætheden ud fra målinger af det røde lys (R) som absorberes af klorofyl i bladene sammenlignet med det nærinfrarøde lys (NIR), som reflekteres. Der er fundet stærk sammenhæng mellem klorofylindholdet i planter og N-optaget, og derfor kan NDVI bruges som mål for biomassetæthed og N-optag (Pettorelli, 2013). I et dansk markforsøg blev gradueret tildeling af mineralsk gødning afprøvet på 300 ha vinterhvede. Udbyttestigningen som effekt af gradueret tildeling med Yara N-sensor var 0,5-1 hkg/ha (Elbæk, 2011, Knudsen og Hörfarer 2009, Andersen, 2003, Pedersen (red.) 2002, Pedersen (red.) 2001). Forsøget blev udført

under de sub-optimale kvælstofforhold, som på daværende tidspunkt var gældende i Danmark, og udbytteeffekten af graderet tildeling kan forventes at stige som følge af øgede danske N-normer¹.

Potentialet for besparelse inden for brug af plantebeskyttelsesmidler varierer mellem 5 og 30 % afhængig af, hvilken opgave, der skal udføres. Besparelsen opstår som følge af reduktion i forbrug af plantebeskyttelsesmidler (tabel 1) (Petersen, 2013).

Tabel 1: Anslået besparelse af kemi og/eller merudbytte for graderet tildeling af plantebeskyttelsesmidler (Petersen, 2013).

Opgave	Kemibesparelse	Merudbytte
Glyphosat før høst	10-20 %	0
Svampebekæmpelse	0 %	0,5-1 %
Vækstregulering	5-10 %	0,5-1 %
Ukrudtssprøjtning vintersæd forår	5-10 %	0-?
Nedvisning kartofler	20-30 %	0

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse

Kamerastyrede radrensere vinder frem som led i strategien for kontrol med ukrudtet både hos økologiske og konventionelle landmænd. En del af forklaringen er radrensernes øgede præcision og kapacitet, der blandt andet er blevet mulig ved kamerastyring og anvendelse af GPS. Det er dog stadig, med de nuværende typer af radrensere og teknologier, ikke muligt at bekæmpe ukrudtet i rækken, og samtidig kan rodukudt ikke bekæmpes tilstrækkeligt effektivt med den nuværende radrenserteknologi. Ændrede priser på ukrudtsmidler og en reduktion i antallet af godkendte midler kombineret med herbicidresistent ukrudt, er med til at øge interessen for mekanisk ukrudtsbekæmpelse.



Figur 2: Steketee lugerobot, som renser ukrudt i roerækken. Foto af Kathrine Hauge Madsen

¹ Den danske regering indgik, i 2015, en aftale med navnet fødevare- og landbrugspakken der giver danske landmænd mulighed for at gøde mere (mfvm, 2015).

En præcis mekanisk ukrudtsbekæmpelse forudsætter, at afgrøden enten er præcist placeret eller kan genkendes af den mekaniske radrenser. Der er udviklet en såmaskine, Kverneland GEOseed, som kan så afgrøder i mønstre baseret på højpræcisions GPS-positionering. Dette koncept har dog været forbundet med en række vanskeligheder i praksis, og der er fortsat behov for udvikling på området.

Endelig, er der inden for de senere år sket en udvikling inden for ukrudtsrobotter, som selektivt i rækken kan bekæmpe ukrudt i udplantede afgrøder, f.eks. salat, men der endnu mangler endnu en indsats, før teknologien kan bruges i såede afgrøder.

Udbyttmålere

Udbyttmålere til mejetærskere har været til rådighed siden starten af 90'erne (Lemming, 2013). Disse kan typisk bruges til at generere udbyttekort, baseret på løbende georefererede målinger af høstudbytte. Udbyttmålerne måler udbytter med en usikkerhed på +/- 4 %, afhængig af, hvilken teknologi der anvendes. Udbytte kan evt. suppleres med informationer om protein- og vandindhold i f.eks. korn.

En udbyttmåler kan bidrage til et øget kendskab til det stedsspecifikke dyrkningspotentiale og giver landmanden mulighed for at vurdere effekten af evt. dyrkningstiltag, ligesom udbyttekort kan bruges i sædskifte- og markplanlægningen. Variationer mellem år, bl.a. temperatur og nedbør er dog vanskelige at korrigere for ved at kigge på udbyttekort, ligesom det indtil nu har ikke været nemt at anvende udbyttekortets data til at optimere andre markoperationer. Af samme grund har det været vanskeligt at opnå tilstrækkelig værdi af udbyttmålingerne, og nogle landmænd bruger primært udbyttmåleren til at vurdere markens samlede udbytte (Olsen, F. 2016).

1.5 Interviewundersøgelse med udvalgte aktører inden for præcisionsjordbrug i planteavl

I efteråret 2016 har SEGES, gennemført i en mindre interviewundersøgelse med i alt 11 personer, som var udvalgt indenfor grupperne: landmænd, konsulenter og virksomhedsrepræsentanter (se tabel 2). De interviewede blev bedt om at komme med deres personlige vurdering af en række forhold i forbindelse med præcisionsjordbrug.

Formålet med undersøgelsen er at forstå, hvilke forhold, der hhv. har hæmmet eller fremmet udvikling, produktion og anvendelse af teknologier indenfor præcisionsjordbruget.

Tabel 2: Deltagere i interviewundersøgelsen om udbredelsen af præcisionsjordbrug i Danmark.

Navn	Titel	Virksomhed/bedrift	Beskrivelse
Lars Erik Nielsen	Driftsleder for markbrug	Bregentved	I Danmark driver Bregentved 4.050 ha jord. Derudover drives jord i Polen.
Christian Rosenkjær Sørensen	Driftsleder	Gunderslevholm	Planteavlsbedrift med 850 ha i omdrift.
Henrik Kreutzfeldt	Gårdejer	Dybvad	Planteavlsbedrift med 520 ha jord.
Christian Rabølle	Maskinkonsulent	Gefion	Rådgiver landmænd indenfor teknik.
Flemming Hedegaard	Chefrådgiver	Byggeri og Teknik I/S	Rådgiver landmænd om maskinstrategi og – økonomi samt tilskudsordninger.
Hans Thstrup	Teknikrådgiver	LMO	Rådgiver landmænd om teknik. Speciale i udnyttelsen af pesticid.
Finn Olsen	Teamchef for planteavl	Sønderjysk Landboforening	Ledelsesansvar for planteavlsområdet samt rådgivning til landmænd.
Anders Christiansen	Salgskonsulent	Yara Danmark Gødning A/S	Repræsenterer Yara ved salgsfremmende aktiviteter og deltager i forsøgsarbejdet vedr. udvikling af præcisionsjordbrug.
John Smedegaard	Direktør	FieldSense	Virksomheden arbejder med en applikation til landmænd, som er baseret på satellitbilleder.
Ole Green	Adm. direktør	Agro Intelligence	Virksomheden udvikler intelligente løsninger til landbruget, primært til andre udviklingsvirksomheder.
Jens K. Nielsen	Territory Customer Support Manager	John Deere	Udover at levere maskiner til landbruget er John Deere aktive i udviklingen af løsninger til præcisionsjordbruget.

