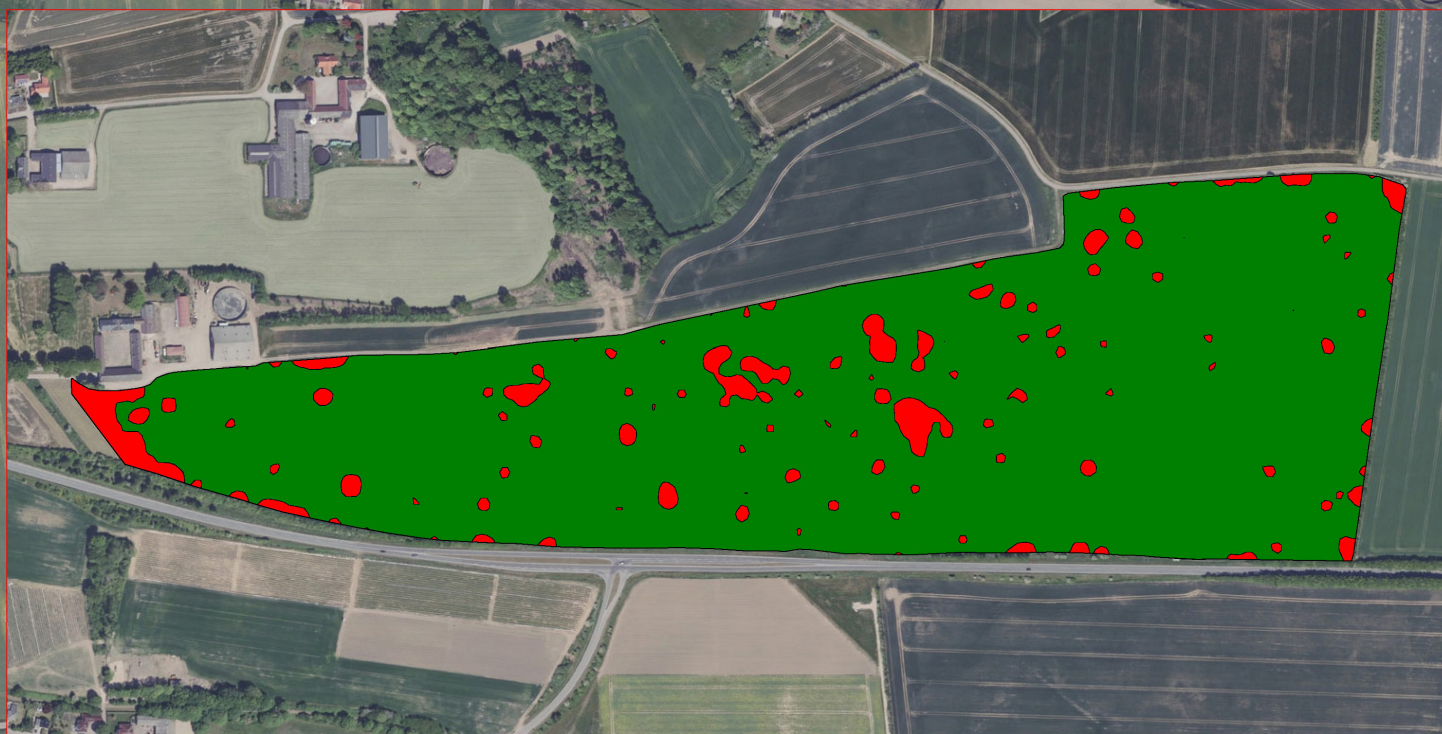




LANDMÆND'S OPLEVELSE AF BARRIERER OG MULIGHEDER FOR PRÆCISIONSTEKNOLOGI TIL UKRUDTSBEKÆMPELSE

– baseret på interviews om konkret RoboWeedMaPS-teknologi

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 436

2021



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

LANDMÆND'S OPLEVELSE AF BARRIERER OG MULIGHEDER FOR PRÆCISIONS- TEKNOLOGI TIL UKRUDTSBEKÆMPELSE

– baseret på interviews om konkret RoboWeedMaPS-teknologi

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 436

2021

Anders Branth Pedersen

Helle Ørsted Nielsen

Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 436
Kategori:	Forskningsbidrag
Titel:	Landmænds oplevelse af barrierer og muligheder for præcisionsteknologi til ukrudtsbekæmpelse
Undertitel:	– baseret på interviews om konkret RoboWeedMaPS-teknologi
Forfattere:	Anders Branth Pedersen, Helle Ørsted Nielsen
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Marts 2021
Redaktion afsluttet:	Marts 2021
Faglig kommentering:	Berit Hasler, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab
Kvalitetssikring, DCE:	Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring:	Ann-Katrine Holme Christoffersen, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab
Finansiell støtte:	Innovationsfonden, Grand Solutions (Sagsnr. 6150-00027B)
Bedes citeret:	Pedersen, A.B. & Nielsen, H.Ø. 2021. Landmænds oplevelse af barrierer og muligheder for præcisionsteknologi til ukrudtsbekæmpelse – baseret på interviews om konkret RoboWeedMaPS-teknologi. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Videnskabelig rapport nr. 436 http://dce2.au.dk/pub/SR436.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten analyserer gennem et litteraturstudie, et fokusgruppeinterview med landmænd samt interviews med landmænd og konsulenter barrierer og muligheder for anvendelse den type af præcisionsteknologi til landbruget, som er udviklet i forskningsprojektet RoboWeedMaPS. RoboWeedMaps-teknologien består i et kamera monteret på en ATV - eller potentielt en drone eller en sprøjtebom - som overkører marken og fotograferer/registrerer ukrudtet og derefter identificerer ukrudtsarten. På baggrund af indsamlede data kan systemet generere et ukrudtskort over de overkørte marker, anbefale behandling og generere et pesticid-sprøjte kort til sprøjten, som derefter kan anvendes på den pågældende mark. Analysen viser gennem en analyse af barriererne og mulighederne, at der er et potentiale for udbredelse af den type af præcisionsteknologi, som er udarbejdet i RoboWeedMaPS.
Emneord:	Præcisionsteknologi; ukrudtsgenkendelse; ukrudtskort; sprøjte kort; interviews; landmænd; teknologioptag; barrierer
Layout:	Ann-Katrine Holme Christoffersen, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab
Foto forside:	Datalogisk A/S
ISBN:	978-87-7156-581-2
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	40
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR436.pdf

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi	6
Potentielle barrierer	8
1 Indledning	10
2 Litteraturstudie	11
3 Fokusgruppeinterview 2018	14
3.1 Hvad er det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen	15
3.2 Resistens	15