Metode for de gennemførte interview

Ni af aktørerne blev interviewet via telefonen og to blev interviewet i forbindelse med besøg på bedriften. Interviewene blev gennemført vha. en spørgeguide, som var udgangspunkt for samtalen. Spørgeguiden var tilpasset målgruppen således at landmænd, konsulenter og virksomheder, ikke blev præsenteret for præcis de samme spørgsmål (se bilag 1-3). Under interviewet blev der taget notater af interviewer (Anna Marie Thierry eller Kathrine Hauge Madsen), som efterfølgende blev sendt til godkendelse/tilretning hos de interviewede.

Interviewpersonerne blev udvalgt på baggrund af deres erfaringer indenfor anvendelsen af præcisionsteknologier, i kraft af deres erhverv som landmænd, driftsledere, teknik- eller maskinkonsulenter eller som udviklingsvirksomheder, og der er således ikke tale om en randomiseret udvælgelsesmetode. Blandt landmændene blev der udvalgt tre store bedrifter (fra 500- 4000 ha), som har vist interesse for området. Teknik- og maskinkonsulenter blev udvalgt på baggrund af deres store og mangeårige praksis- såvel som teoribaserede erfaringer i arbejdet med teknologi i landbruget. Virksomhederne blev udvalgt efter kriteriet, at både store og små virksomheder skulle repræsenteres i undersøgelsen.

Hvordan definerer de interviewede præcisionsjordbrug?

Alle 11 interviewpersoner blev indledningsvist spurgt om, hvad de forbinder med begrebet præcisionsjordbrug.

Der er stor enighed om, at præcisionsjordbruget handler om en præcis geografisk placering af en præcis dosis hjælpestof. En virksomhed definerer det som:

"Den rette mængde på det rette sted." Anders Christiansen, salgskonsulent hos Yara Danmark Gødning A/S.

En anden virksomhed lægger vægt på vigtigheden af mængden af data, der ligger til grund for beslutningsstøtten og tilstedeværelsen af systemer, der kan behandle tilpas store mængder data.

"Præcisionsjordbrug er håndtering af store data mængder. Præcisionsjordbruget tager udgangspunkt i at neddele arealerne til vi arbejder på et homogent område. I dag har vi systemer, der kan håndtere de store datamængder, som er nødvendige for, at vi kan snakke om præcisionsjordbrug." Ole Green, adm. direktør i Agro Intelligence.

Alle er de enige om at præcisionsjordbrug handler om den geografisk korrekte tildeling baseret på data samt den rette dosering. Ingen af de 11 interviewpersoner nævner dog det tidslige aspekt som et centralt element i præcisionsjordbruget.

Hvilke erfaringer har de interviewede med præcisionsjordbrug?

Landmænd og driftsledere blev dernæst bedt om at fortælle om bedriften, deres faglige interesseområde og erfaringer med præcisionsjordbruget.

En af landmændene fortæller, at de på bedriften har arbejdet med CTF i fem år, og at de har udstyret til graderet tildeling. Han efterspørger værktøjer til at behandle de data, som indsamles.

En anden af de interviewede landmænd har været med siden udbyttmålinger blev tilgængelige og har interesseret sig for området siden. Han får lavet kalktildelingskort, bruger N-sensor, Mark Online, CTF og indsamler udbyttekort og fortæller, at præcisionsjordbrug for ham er et godt værktøj til at få underbygget sine praktiske erfaringer.

Alle udtrykker de interesse for teknologi.

Landmænd, driftsledere og konsulenter blev spurgt, hvilke af følgende værktøjer de anvender eller vurderer som mest anvendt.

Tabel 3: Rangering af værktøjer efter udbredelse.

Værktøj	Landmænd og driftsledere*	Konsulent 1**	Konsulent 2	Konsulent 3	Konsulent 4**
Autostyring	3 af 3	1	-	>50 % (RKT ca. 20 %)	1
Sensorer	3 af 3	4	-	10 – 20 personer	3
Udbyttmålere	3 af 3	2	-	De fleste mejetærskere og finsnittere har det.	2
CropSAT	1 af 3 (en landmand følger med)	5	-	5-10 personer	5
CTF	2 af 3	3	-	<10 %	4 – tilbydes primært af maskinstationer
Andre	Drænkortlægning med GPS, sektionsafblænding på sprøjte og såmaskine og jordprøvetagning.		ISOBUS-redskaber	Droner	Ca. 20 % af vores kunder har gennem årene fået udarbejdet kort til positionsbestemt kalkning.

*Bruger du følgende værktøj? **Rangering efter den vurderede udbredelse blandt konsulenternes kunder.

Hvordan oplever de interviewede udviklingen inden for data?

Virksomheder og konsulenter blev bedt om at beskrive deres oplevelse af udviklingen, hvor data indsamles, registreres og bruges i den daglige praksis.

Alle er de enige om, at der indsamles og anvendes relativt lidt data. En konsulent uddyber:

"Det er meget lidt udbredt – konsulenter taler noget mere om det end landmænd. Det er nok 2-5 %, der arbejder aktivt med det her. I 1998 var jeg med til at lave udbyttekort, men vi ved stadig ikke, om vi skal tildele mere eller mindre kvælstof eller udsæd til de dårligste områder i marken. Når man spørger planteavlskonsulenterne bliver de blege. Vi mangler flere forsøg, mere forskning og beviser for, hvad der virker."

Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S.

En virksomhed beskriver samme tendens til, at det er en lille gruppe, der aktivt arbejder med præcisionsjordbrug.

"I dag er det en topgruppe af meget store landbrug, der gerne vil det, og gør det. De ved, det er nødvendigt. Den store gruppe af landmænd har ikke organisationen, og det koster penge, men de vil det gerne – det kommer." Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere.

Hos virksomhederne er der enighed om, at interessen er stor, og at præcisionsteknologier er en uundgåelig del af fremtiden for dansk landbrug. Konsulenter og virksomheder fremfører flere forskellige betragtninger i forhold til udviklingen. Følgende overvejelser var repræsenteret i undersøgelsen:

- Der efterspørges programmer, som kan skabe værdi af dataene, altså beslutningsstøtte
- Der er en manglende tillid til teknologierne og manglende viden og mulighederne for at anvende den indsamlede data.
- Store og stigende krav fra myndighederne om dokumentation kan være en vigtig driver i anvendelsen af præcisionsteknologier.

- Teknologiuudviklingen sker i alle dele af samfundet, og landbruget må, som alle andre erhverv, følge med en naturlig og løbende udvikling. Det kræver en indsats at nå dertil.

Hvad skal være opfyldt, inden der investeres i ny teknologi?

Interviewpersonerne blev spurgt, hvilke betingelser de oplever, skal være opfyldt før der investeres i ny teknologi.

Landmænd og driftsledere er enige om vigtigheden af et økonomisk udbytte som følge af investeringen.

"Der skal være et 'return on investment'. Tilskud er fint, men hvis ideen er god nok, så investeres der alligevel." Lars Erik Nielsen, driftsleder på Bregentved.