3.3 Landmændenes brug af teknologi generelt	15
3.4 Præsentation af teknologien via videoklip samt diskussion af anvendelighed	17
3.5 Forretningsmodel	20
3.6 Afprøvning	21
3.7 Tænk to år frem	21
3.8 Opsummering	22
4 Individuelle interviews i 2020	25
4.1 Er kortene generelt interessante for landmændene?	25
4.2 Er servicemodellen interessant som den er sammensat?	27
4.3 Vil det være interessant at investere i hele teknologien for landmanden	28
4.4 Faktorer med betydning for investeringen	28
4.5 Opsummering	28
5 Opsummering – barrierer og muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi	30
5.1 Muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi	30
5.2 Potentielle barrierer	32
Referencer	34
Bilag 1 – Interviewguide 2018	36
Fokusgruppe Ringsted 6. juni 2018, RoboWeedMaPS	36
Bilag 2 – interviewguide 2020	39
RoboWeedMaPS – interviewguides 2020	39

Forord

Projektet RoboWeedMaPS er finansieret af Innovationsfonden – Grand Solutions (2017-2020). Partnerne i RoboWeedMaPS er: Aarhus Universitet, Data-logisk A/S, I-GIS A/S, Danfoil A/S, IPM Consult ApS og Agointelli.

I dette notat afrapporteres, som led i forskningsprojektet, et fokusgruppeinterview med landmænd, som blev gennemført i 2018 af Aarhus Universitet samt kvalitative interviews gennemført individuelt med flere konsulenter og landmænd ultimo 2020, da der var udviklet en specifik RoboWeedMaPS-teknologi, som kunne diskuteres med landmænd og konsulenter. Verden ændrede sig pga. corona-pandemien i 2020, men det lykkedes at gennemføre virtuelle interviews.

Inden gennemførelsen af fokusgruppeinterview og individuelle interviews blev der først gennemført et litteraturstudie af den internationale litteratur inden interviewguides blev udarbejdet på baggrund af litteraturen. Disse interviewguides blev diskuteret internt i projektgruppen blandt partnerne i projektet. Lige som resultaterne af interviews blev diskuteret internt i gruppen. Ansvar for analyser og konklusioner er alene forfatterens til dette notat.

Resultaterne af den første fokusgruppe samt litteraturstudiet blev afrapporteret i 2018 som notater. Grundet interesse for resultaterne fra omverdenen har vi valgt ved afrapporteringen i 2021 at inkludere hovedresultaterne fra litteraturstudiet samt resultaterne af 2018-fokusgruppen i stort set fuld udstrækning i denne videnskabelige rapport fra DCE samtidig med, at vi har analyseret de interviews, som blev gennemført i 2020.

Vi retter en meget stor tak til Innovationsfonden for at finansiere projektet, til landmænd og konsulenter for beredvilligt at stille op til fokusgruppe og individuelle interviews, samt til partnerne i projektet for mange gode diskussioner om, hvordan der kan udvikles teknologi til at begrænse anvendelsen af herbicider, som landmændene samtidig finder anvendelig. Sidst men ikke mindst skal der lyde en meget stor tak til Agrovi for at rette kontakt til landmændene, der deltog i fokusgruppen, og for at stille lokaler til rådighed til afholdelsen af fokusgruppen; til studentermedhjælper Emilia Holmbeck for en rigtig god transskribering; til Ann-Katrine Holme Christoffersen for korrekturlæsning og opsætning; til Vibeke Vestergaard Nielsen for gennemlæsning; og til Berit Hasler for fagligt review.

Sammenfatning

Formålet med forskningsprojektet RoboWeedMaPS - Automated Weed detection, Mapping and Variable Precision Control of Weeds - er at udvikle teknologi, som via banebrydende forskning i Deep Learning (DL) og Big Data kan opnå betydelige pesticidreduktioner i landbruget via reduceret anvendelse af herbicider.

Simpelt forklaret består RoboWeedMaps-teknologien i et kamera monteret på en ATV - eller potentielt en drone eller en sprøjtebom - som overkører marken og fotograferer/registrerer ukrudtet og derefter identificerer ukrudtsarten. På baggrund af indsamlede data kan systemet generere et ukrudtskort over de overkørte marker, anbefale behandling og generere et pesticid-sprøjte kort til sprøjten, som derefter kan anvendes på den pågældende mark. Idéen er, at landmanden selv kan investere i teknologien eller købe kortene som en service fra fx en konsulentvirksomhed. Forventningen er, at teknologien vil kunne medføre betydelige reduktioner i pesticidforbruget på den enkelte bedrift, da der vil kunne spares betydelige mængder pesticider i de områder af marken, hvor der ikke er ukrudt, og i de områder hvor der er ukrudt, vil der kunne beregnes en præcis nødvendig mængde til bekæmpelse.

Som led i formålet med projektet indgik en analyse af barrierer og muligheder for at landmændene vil anvende den type af teknologi, som projektet udvikler. Herunder faktorer som: Landmændenes adfærd/beslutningsparametre i forhold til anvendelse af herbicider; deres workflow og opfattelse af omkostninger; professionelle interesse/motivation i forhold til teknologien; samt generelle stillingtagen til ny teknologi og specifikt RoboWeedMaPS-teknologi og dets forretningsmodel.

Med udgangspunkt i den specifikke RoboWeedMaPS-teknologi og viden fra det litteraturstudie, som blev gennemført i regi af projektet, vedrørende faktorer der kan have en effekt på landmænds optag af ny teknologi, blev der i 2018 gennemført et fokusgruppeinterview med fem landmænd. I 2020, hvor teknologien var videreudviklet, blev der gennemført kvalitative interviews med landmænd og konsulenter. Analysen af barrierer og muligheder for RoboWeedMaPS-teknologi viser, at der er et potentiale for udbredelse af teknologien.

Muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi

Landmændene betragtede generelt i 2018-fokusgruppen omkostningsbegrænsninger som det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen. Det betyder, at det er vigtigt at sandsynliggøre, at systemet samlet set vil reducere landmandens omkostninger.

Der kan være forskel på viljen til selv at investere i teknologien kontra at investere i registreringskort og tildelingskort, som en service udbudt af fx en konsulentvirksomhed.

I forhold til den konkrete RoboWeedMaPS-teknologi er landmændene generelt relativt positivt indstillede, næsten begejstrede, ved tanken om bedre kortmateriale, som både vil kunne gøre, at bedriften overordnet kan træffe bedre beslutninger og fx kan bruges til at vidensdele med medarbejderne eller

hvis der kommer ny driftsleder - den konkrete investering vil dog naturligvis afhænge af prisen.

I 2018-fokusgruppen blev det nævnt, at kan investeringen afskrives inden for fem år er det interessant for landmændene at investere, men 7-10 år vil også kunne fungere for nogle.

En abonnementsordning er også en interessant model for landmændene, fordi de så kan droppe teknologien, hvis den ikke virker; endvidere vil det give muligheden for hele tiden at bruge opdateret teknologi. En abonnementsordning kunne fx have en pris, som tilsvarende en afskrivning inden for 10 år.

Abonnementsordningen/servicemodellen vurderes at være god, fordi den sparer tid for landmanden og sikrer at teknologien kører pålideligt fra starten. Hvis ikke landmanden er meget IT-kompetent vil det andet lige være hurtigere at købe service i stedet for at investere i teknologien.

Prisen på 100-150 kr. for at købe kortene som en service af en konsulentvirksomhed, som de interviewede blev præsenteret for mod slutningen af projektet, finder de to interviewede landmænd ikke afskrækkende, mens en af de interviewede konsulenter er skeptisk i forhold til en kortpris på det niveau - med mindre det vil kunne bruges igen (hvilket det ofte vil kunne).

Både landmænd og konsulenterne vurderer generelt, at kortene udgør en interessant ny mulighed i ukrudtsbekæmpelsesindsatsen. Det gælder især ukrudtsregistreringskortene, mens der også er interesse - med lidt flere spørgsmål og forbehold - i forhold til tildelingskort.