"Investering i ny teknologi skal være økonomisk velbegrundet, og man skal have tillid til, at det virker. Man får ikke noget ud af at købe en computer, som man ikke har lyst til at bruge. Det giver en sjovere arbejdsplads med teknologi." Gårdejer Henrik Kreutzfeldt, Dybvad.

Denne pointe fremhæves ligeledes af konsulenter og virksomheder. Alle konsulenterne er enige om, at det for landmanden, skal være en god forretning. Både for at landmanden ønsker at investere, men også for at få banken med. En konsulent fortæller, at han oplever landmændene som meget investeringslystne. En anden fremhæver at også andre forhold end de økonomisk rationelle, kan være vigtige i beslutningen om at investere.

"Brugervenlighed og funktionalitet, men det er også vigtigt om naboen har det." Hans Thostrup, teknikrådgiver hos LMO.

Hvad lægger landmanden vægt på, når han investerer i ny teknologi?

Alle tre grupper blev dernæst bedt om at identificere, hvad der bliver lagt vægt på, når landmænd investerer i ny teknologi.

Hos landmænd og driftsledere er der i interviewene fokus på kompatibilitet. Ved investering i nye redskaber eller programmer skal disse kunne tale sammen med det system, bedriften arbejder i allerede. Den manglende kompatibilitet skaber problemer nogle steder. Der nævnes konkrete problemer med at overføre data mellem programmer.

Konsulenter og en driftsleder fremhæver især brugervenlighed som en central parameter.

"Det skal være enkelt og brugervenligt. Det er korte sæsoner og ekstrem travlhed, så der er ikke luft til ekstra tidsforbrug." Christian Rabølle, maskinkonsulent hos Gefion.

Virksomhederne oplever, at der primært er stor efterspørgsel på velafprøvede teknologier, som er udbredte og hvor effekterne er veldokumenterede. Et par af virksomhederne efterspørger 'first-movers' altså landmænd, der tør prøve nye teknologier. Igen deles målgruppen op i en lille topgruppe, der efterspørger mere avanceret teknologi og en større gruppe, der er mere tøvende.

"Den store gruppe af landmænd efterspørger AutoTrac, sektionsskontrol, udbyttemålere til mejetærsker osv. De 10-20 % af vores kunder, der tilhører topgruppen inden for præcisionsjordbrug efterspørger også systemer til udtræk af data til f.eks. tidsregistrering." Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere.

Anvendelsen af software til at overvåge bedriftens resultater

Alle tre grupper blev bedt om at vurdere, hvor udbredt det er, at bruge software til at overvåge og registrere produktivitet og ressourceforbrug på bedrifterne.

Hos landmænd og driftsledere nævnes en række programmer til styring og overvågning af ressourceforbruget: My John Deere, som bruges til at lave tildelingskort, CropSAT.dk til tildelingskort, Næsgaard Mark, PlanKat og Mark Online. Samt sensorovervågning af temperaturen i kornsiloen.

En konsulent vurderer, at ca. 10 ud af hans 200 kunder aktivt arbejder med at anvende systemer til at overvåge ressourceforbruget på deres bedrifter. En anden konsulent vurderer, at planteavlere med specialaf-

grøder i høj grad anvender ovenfor nævnte systemer, men at det for bedrifter med korn, svin og kvæg ser anderledes ud. En tredje konsulent efterlyser information, således at programmer som 'Farm Tracking' og 'LetFarm' kan anvendes fuldt ud.

Virksomhederne er generelt enige om, at der er stor interesse for at bruge systemer til overvågning og effektivisering. Flere nævner, at de forventer, at udviklingen vil tage fart med de yngre landmænd. Andre peger på at udstyret ligger derude i maskinhusene, men at det ikke bruges.

"Rigtig mange køber en masse udstyr, når de køber nye maskiner, men det bruges sjældent. Interessen er der dog. Hurdlen opstår, når det skal anvendes, og hvis der skal betales månedlige abonnementer el. lign."
Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere.

Opnåede effekter ved brugen af præcisionsteknologi

De tre grupper blev bedt om at vurdere, hvilke positive effekter de har opnået med brugen af nogle af ovenfor nævnte præcisionsjordbrugsteknologier.

En af driftslederen forventer, at de store landbrug i fremtiden bliver mindre management tunge, så snart systemerne er sat op. En anden fremhævede en konkret positiv erfaring med brugen af sektionsskontrol og kemibesparelser. Lars Erik Nielsen, driftsleder på Bregentved fremhæver potentialet i teknologer, der kan være ressourcebesparende:

"(...)Dertil kommer, at på en stor ejendom som Bregentved vil besparelser give store gevinster. F.eks. bruges der ca. 6 mio. DKK årligt alene til indkøb af gødning."

Fra konsulenter og virksomheder varierer vurderingerne af, hvilke effekter der kan forventes. En konsulent peger direkte på udbyttetigninger som følge af brugen af CTF, og en peger på potentielt reducerede problemer med lejesæd, hvis gyllen fordeles mere jævnt. En konsulent nævner også større faglig tilfredsstillelse som en positiv effekt af ovenfor nævnte teknologier.

Blandt virksomhederne fremhæver en, at det ikke er udbyttetigninger, der er det største potentiale ved præcisionsjordbruget.

"Ingen udbyttetigninger på kort sigt. Det er primært ressourceoptimering, der er det centrale lige nu. (...)der kan opnås 10-30 % ressourcebesparelser." Ole Green, adm. direktør i Agro Intelligence.

Og Jens K. Nielsen lægger ligeledes vægt på potentialet for optimering af ressourceforbrug:

"Vi vil gerne i fremtiden kunne tilbyde systemer, der gør det muligt for maskinen ved hjælp af de data, der indsamles, at indstille sig selv til den mest optimale kørsel. Eller at driftslederen kan sidde på sit kontor og sammenligne maskiner, der kører i marken og ændre indstillinger under markarbejdet for dermed at kunne optimere kørslen. F.eks. hvis han kan sammenligne to maskiner, der pløjer, den ene bruger mere brændstof end den anden, så kan han ændre indstillingerne på den, der bruger mest og dermed optimere operationen." Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere.

Landmænd, driftsledere og konsulenter blev spurgt, hvorvidt de eller deres kunder gemmer følgende data og hvordan de anvender det.

Udbyttekort

"Ja, men uden en egentlig anvendelse" Christian Rabølle, maskinkonsulent hos Gefion.

"Både og, pga. tekniske udfordringer med at gemme" Lars Erik Nielsen driftsleder på Bregentved.

Biomassekort og tildelingskort

En landmand fortæller, at kort fra CropSAT gemmes.

"Udarbejder kalktildelingskort – har endnu ikke oplevet efterspørgsel på tildelingskort til kvælstof." Finn Olsen, teamchef hos Sønderjysk Landboforening.

Hvor udbredt er dataindsamling?

Da der blev spurgt til indsamling af data, blev der svaret følgende:

"2-5 % arbejder aktivt med det her. Men der mangler nogle links mellem tingene til at få det rigtigt i brug.

(...)De ved ikke altid, hvordan de skal bruge data, og det gør vi heller ikke. Der mangler viden om, hvad der er det rigtige at gøre." Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S.