Registreringskortene roses blandt andet for en høj detaljeringsgrad med de mange billeder, det kan generere. En landmand fremhæver at kortene giver en større sikkerhed for at opdage pletter end hans egen pletsprøjtning, fordi kameraet kan se mere end han selv opdager med det blotte øje. Derved forventer han at kunne erstatte en lavere generel dosering med en lidt højere dosering på de steder, hvor der er behov for at sprøjte, hvis han får teknologien, og så spare andre steder. Det betragtes ikke som et problem, at der indtil videre kun er registreret en- og to-kimbladete arter i systemet. 'Man skal kravle, før man kan gå - og så kan man bygge ovenpå,' som en landmand udtrykker det. Der er dog ret stor forskel blandt de interviewede med hensyn til, hvor ofte de forventer, at det er nødvendigt at få kortet opdateret.

Rent praktisk troede landmændene i fokusgruppen 2018 generelt klart mere på brug af drone til kortlægning end ATV. En tredje god mulighed kunne ifølge landmændene være, at kameraet sad på sprøjtebommen. Ved de kvalitative interviews i 2020 lader det dog ikke til at være et problem, at kortene er baseret på ATV-kørsel. Det påpeges dog, at der kan være forskelle ift. både jordtyper og afgrøder, idet der i nogle afgrøder vil være fokus på at minimere kørsel på marken for ikke at miste for meget afgrøde.

Landmændene påpeger desuden, at jo mere teknologien er kompatibel med diverse maskiner og anden teknologi des bedre. Desuden vil det være en fordel, hvis man kan investere i delelementer af teknologien.

Generelt er der stor enighed om, at teknologien skal fungere problemfrit og det må ikke være tidskrævende at anvende - det skal være 'plug and play'.

Der er dog en vis forståelse for, at det kan kræve lidt ekstra tid i en opstarts-fase. Og ligger der en potentielt stor gevinst forude, vil nogle landmænd også gerne bruge lidt tid på det. Landmændene i fokusgruppen havde en del erfaringer med teknologi, som ikke har virket godt nok, hvilket har resulteret i, at de er endt med frustrationer og tidsspilde.

En konsulent fremhæver, at de hensyn, der normalt generelt driver landmændenes investeringer, er udstyrets kapacitet (tankstørrelse og sprøjtebredde) og kvaliteten i arbejdets udførelse (er sprøjten stabil ved ujævnheder på jorden). Endvidere nævnes, at det er vigtigt, at der faktisk er adgang til service lokalt, såfremt der er problemer med udstyret.

Der kan være nogle individuelle forskelle i forhold til investeringslysten/interessen – i sagens natur vil teknologien være mest interessant for teknologi-frontløberne. Nogle mener, at det primært er yngre landmænd, fx under 50, der er frontløbere, mens nogle påpeger, at alder i den sammenhæng ikke nødvendigvis handler om fødselsår men snarere er en mental tilstand. Et par konsulenter fremhæver, at teknologien kan være mere relevant at bruge på lerjorde (de bedste jorde) end på sandjorde. For sandjorde er argumentet, at der er flere og mere homogene forekomster af ukrudtsfrø end på lerjorde, hvorfor der er mindre mulighed for at variere tilførslen. En anden konsulent fremhæver, at de gode jorde bedre kan bære omkostningen. Flere interviewede forventer, at det især ville give mening økonomisk at anvende teknologien i højværdiafgrøder, eksempelvis frøgræs – og for husdyrbedrifternes vedkommende eventuelt også i majs. Endvidere kunne det være relevant i korn, hvis teknologien er i stand til at genkende fx flyvehavre. Endelig vil teknologien være mest attraktiv på større bedrifter (fx >300 ha) ifølge de interviewede.

Både landmænd og konsulenter fremhæver, at statslige tilskud til teknologi-investeringer ville fremme investeringslysten blandt landmænd. Ligeledes kan EU's fælles landbrugspolitik fremme interessen for præcisionsteknologi ved at sætte fokus på det.

Flere konsulenter nævner også en såkaldt nabo-effekt, dvs. at lokale first movers tager teknologien til sig og viser gode resultater. Det har været tilfældet med de hidtidige forsøg med teknologien – her har man oplevet at efterspørgslen efter kort er skabt via mund-til-mund uden egentlig reklamekampagne. Endelig kan det være nemmere at tiltrække arbejdskraft til bedriften, hvis man har investeret i ny teknologi.

Som afrunding på 2018-fokusgruppen diskuterede landmændene, hvad der er afgørende for, om de investerer, hvis der skulle ligge et færdigt produkt ved projektafslutningen to år senere. Her var tidsbesparelse, økonomi og funktionalitet klart vigtigste parametre. Et par stykker var også inde på, at det kan være godt at opnå miljøforbedringer via teknologi, da man derved kan undgå at blive yderligere reguleret via lovgivning. En enkelt var inde på, at han er meget teknologiinteressert og det kan også være en 'driver' i sig selv. Flere af disse faktorer går igen i 2020-interviewene.

Potentielle barrierer

Erfaringerne med teknologier med store løfter, som viser sig ikke at være fuldt funktionsduelige, eller koster for meget tid at bruge, er en barriere. Dvs. det er afgørende, at brugerfladen er let at bruge, at systemet fungerer stabilt, og

at det er kompatibelt med andre systemelementer. Betydningen af denne barriere mindskes i sagens natur, hvis landmændene køber teknologien gennem en abonnementsordning på service kontra en situation, hvor de selv investerer i teknologien.

Nogle landmænd foretrækker systemer, hvor de kan overlade beslutningen til systemet, mens andre gerne vil have mulighed for at korrigere. Giver systemet ikke denne fleksibilitet kan det formentlig være en barriere for nogle landmænd.

Omkostningen forbundet med investering i teknologien er meget afgørende, som det fremgår ovenfor under mulighederne. Det er ikke enkelt at få landmændene til at svare på, hvad de vil betale for teknologien. I forhold til, om teknologien vil kunne give en 70 % reduktion af bekæmpelsesmidlerne er der en del skepsis i fokusgruppen i forhold til om dette mål vil kunne nås, og en sådan tvivl vil kunne påvirke investeringslysten, men det afhænger samtidig af de potentielle gevinster. Kan det vises, at 70 % reduktion er realistisk, vil det kunne mindske denne barriere.

Der er klart en interesse for et system, hvor man køber enkeltdele – fx ukrudtskort og tildelingskort. Omvendt kan det være en barriere for nogle, hvis man *skal* købe en samlet pakke.

En abonnementsordning er som nævnt attraktiv for landmændene. Dvs. at fx en maskinstation eller en konsulentvirksomhed investerer i teknologien og tilbyder at lave kortmateriale osv. for landmanden. Omvendt har landmændene svært ved at se, hvordan en no-cure-no-pain-model skal kunne fungere - der kan være en del udsving i skadevolderne fra år til år, så hvordan vurderer man, om der har været 'cure'?

Som det diskuteres ovenfor påvirkes investeringslysten af en række faktorer som fx bedriftens størrelse og afgrødesammensætning (specialafgrøder vs. korn). Der vil være nogle bedrifter, som er for små eller som har en afgrødesammensætning, som gør, at det ikke er attraktivt at investere.

1 Indledning

Formålet med forskningsprojektet RoboWeedMaPS - Automated Weed detection, Mapping and Variable Precision Control of Weeds - er at udvikle teknologi, som via banebrydende forskning i Deep Learning (DL) og Big Data kan opnå betydelige pesticidreduktioner i landbruget via reduceret anvendelse af herbicider.

Simpelt forklaret består RoboWeedMaps-teknologien i et kamera monteret på en ATV - eller potentielt en drone eller en sprøjtebom - som overkører marken og fotograferer/registrerer ukrudtet og derefter identificerer ukrudtsarten. På baggrund af indsamlede data kan systemet generere et ukrudtskort over de overkørte marker, anbefale behandling og generere et pesticid-sprøjtekort til sprøjten, som derefter kan anvendes på den pågældende mark. Idéen er, at landmanden selv kan investere i teknologien eller købe kortene som en service fra fx en konsulentvirksomhed. Forventningen er, at teknologien vil kunne medføre betydelige reduktioner i pesticidforbruget på den enkelte bedrift, da der vil kunne spares betydelige mængder pesticider i de områder af marken, hvor der ikke er ukrudt, og i de områder hvor der er ukrudt, vil der kunne beregnes en præcis nødvendig mængde til bekæmpelse.

Som led i formålet med projektet indgik en analyse af barrierer og muligheder for at landmændene vil anvende den type af teknologi, som projektet udvikler. Herunder faktorer som: Landmændenes adfærd/beslutningsparametre i forhold til anvendelse af herbicider; deres workflow og opfattelse af omkostninger; professionelle interesse/motivation i forhold til teknologien; samt generelle stillingtagen til ny teknologi og specifikt RoboWeedMaPS-teknologi og dets forretningsmodel.

I det følgende afrapporteres først hovedresultaterne af det litteraturstudie, som gennemførtes 2018 samt resultaterne af den fokusgruppe, som gennemførtes med fem landmænd i 2018, og de interviews, som gennemførtes i 2020. Rapporten afrundes med en opsummering af hovedresultaterne.

2 Litteraturstudie

Forfatterne gennemførte i 2018 et litteraturstudie med henblik på at afdække, hvilke faktorer, den internationale litteratur har vist, kan have en effekt på landmænds optag af ny teknologi. Litteraturstudiet er dokumenteret i et notat fra projektet (upubliceret). Tabel 1 nedenfor gennemgår de mest interessante studier.