"Meget lidt, evt. til evaluering af, om der har været en effekt af behandling ved at se på udbyttekortet."

Christian Rabølle, maskinkonsulent hos Gefion.

"Vi ser stort set aldrig landmænd tage kort eller filer med herind. Jeg tror godt CropSAT kunne få udbredelse, fordi det er så let tilgængeligt. Vi har ikke meget erfaring med det. Der var ingen billeder på det relevante tidspunkt for vores område i år. Jeg tror, vi kommer til at bruge det f.eks. til at forberede vores besøg hos landmanden. Hvis vi kan se et område med problemer, kunne vi køre derud med det samme." Finn Olsen, teamchef hos Sønderjysk Landboforening.

"Vi anvender sidste års kort og jordbundskort, når vi planlægger næste års dyrkning." Lars Erik Nielsen.

En konsulent synes, det er vanskeligt at bruge udbyttekortene, da det er svært at analysere på variationerne fra år til år pga. klima og andre eksterne påvirkninger. Han har svært ved at se potentialet i at bruge udbyttekort, som et planlægningsværktøj.

Forventninger og forhåbninger til brug af præcisionsteknologier i fremtiden

Alle interviewpersonerne blev spurgt, hvilke præcisionsteknologier de gerne så implementeret indenfor de næste hhv. 4 og 10 år:

... 4 år

Teknologi	Landmænd	Konsulenter	Virksomheder	Sum
Større maskinrækkevidde	1			1
Bedre kompatibilitet	1			1
Graduere tildelingen af hjælpestoffer (f.eks. med CropSAT)	1	3	1	5
Øget fokus på behovstilpasset jordbearbejdning		1		1
Mere systematisk opsamling og anvendelse af udbyttekort		1		1
Større udbredelse af sensorteknologi generelt			1	1
Wireless dataoverførsel			1	1

... 10 år

Teknologi	Landmænd	Konsulenter	Virksomheder	Sum
Førerløse maskiner	1	2	2	5
Robotter og lette køretøjer	1	2		3
Realtidsbeslutningsstøtte	1	1	1	3
Større udbredelse af mekanisk ukrudtsbekæmpelse	1	1		2
Generelt øget fokus på indsamling og anvendelse af data	1	1		2
Bedre kompatibilitet		1		1
Bedre systemer til databehandling		1		1

Christian Rosenkjær Sørensen, driftsleder på Gunderslevholm, ser ikke nødvendigvis en fremtid med selv-kørende landbrugsmaskiner og driftslederen, som sidder på kontoret og overvåger disse: *"det vil fratage noget af charmen ved markbruget"*, men chaufføren vil i højere grad skulle samle data under kørslen, og der vil være fokus på optimal behandling af hver plet i marken.

Flere er enige om, at robotter samt selv-kørende- og semi-selv-kørende maskiner er noget, der vil blive en del af dansk landbrug på længere sigt. De ser specielt potentialet hos robotter pga. den lave vægt.

Lars Erik Nielsen, driftsleder på Bregentved peger på variable tildeling af NPK, tildeling af vækst regulering efter CropSAT, graderet såsæd samt et holistisk værktøj, der inkluderer klima- og arealdata som værktøjer, han gerne så implementeret på bedriften inden for de kommende 4 – 10 år.

Hvilke forhindringer ser de interviewede for anvendelse af præcisionsjordbrug?

Interviewpersonerne blev spurgt, hvilke forhindringer de ser i forbindelse med at anvende endnu mere præcisionsteknologi fremover.

Seks ud af elleve interviewpersoner nævner økonomien i landbruget som en forhindring for investering i ny teknologi.

"Økonomien i landbruget – vi skal have noget for vores afgrøder, før vi kan investere. Det er den allerstørste forhindring." Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S.

Andre ser ikke økonomi som den største udfordring, men mener, at det er relativt få, der er ambitiøse nok med efteruddannelse og dygtiggørelse til at holde trit med udviklingen og dermed tjene penge nok til at investere i det udstyr, som skal være med til at placere dem blandt de bedste i verden.

Brugervenlighed og kompatibilitet nævnes især blandt konsulenter som en barriere for anvendelse af præcisionsteknologier.

Virksomhederne derimod efterlyser mere interesse hos landmænd, chauffører og konsulenter for at uddanne sig inden for brug af præcisionsteknologi.

"Der mangler basiskundskaber. Jeg plejer at kalde det datadisciplin. F.eks. at man husker at give systemet besked, når man slutter arbejdet på en mark og igen, når man starter på en ny. At man får hentet data fra traktor til computer og fra computer til traktor på de rigtige tidspunkter. Der er lang vej, og det stiller krav til brugervenligheden, men det stiller også krav til brugeren - der går alligevel nok lidt tid, før føreren helt står af traktoren." Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere.

"Uddannelsesniveaue er ikke højt nok, og den løbende vidensopsamling er ikke god nok. Hvis man laver gødningsregnskaber i 80 % af sin tid, kan man ikke være specialist i de resterende 20 %. Landmænd og landbrugsskoleelever mangler uvildig undervisning af høj kvalitet. Hvis man bliver landmand, fordi man gerne vil køre traktor, så får man det svært." Ole Green adm. direktør i Agro Intelligence.

Andre forhindringer, som fremhæves, er gennemsnitsalderen i landbruget og tiltro til teknologien. Deri ligger for flere også en forventning om, at de yngre landmænd, der kommer ind i erhvervet de kommende år, er mere teknologiparate.

"Interessen for teknologien mangler - og det er en forhindring – gennemsnitsalderen i landbruget påvirker interessen for teknologi." Anders Christiansen, salgskonsulent hos Yara Danmark Gødning A/S.

"Det er også en udfordring, at det er så svært for yngre landmænd at komme ind i erhvervet. For der er mange dygtige unge landmænd." Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S.

Har den uafhængige rådgivning en rolle ved investering i nye præcisionsteknologier?

Landmænd, driftsledere, konsulenter og virksomheder blev spurgt, hvem de eller deres kunder har tillid til varetager deres interesse bedst i anbefalingen af nye teknologier.

Alle landmænd og driftsledere peger på forhandleren, som den de kontakter. En peger også på kolleger som en vigtig part i beslutningen om at investere.

"Jeg har tillid til mine kolleger. Og efter jeg har købt produktet, har jeg også tillid til forhandleren. Når de ikke har salgsbrillerne på, er de lidt mere realistiske i deres rådgivning. Jeg bruger egentlig ikke rigtig konsulent til det her, men det er, fordi min traktorfører er så dygtig. Det er nærmest dem, der ringer til ham."
Henrik Kreutzfeldt, Dybvad.

Blandt konsulenterne er der enighed om, at landmændene primært bruger forhandleren og hinanden. Det er forskelligt hvorvidt det fremhæves som noget, der kan være et problem. Hans Thstrup, teknikrådgiver hos LMO har tillid til specialister, også selvom det er fabrikantens egne. Han oplever det i høj grad som en tillidssag, hvem man spørger til råds. Det er ikke nødvendigvis vigtigt, om det er en uafhængig rådgiver eller ej.

Christian Rabølle, påpeger at: *"Landmænd er selv opmærksomme på, at det koster at kontakte konsulenter. Dette betyder, at nogle firmaer i nogen grad får oversolgt grej, og meget udstyr bruges for lidt."*

Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S, svarer: *"Landmændene har stor tillid til sig selv – mange vælger med hjertet og netværket (...), og så er de meget loyale overfor den forhandler, de plejer at bruge. Sælgere får en større rolle fremover, fordi de skal hjælpe med at implementere."*

Finn Olsen, teamchef hos Sønderjysk Landboforening, ser det som naturligt, at det er forhandlerne, der rådgiver på dette område: *"På rådgiversiden er vi jo tit lidt efter forhandleren eller producenten. Vi vil gerne se nogle resultater og validering, før vi rådgiver om teknologier. (...) Vi er tro mod vores fælles Landsforsøg og f.eks. også FarmTest."*

Blandt virksomhederne er der stor enighed om, at landmændene i høj grad bruger hinanden. Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere fortæller derudover at: *"De fleste har tillid til forhandlerne og bestemte mærker. Et fåtal gør ikke noget uden først at tale med deres konsulent – det er nogle af de helt store."*

Hvor stor er interessen for præcisionsjordbrug?

Konsulenterne blev bedt om deres vurdering af interessen for præcisionsjordbrug blandt landmænd.

Konsulent	Skøn	Kommentar
Konsulent 1	2 -5 % måske op til 10 %	Op til 25 % flirter med det, men udnytter måske ikke det de allerede har.
Konsulent 2	-	Oplever nysgerrighed, men skepsis.
Konsulent 3	10 %	Vurderer interessen som værende lav.
Konsulent 4	5-10 %	Primært de yngre.

Virksomhederne blev bedt om at vurdere, hvor de ser yderligere potentialer for, at mere teknologi kan forbedre økonomi og dyrkningspraksis. Her nævnes ressourceoptimering som et område, hvor teknologi vil kunne bidrage med betydelige besparelser. Ole Green, adm. direktør i Agro Intelligence, fremhæver også ressourceoptimering på den korte bane, men han ser en anden vigtig opgave med præcisionsjordbruget: *"Man snakkede en gang om de her 10 tons hvedemarker. Men det skræmmende er, at de jorder, der stabilt giver over 10 ton/ha, er faldende. Jordpakning og strukturskader har kostet os udbytter, måske er vi gået glip af 10 – 20 % udbyttefremgang, fordi man tror, man kan redde økonomien i landbruget med større kapacitet på maskinerne og mere kvælstof. De landmænd, der siger "jeg har mere travlt med at overleve i dag end om ti år" de er her ikke om ti år. Så har der været en politisk dagsorden fra L&F og SEGES, der gik ud på at sige, at landbruget bare skulle have mere kvælstof. Det er ikke kvælstofmangel, der er landbrugets vigtigste problem. Maskinproducenterne ved også godt, at løsningen ikke er større maskiner. Men når det er det, der er efterspørgsel efter, så er det det, de sælger. Men de [maskinproducenterne] er klar med den smarte teknologi, til når det går op for landbruget, at det er den rigtige vej."*

Der er generelt fokus på jordpakning, og de konsekvenser landbruget ser af mange års brug af tunge maskiner, og flere af de interviewede nævner mindre og lettere maskiner/robotter, som et interessant led i løsningen af problemet.

Hvordan oplever de interviewede betydningen af investeringstilskud til ny teknologi?

Flere af interviewpersonerne kommer med kommentarer til tilskudsordningerne.

Blandt landmænd og driftsledere nævnes tilskudsordningerne som en mulighed for at investere i ny teknologi, men er produktet interessant nok, vil man vælge at investere, også selvom tilskuddet ikke var der, fastslår en af interviewpersonerne. To af de tre interviewede landmænd fortæller om teknologier, som er erhvervet med tilskud. Blandt konsulenterne fortæller flere, at effekterne af teknologierne i ordningerne har været beskrevet som værende større end den reelle besparelse, som opleves med f.eks. N-sensorer. Flemming Hedegaard, chefrådgiver i Byggeri og Teknik I/S siger: *"Tilskudsordningerne skubber os i mystiske retninger. Pengene kunne f.eks. være blevet brugt bedre, hvis man kun gav til sensoren og ikke hele sprøjten. Man skulle have mere realistiske forventninger til de mulige besparelser, og måske skulle man have lidt opfølgning."*

Finn Olsen, teamchef hos Sønderjysk Landboforening, tror på en øget brug af N-sensorer indenfor de næste fire år, men tilføjer: *"Jeg tror der vil komme flere N-sensorer i brug til gradueret tildeling af kvælstof og planteværn, men de vurderede besparelser var overdrevne i tilskudsordningerne."*

Christian Rabølle, maskinkonsulent hos Gefion, oplever, at udviklingen indenfor teknologi i landbruget er meget styret af tilskudsordningerne og fortæller: *"Vi har ikke oplevet spørgsmål til sensorer, efter ordningens udløb, men ved køb af f.eks. gødningsspreder spørges til, om der skal medkøbes sensorer."*

Ole Green, adm. direktør i Agro Intelligence udtaler følgende om tilskudsordningerne: *"Miljøteknologiordningerne har ikke sat skub i tingene, men givet landmænd mulighed for at købe teknologi, som i visse tilfælde har været teknologier med meget ringe dokumentation. Det er ikke en ordning, som ændrer landmændenes adfærd. Det er bare endnu et støtteoptimeringsværktøj for landmanden. Man kan pushe nok så meget, men der skal skabes et pull, før det for alvor betyder noget."*

1.6 Diskussion af interviewundersøgelsens resultater

I dette afsnit sammenholdes interviewundersøgelsen resultater med andre lignende undersøgelser og rapporter. Flere af de barrierer som resultaterne af interviewundersøgelsen viser, genfindes i vidt omfang i den praksisbaserede litteratur. Som eksempel kan nævnes konklusionerne i en EIP-AGRI rapport fra 2015, som efterlyser mere intelligente og integrerede løsninger, mere uddannelse, økonomisk vejledning og agronomisk validering, der tydeliggør fordelene ved forskellige teknologier (agronomisk validering og tiltro til teknologien) (EIP-AGRO, 2015).

Brugervenlighed og nem udveksling af data er vigtigt

Udviklingen i præcisionsjordbruget er afhængig af store mængder af data af høj kvalitet, som er let tilgængelig, men ved indsamling af data fra specifikke bedrifter, vil der skulle være sikkerhed for hvordan man forholder sig til datarettigheder, -ejerskab, -sikkerhed og -etik. Emner som store aktører allerede forholder sig til ved at indtænke beskyttelsen af private data i dataindsamlingsystemerne (Nielsen, personlig kommunikation. 2016). I forhold til udbredelsen af præcisionsjordbruget og den praktiske daglige anvendelse, er det helt centrale dog at sikre at maskiner og software "kan tale sammen", som også især landmænd og driftsledere fremhæver i interviewundersøgelsen.