Der er en del eksempler på forskning i landmænds teknologioptag. Ifølge Rehmann et al. (2007) er der både sociologiske og økonomiske analyser af teknologioptag, som går mange årtier tilbage i tid, og i løbet af 1970'erne blev forskningsfeltet udvidet til også at fokusere på individuelle beslutningstages teknologioptag. Rehmann et al. (2007) fandt, at der ikke er så mange studier, der analyserer holdninger og motivation blandt optagere og ikke-optagere, og relaterer disse faktorer til beslutningsprocessen (Rehmann et al., 2007). Siden den artikel udkom, har der dog været flere eksempler på artikler herom, jf. tabellen nedenfor.

Der findes en række typologier af faktorer med betydning for teknologioptag i den internationale litteratur. Gebrezgabher et al. (2015) finder, at en del studier har opstillet teoretiske analyserammer vedrørende landmænds teknologioptag (fx Fishbein & Ajzen 1975; Rogers 1983; Davis 1989). Gebrezgabher et al. (2015) finder videre, at den empiriske forskning i teknologioptag peger på en funktion af tre hovedgrupper af faktorer: Landmandskarakteristika (fx alder, uddannelse, erfaring, holdninger, tilstedeværelsen af arvinger til gården m.v.); bedriftskarakteristika (fx bedriftsstørrelse, bedriftstype, afgrøder m.v.) og karakteristika ved teknologien (fx relativ kompleksitet, relativ risiko og relative investerings-karakteristika). Mere generelt i forhold til landmandsbeslutninger finder Bartkowski & Bartke (2018:4) i en meta-analyse af videnskabelige artikler, at disse beslutninger kan være under indflydelse af seks hovedgrupper af faktorer: 1) Objektive karakteristika ved bedriften (størrelse, omgivelser/miljø, teknologi til rådighed); 2) Objektive landmands-karakteristika (alder, uddannelse, køn, husholdningsstørrelse); 3) Landmandens adfærdsmæssige karakteristika (holdninger, opmærksomhed, viden, tro, opfattelser); 4) Landmanden sociale og institutionelle omgivelser (de lovgivningsmæssige rammer, nabolandmænd, konsulenter); 5) Økonomiske begrænsninger (tilstedeværelsen af økonomisk pres, omkostninger, finansielle incitamenter); 6) Beslutningskarakteristika (hvor godt passer den specifikke beslutning ind i forhold til andre aktiviteter/lovgivning m.v.). De tre første faktorer kan betragtes som 'interne' og vil ikke variere på tværs af beslutninger for den enkelte landmand, mens de tre sidste er eksterne og kan variere fra beslutning til beslutning ifølge Bartkowski & Bartke (2018). Man må dog forvente, at der fx kan være variation i holdningerne, hvis beslutningerne er tidsmæssigt forskudt.

Ved at søge på udvalgte kombinationer af søgeord (fx med søgeordene farm#, technolog#, adoption) omkring landmænd og teknologioptag identificerede vi i 2018 en række empiriske studier i internationale artikeldatabaser (fx ScienceDirect og Scopus), som inden for de sidste ca. 25 år indtil 2018 har undersøgt faktorer, der påvirker landmænds teknologioptag. Se tabel 1 hvor de mest interessante studier i forhold til projektets problemstilling opsummeres.

Da litteraturstudiet blev afsluttet allerede i 2018, vil der være nyere videnskabelige artikler, som ikke er med i tabellen – fx Konrad et al. (2019).

Tabel 1 International litteratur om teknologioptag.

Literature	Method	Main finding regarding factors influencing farmer technology adoption
Gebrezgabher et al. (2015)	Sample of 111 Dutch dairy farmers, mechanical manure separation technology	- Young farmers with a low level of education and large farm size are more likely adopters of manure separation technology. - If farmers have a positive attitude towards manure separation technology, they are more likely to consider the technology the right solution for their farm.
Hou et al. (2016)	Sample, 291 stakeholders in 4 European countries, manure treatment technologies	Pressure from environmental policies is the most important factor affecting the implementation of manure treatment techniques (however, the study does not analyse how important it is).
McDonald et al. (2016)	Sample, 100 Irish farmers, grazing system technology	Dairy farmer decision-making is foremost motivated by financial considerations; however usefulness and ease-of-use are also factors that can increase adoption rate.
Hansen (2015)	Qualitative interviews with 19 farmers in Southern Norway regarding use of Robotic Milking or Automatic Milking Systems (AMS). 14 of the farmers were located in the same small region where adoption of AMS is significantly larger than other parts of Norway. The last five were chosen because they had positive or negative experiences with AMS. The study aims to explain why the Jæren farmers have a higher adoption rate. It is difficult however, since the study do not compare directly with farmers outside Jæren.	The Jæren farmers' reason for investing in AMS (prioritized): 1. They wanted to have a more flexible work day (regarding managing work hours, having a good work day, having a more family-friendly job) 2. Save workload Other factors: a) Makes daily work more interesting; b) It is not more expensive than a milking parlor; c) Social capital in the region The greatest disadvantage of AMS is to be constantly on call.
Mbzibain et al. (2013)	Sample of 393 farmers in the West Midlands Regions (UK)	Focus on farmers' uptake of renewable energy technology as an enterprise. The study identifies three major barriers: a) economic, b) institutional/cognitive, c) normative/social acceptability.
Tate et al. (2012)	Sample of 393 farmers in the West Midlands Regions (UK)	Most influential personal level factors contributing to uptake of renewable energy and the associated technologies are cognitive – e.g. level of education, while administrative issues – e.g. attractiveness of government schemes supporting uptake is not influential. Adopters are younger than the average. Interestingly, current non-adopters assess the policy framework more favourably than adopters.
Rehman et al. (2007)	Sample of 135 farmers in SE England	Drivers: - Cost-effectiveness - Improved detection and conception rates Barrier: - The perceived threat of the technology to demean the personal knowledge and skills of farmers in 'knowing' their cows.