I en spørgeskemaundersøgelse, der undersøgte udbredelsen af præcisionsjordbrugsteknologier blandt tyske, finske og danske respondenter², var kun 18 % af landmændene parat til at bruge mere end 3 minut-

² Respondenterne udgøres af landmænd (73 %), maskinstationer (4 %), rådgivere (3 %), maskin- og udstyrsproducenter eller forhandlere (5 %), forskere (10 %) og andre (5 %).

ter pr. opgave i marken på at betjene GPS-udstyr (Bligaard, 2013). Teknologien skal derfor virke og være nem at betjene, ligesom det skal være nemt at sende oplysninger til maskinstationen og egen PC, og data skal kunne sendes på tværs af maskinfabrikater. Tilmed kan det ofte være en fordel at systemerne kan arbejde offline.

Nem og effektiv deling af data mellem maskiner og brugere vil medføre, at landmanden har frihed til at vælge mellem flere fabrikater, når der skal investeres. Ligeledes vil muligheden for deling af data mellem brugere give bedre mulighed for sparing mellem landmænd og konsulenter, ligesom data fra bedriften kan øge kvaliteten af rådgivningen. Udviklingen af en enkel og lettilgængelig data-infrastruktur udpeges både af Kempenaar (2014) og EIP-AGRI (2015), som afgørende for udbredelsen af præcisionsjordbrugsteknologier.

Udbytteeffekterne har været beskedne

Nogle teknologier medfører målbar gevinst i form af brændstofbesparelser eller mindre overlap. Zarco-Tejada et al. (2014) fremfører, at autostyring af samme grund er relativt udbredt sammenlignet med andre præcisionsteknologier. Flere af interviewpersonerne fremhæver også autostyring som et meget udbredt og anerkendt værktøj blandt landmænd. De begrundet udbredelsen med en ofte betydelig ressourcereduktion som følge af mindre overlap og et bedre arbejdsmiljø.

Der er vist relativt beskedne udbytteeffekter ved gradueret tildeling, og dermed er der endnu få landmænd, som "viser vejen" med denne teknologi (Zarco-Tejada et al. 2014). Og da incitamentet hos landmænd til at anvende præcisions-teknologier er udsigten til enten stigende udbytter eller reducerede udgifter, er det vigtigt at vide, hvor store effekter der kan opnås, og hvordan teknologien opleves.

I en undersøgelse af implementeringen af N-sensorer i Danmark svarede hhv. 81 (17 af 22) og 90 % (19 af 21) at brugen af en biomassesensor "i mindre grad" eller "slet ikke" har reduceret deres forbrug af henholdsvis planteværn og handelsgødning (Thierry et al, 2016). Kommentarerne viser en manglende tro på effekt især ved gradueret tildeling af handelsgødning, som følge af de danske N-normer som kun tillader gødningstilførsel svarende til 10 % under økonomisk optimum.

Økonomiske barrierer

Præcisionsteknologier kan opfattes som tiltag, der medfører øgede udgifter, øget kompleksitet og tekniske problemer (EIP-AGRI, 2015). Værktøjer til vurdering af om investering kan svare sig på den enkelte bedrift vil kunne bidrage til at afklare, hvorvidt investeringer i præcisionsteknologier er økonomisk interessante.

Denne type rådgivning efterlyses tilmed af landmænd og konsulenter i interviewundersøgelsen. Værktøjer til vurdering af det økonomiske overskud ved investering i præcisionsteknologi er udfordret af, at bedrifter kan være meget forskellige mht. forskellige typer af bedriftsstørrelser, driftsgrene og lokaliteter.

SEGES har, på baggrund af vurderinger af kemibesparelser og merudbytter som følge af gradueret tildeling af planteværn, beregnet omkostningen pr. ha ved investering i afgrødesensorer på bedriften som funktion af investeringsomkostning og bedriftsstørrelse (Petersen, 2013). Et andet eksempel på beregningsværktøj findes på den svenske hjemmeside 'Precisionsskolan'. Her har man inddraget stedsspecifik information et værktøj, kaldet 'Precisionskalkylen', hvor markdata kan indregnes i vurderingen af den forventede gevinst ved en gradueret tildeling af N, P, K og kalk (Nissen, 2010). Manglende adgang eller kendskab til uafhængig og fagligt velfunderet økonomisk rådgivning om investering i ny teknologi kan svare sig, kan være en af de centrale barrierer for videre udbredelse af præcisionsjordbrug.

Størrelsen på bedriften har indflydelse på omkostningen ved investering. I en dansk undersøgelse fra 2013, hvor 6000 landmænd blev spurgt til deres brug af GNSS, svarede 18 % af de adspurgte, at de anvendte en form for GNSS-teknologi (Hansen, 2013). Andelen af landmænd, der anvendte GNSS-teknologi steg i undersøgelsen markant med bedriftens størrelse, målt i dyrket areal. Således steg andelen af bedrifter, der anvendte GNSS fra ca. 12 % ved bedrifter på 50-99 ha til 80 % ved bedrifter med et opdyrket areal på 500

ha eller mere (Hansen, 2013). Argumenter som "For lille en bedrift" eller "ikke økonomisk rentabelt" blev for henholdsvis 51 % og 38 % vedkommende, anført som den vigtigste grund til ikke at investere i GNSS-udstyr i undersøgelsen fra 2013. Dette understøttes af nærværende interviewundersøgelse, hvor flere konsulenter og virksomheder understreger, at de landmænd, der aktivt arbejder med præcisionsjordbrug, arealmæssigt fylder betydeligt mere end de 2-10 %, som de vurderes at udgøre i forhold til antal landmænd.

Hvilken effekt har investeringstilskud til køb af afgrødesensorer haft?

Danske statslige tilskudsordninger har via miljøteknologiordningen i perioden fra 2010 og frem til sensommeren 2016, subsidieret teknologiudviklingen i landbruget gennem investeringsstøtte ved køb af bl.a. sensorer til graderet tildeling af plantebeskyttelsesmidler. Støtteordningerne har helt sikkert bidraget til en stigning i salget af afgrødesensorer, som var omfattet af den støtteberettiget teknologi. I projektet Targ_App (Thierry et al., 2016) blev det i en spørgeskemaundersøgelse undersøgt, hvilke erfaringer landmænd har med brug af biomasse-sensorer. I alt 22 af respondenterne svarende ja til at de havde sensorer på bedriften, heraf havde 17 af disse købt sensor med en kombination af egen finansiering og teknologistøtte.

Til spørgsmålet om, hvorvidt sensoren blev anvendt til tildeling af kvælstof svarede 16 respondenter "slet ikke" eller "i mindre grad". En respondent svarede i "høj grad".

Til tilsvarende spørgsmål for planteværn svarede 15 "slet ikke" eller "i mindre grad" mens 6 svarede "i nogen grad".

Interviewundersøgelsen i denne rapport viser ikke noget objektivt billede af, hvor meget af det udstyr, der sælges, som er i anvendelse. Men flere konsulenter såvel som virksomheder, påpeger at meget udstyr enten ikke bliver brugt, ikke bruges korrekt eller bruges for lidt.