Flett et al. (2004)	Sample of 985 dairy farmers in New Zealand	Perceived usefulness and perceived ease of use were significantly greater for farmers using technologies compared to non-users. Farmer education level was weakly, but consistently, connected to ease of understanding a technology but related to 'ease of use' only for one of the four analysed technologies.
Lynne et al. (1995)	Sample 44 Florida strawberry farmers	Important factors in explaining technology adoption: - Perceived behavioral control over technology decisions. - Attitudes - Community norms
Thomson (2002)	Sample 366 wool producers in Victoria, Australia	The analysis finds that there are significant differences between the ten identified farming styles in their average behaviour. There is variation in in terms of participation in natural resource management programs, adoption of information technology and quality assurance, and their participation in learning activities.
Watcharaanantapong et al. (2014)	Sample 1.692 US cotton producers	Among the main results are that early adoption for three types of Precision Agriculture technology is correlated with: a) beliefs that Precision Agriculture would improve environmental quality and b) the prior adoption of at least one other Precision Agriculture technology.
Ng et al. (2014)	Agent-based modeling	Most likely adopters of new practices are those farmers who interact more with other farmers, are less risk averse, are quick to adjust their expectations, and are slow to reduce their forecast confidence.
Paxton et al. (2011)	Sample 892 US cotton producers	Farmers who were younger, better educated, with a higher within-field variability and who were using computers for management decisions have a higher number of precision agriculture technologies.
Guerin & Guerin (1994)	Literature review	Identifies 7 main constraints among Australian farmers: 1) the extent to which the farmer finds the new technology complex and difficult to comprehend, 2) how readily observable the outcomes of an adoption are, 3) financial costs, 4) the farmers' beliefs and opinions towards the technology, 5) the farmers level of motivation, 6) the farmers perception of the relevance of the new technology, 7) the farmers attitudes.
Giannakis et al. (2016)	Literature review	Age, educational level, small farm size and low level of farm investments are barriers for the adoption of irrigation scheduling technologies in some Southern European countries.
Morris et al. (2017)	Sample 738 Welsh farmers (response rate 9.8 %)	Morris et al. (2017) propose, based on the survey, a four-fold clustering of farm businesses. These differ in technology adoption.

3 Fokusgruppeinterview 2018

Baseret på litteraturstudiet og interne diskussioner i RoboWeedMaPS-projektgruppen blev der udarbejdet en interviewguide til en fokusgruppe med landmænd (se bilag). Fokusgruppen blev afholdt hos konsulentvirksomheden Agrovi i Ringsted 6. juni 2018. Fokusgruppediskussionen er optaget som en lydfil og transskriberet.

Gruppen var på fem landmænd og var sammensat af Agrovi med henblik på at få en gruppe med en vis variation i bedriftsstørrelse og landmandstyper. Det var planen, at et par landmænd mere skulle have deltaget, men der var afbud på selve dagen, som det kan være tilfældet, når man gennemfører fokusgrupper.

Deltagerne i fokusgruppen havde alle relativt store bedrifter (350-850 ha), da det forventes, at RoboWeedMaPS-teknologi især vil være relevant for bedrifter af den størrelse eller endnu større. Sigtet var desuden at have deltagere, der varierede med hensyn til grad af åbenhed i forhold til ny teknologi, men gerne med en større grad af åbenhed end landmandspopulationen som helhed; samtidig skulle der gerne være en vis geografisk spredning på deltagerne. Det vurderes, at disse mål blev opnået, da landmændene var forskellige med hensyn til teknologioptag (se nedenfor) og havde bedrifter spredt ud over Sjælland. Praktiske hensyn, som fx hvem der i det hele taget havde tid til at deltage, har naturligvis også spillet en rolle for udvælgelsen.

Kort beskrivelse af deltagerne:

Landmand A: Planteavler. Ca. 350 ha korn, raps, frøgræs. Har kørt med GPS i de sidste ca. fem år på såmaskine og sprøjte.