De interviewede personers bud på SEGES rolle i udbredelse af præcisionsteknologi

Flere interviewpersoner udtrykker i undersøgelsen et ønske om, at SEGES påtager sig en koordinerende rolle indenfor området. Til spørgsmålet "Hvordan så du gerne SEGES bidrage til dette område?" svarer Finn Olsen, teamchef hos Sønderjysk Landboforening.

"Det er et must, at SEGES er med inde her. SEGES skal samle trådene. Vi er godt nok ved at blive nogle store centre, men vi har ikke musklerne til at koordinere det her. (...) Vi (konsulenterne red.) har brug for at blive opdateret på teknologier. Vidensdeling, erfaringsudveksling, opkvalificering på tværs af centre. Det kan være, vi skal have en specialisering på tværs af centrene, og at SEGES kunne koordinere denne."

SEGES' rolle er ifølge interviewpersonerne at være specialister, formidlere og udviklere inden for området. John Smedegaard, som er direktør i start-up virksomheden FieldSense, efterspørger konkret:

"SEGES kunne bidrage bedre til at styrke start-up's, styrke etableringen af nye virksomheder, opsøge dem og tage dem under vingerne."

John Smedegaard foreslår en SEGES mentor-ordning, samarbejde om produktudvikling og en invitation til små og store virksomheder til et møde med en brainstorm over, hvordan vi kan bruge hinanden bedst, og om hvordan et samarbejde eller netværk bedst kunne opbygges.

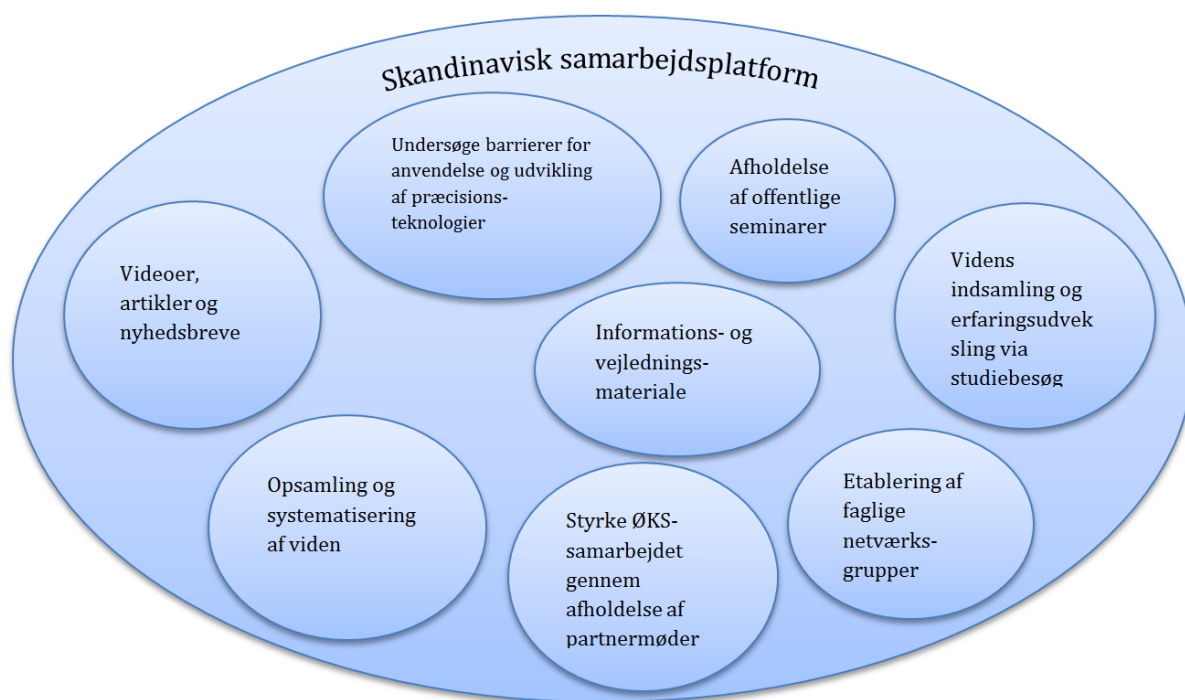
1.7 Road map for SEGES' videre arbejde i Øresund-Kattegat-Skagerrak partnerskabet

Rapporten her er som nævnt i indledningen, udarbejdet med henblik på at identificere udfordringer og forhold, som hæmmer udvikling, anvendelse og produktion af præcisionsjordbrugsteknologier, og indleder en række aktiviteter i projektet *Innovationer för hållbar växtodling*, som igangsættes med henblik på at styrke en økonomisk rentabel udnyttelse af præcisionsteknologier i planteavl.

Formålet med projektets kommende aktiviteter er at opbygge en stærk platform for præcisionsjordbrug, baseret på videns udveksling med svenske og norske partnere i projektet. Samarbejdsplatformen er tænkt som en ramme for vidensdeling og samarbejde på tværs af fag- og interessentgrupper. Her skal bl.a. indgå vidensfor

midling i form af artikler, videoer og nyhedsbreve til landmænd, rådgivere, teknologiforhandlere og udviklere om nye muligheder og resultater inden for præcisionsjordbrug i programområdet. Der planlægges endvidere seminarer om udvalgte præcisionsteknologier, samt udgivelse af vejledninger og informationsmateriale med henblik på at bidrage med viden og mulighed for kompetenceudvidelse på området (se figur 3).

Barriererapporten vil være udgangspunkt for planlægning af det videre arbejde med at styrke implementeringen af præcisionsjordbrugsteknologier i ØKS-området.



Figur 3: Aktiviteter i ØKS-samarbejdet planlagt af SEGES. Aktiviteterne skal bidrage til opbygningen af samarbejdsplatformen for præcisionsjordbrug i 2017 og 2018.

1.8 Litteratur

Andersen, J. E. *Kun små fordele ved positionsbestemt N-tildeling*. Mark februar 2003.

Bligaard, J. *Identified user requirements for precision farming in Germany, Finland and Denmark*. GeoWenAgri 2011 – 2013. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

EIP-AGRI Focus Group. *Precision Farming*. 2015. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

Elbæk, J. *Kan gødsning efter sensor forbedre udbyttet på store husdyrbrug?* Plantekongres 2011.

Gustafsson, K., Berge, T.W. og Madsen, K.H. 2015. *Hållbart jordbruk genom precisionsodling - Förstudie Öresund-Kattegat-Skagerrak-området*. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

Hansen, J.P. 2013. *Uptake of GNSS technology amongst Danish farmers*. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

Herring, D. *Precision Farming*. Earth Observatory NASA. 29. Januar 2001. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

Højholdt og Lyngvig. *FarmTest om centrifugalspredere med sektionskontrol*. LandbrugsInfo 28/11 2013.

Jens K. Nielsen, Territory Customer Support Manager hos John Deere, personlig korrespondance.

Jørgensen, P. *GPS-teknologi skåner miljøet for over 56 ton sprøjtemiddel årligt*. Effektivt Landbrug 4. august 2016.

Knudsen, L. og Hørfarter, R. *Lille merudbytte for sensorgødsning på svinebrug*. Mark april 2009.

Knudsen, L. *Omfordeling af kvælstof ud fra biomassemålinger*. LandbrugsInfo.dk 13. maj 2016.

Lemming, K. R., *Udbyttmåler på mejetærsker*. AGCO 2013.

Miljø- og Fødevareministeriet. *Politisk aftale om Fødevarer- og landbrugspakken*. 22. december 2015. Besøgt senest: [Torsdag, december 08, 2016](#).

Olsen, F., teamchef hos Sønderjysk Landboforening. Personlig korrespondance, 2016

Pedersen, C.Å. (red.) *Oversigt over Landsforsøg 2001*. Landbrugets Rådgivningscenter, Landscenteret for Planteavl 2001.

Pedersen, C.Å. (red.) *Oversigt over Landsforsøg 2002*. Landbrugets Rådgivningscenter, Landscenteret for Planteavl 2002.

Petersen, P.H. *Afgrødesensorer til planteværn*. LandbrugsInfo 17/05 2013

Pettorelli N. *The normalized difference vegetation index*. Oxford University Press, 2013, s. 74-80.

Thierry, A.M. et al., under udarbejdelse. *Putting sensors to work – Targeted application of nutrients and pesticides (TargApp) – a desk study*. 2016.

Zarco-Tejada, P.J., Hubbard, N. and Loudjani, P. *Precision Agriculture: An opportunity for EU farmers - potential support with the cap 2014-2020*. European Union 2014.

2 BILAG 1 – SPØRGEGUIDE TIL LANDMÆND

1 Stamdata
Navn:
Alder:
Produktionsgren:
Størrelsen på ejendommen:
Antal ansatte:
2 Præcisionsjordbrug generelt
Hvad forstår du ved begrebet præcisionsjordbrug?
Vil du fortælle lidt om din bedrift, dine faglige interesseområder og måske erfaringer med præcisionsjordbrug?
3 Teknologier på bedriften
Hvad lægger du vægt på, når du investerer i nye maskiner?
Anvender du software til at overvåge og registrere produktivitet og ressourceforbrug på din bedrift - hvordan?
Anvender du aktivt en eller flere af følgende værktøjer: - 1 Autostyring - 2 Sensorer - 3 Udbyttmålere - 4 CropSat - 5 CTF - 6 Andre
4 Effekter
Hvilke positive effekter med ovenfor nævnte teknologier og værktøjer har du oplevet?
Hvor store effekter har du opnået?

<i>Gemmer du følgende data?</i> - <i>Udbyttekort</i> - <i>Biomassekort</i> - <i>Tildelingskort</i> - <i>Andre</i>
<i>Hvordan anvender du ovenfor nævnte data?</i>
5 Fremtidige ønsker
<i>Hvilke præcisionsteknologier ser du gerne implementeret på din bedrift indenfor de næste ...</i> <i>4 år?</i> <i>10 år?</i>
<i>Hvilke forhindringer ser du i forbindelse med at anvende endnu mere præcisionsteknologi fremover?</i>
<i>Hvilke betingelser skal være opfyldt, for at du vil overveje at investere i ny teknologi?</i>
<i>Hvem har du tillid til varetager dine interesser bedst i anbefalingen af nye teknologier?</i>
6 SEGES' rolle
<i>Hvordan så du gerne SEGES bidrage til dette område?</i>
<i>Hvordan ville du gerne bruge SEGES i udviklingen af din virksomhed på dette område?</i>

3 BILAG 2 – SPØRGEGUIDE TIL KONSULENTER

1 Stamdata
Navn:
Titel:
Virksomhed:
2 Præcisionsjordbrug generelt
Hvad forstår du ved begrebet præcisionsjordbrug?
Vil du fortælle lidt om dit arbejdsområde og om dine erfaringer med præcisionsjordbrug?
Hvordan oplever du udviklingen indenfor landbruget, hvor data indsamles, registreres og bruges i den daglige praksis?
Hvordan mærker du udviklingen i dit arbejde?
3 Teknologi på bedrifterne
Hvad lægger dine kunder vægt på, når de investerer i nye maskiner?
Hvor mange kunder har du, der anvender software til at overvåge og registrere produktivitet og ressourceforbrug på bedriften?
Hvilke af følgende værktøjer er mest anvendt: - 1 Autostyring - 2 Sensorer - 3 Udbyttmålere - 4 CropSat - 5 CTF - 6 Andre
4 Effekter
Hvilke positive effekter med ovenfor nævnte teknologier og værktøjer har dine kunder oplevet?
Hvor store effekter har de opnået?

Gemmer de følgende data?

- Udbyttekort
- Biomassekort
- Tildelingskort
- Andre

Hvordan anvender du eller dine kunder ovenfor nævnte data?

5 Fremtidige ønsker

Hvilke præcisionsteknologier ser du gerne implementeret i større omfang indenfor de næste ...

4 år?

10 år?

Hvilke forhindringer ser du i forbindelse med at anvende endnu mere præcisionsteknologi fremover?

Hvilke betingelser tror du skal være opfyldt, for at dine kunder vil overveje at investere i ny præcisions teknologi?

Hvem har du tillid til varetager dine kunders interesser bedst i anbefalingen af nye teknologier?

Hvor stor interesse vurderer du, der er for præcisionsjordbruget?

6 SEGES' rolle

Hvordan så du gerne SEGES bidrage til dette område?

Hvordan ville du gerne bruge SEGES i udviklingen af bedrifterne på dette område?

4 BILAG 3 – SPØRGEGUIDE TIL VIRKSOMHEDER

1 Stamdata
Navn:
Titel:
Virksomhed:
Kan du fortælle kort hvad jeres virksomhed laver?
Kan du fortælle på hvilken måde jeres virksomhed arbejder med præcisionslandbrug?
2 Præcisionsjordbrug generelt
Hvad forstår du ved begrebet præcisionsjordbrug?
Hvordan oplever du udviklingen indenfor landbruget, hvor data indsamles, registreres og bruges i den daglige praksis?
Hvordan mærker jeres virksomhed denne udvikling?
3 Teknologi på bedrifterne
Hvad er der mest efterspørgsel efter, når landmænd investerer i nye maskiner?
Hvor udbredt er anvendelsen af softwareprodukter til at overvåge og registrere produktivitet og ressourceforbrug blandt danske landmænd?
Hvor stort et marked vurderer du der er blandt danske landmænd til at købe jeres produkter? Indenfor 4 år? Indenfor 10 år?
4 Effekter
Hvilke effekter kan man forvente at opnå med jeres produkter?
Hvor store effekter kan man forvente at opnå?
5 Fremtidige ønsker
Hvor ser du yderligere potentiale for at mere teknologi kan forbedre økonomi og dyrkningspraksis?
Hvilke forhindringer ser du i forbindelse med at udvikle præcisionsteknologi fremover?

<i>Hvilke betingelser tror du skal være opfyldt, for at dine kunder vil overveje at investere i ny præcisions-teknologi?</i>
<i>Hvem oplever du, dine kunder har tillid til i anbefalingen af nye teknologier?</i>
SEGES' rolle
<i>Hvordan så du gerne SEGES bidrage til dette område?</i>
<i>Hvordan ville du gerne bruge SEGES i udviklingen af din virksomhed på dette område?</i>

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevareerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