Landmand B: Planteavler. Ca. 625 ha byg, hvede, roer, raps, rødsvingel, græs, ærter, bønner. Har kørt med GPS i seks-syv år – mest bare til styring, men har nu fået en ny sprøjte og gødningsspreder med sektionsaflukke som i princippet kan køre efter tildelingskort m.v.

Landmand C: Ca. 450 ha – driver 320 ha. Har kørt pløjefrit siden år 2000 og strip-till de sidste fire år. Kører no-till fra høst og fremadrettet. Har kørt GPS i hvert fald de sidste 20 år og har været med til at udvikle og afprøve det. Har bl.a. hestebønner, ærter, raps, grovhvede, maltbyg, brødhvede, rajgræs, rødsvingel.

Landmand D: Ca. 400 ha. Hvede, byg, raps, roer, spinat, strandsvingel, rajgræs. Eneste nyere teknologi er sektionskontrol på sprøjterne.

Landmand E: Kvæg- og planteavl. Ca. 850 ha. Korn, raps, frøgræs, spinat, bønner. Har brugt John Deere GPS-systemer de sidste 10 år. Har også en Horsch-sprøjte og en såmaskine med Müller-teknik.

Ud over de fem landmænd var der kun to forskere tilstede i mødelokalet.

Som det altid er tilfældet med fokusgrupper kan der ikke generaliseres fra en enkelt fokusgruppe til landmandspopulationen som helhed, men fokusgruppen kan afdække nogle af de holdninger, praksisser m.v., som p.t. er tilstede i segmenter af landmandspopulationen.

3.1 Hvad er det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen

Omkostninger er ifølge landmændene generelt det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen – herunder at optimere ukrudtsbekæmpelsen. Optimal ukrudtsbekæmpelse er ikke at have 'rene marker'. Som Landmand D siger, så bliver det for dyrt, hvis man sigter mod at slå alt ukrudt ned. Bekæmpelsesindsatsen kan dog variere fra afgrøde til afgrøde – i nogle afgrøder, fx roer og ærter, er man nødt til at slå hårdere ned på ukrudtet (Landmand B). To af landmændene nævner fx at væselhaler er man nødt til at slå hårdt ned på. Det er dog også tydeligt, at der kan være en forskel på, hvor detaljeret landmændene går til værks i ukrudtsbekæmpelsesindsatsen. Landmand A sprøjter selv og har derfor et detaljeret indblik i, hvilke hjørner af marken der typisk opstår problemer i, mens Landmand C typisk udliciterer sprøjtningen (dog ikke i år). Landmand E kører selv med sprøjten og kører ofte med forskellige tankblandinger, så han kører en kraftigere blanding på problemområderne og mindre på de andre områder – derfor ville det for ham være fint med en løsning, hvor anlægget selv kan genkende områderne. Landmand E oplever, at hans praksis betyder, at han kan stå og lave en standardblanding til 20 ha, som så viser sig at strække til 5-6 ha yderligere. Han kan ikke opnå den samme besparelse, hvis han sender andre ud at sprøjte, for de kender ikke marken.

3.2 Resistens

Resistensproblemer fylder ikke så meget for denne gruppe af landmænd. Som en af dem siger, så er det vigtigt at have fokus på et godt sædskifte, hvor man får fx raps, roer eller ærter ind, så man kører med andre midler end i kornmarkerne. Det er vigtigt ikke bare at køre hvede, hvede, hvede.

3.3 Landmændenes brug af teknologi generelt

Som introduktion til diskussionen bad vi fokusgruppens deltagere placere sig på et punkt mellem to modsatrettede udsagn og uddybe deres placering.

Her er der to modsatrettede udsagn (A og B) vedrørende din generelle tilgang til at optage teknologi.

Angiv venligst hvilket udsagn der bedst passer med din praksis.

Svar 1 hvis du er helt enig i udsagn A og svar 5 hvis du er helt enig i udsagn B, eller vælg et nummer midt i mellem.

1				5
A: Jeg venter som regel med at anvende nye teknologier, til jeg er nødt til det.	2	3	4	B: Jeg anvender som regel nye teknologier, så snart de er tilgængelige

AARHUS UNIVERSITY 

Figur 1 Udsagn om teknologianvendelse.

Som nævnt placerer alle deltagerne sig på den mere teknologi-interesserende del af skalaen i figur 1, men flere udtrykker også, at de på grund af dårlige erfaringer, er blevet mere afventende ift. at investere i ny teknologi.

- Landmand C har tidligere været en 5'er (som anvender ny teknologi så snart den er anvendelig), men det er han 'vokset fra', fordi det koster penge at indføre ny teknologi, så snart den er tilgængelig. Eksempelvis har han oplevet problemer med at få forskellige systemer til at kommunikere. Men fx ISOBUS har gjort det nemmere. C mener, at nu er han nok en 3'er.
- Landmand E har tidligere været en 4'er, men har lige som C købt noget teknologi, som han ikke fik brugt, så han placerer sig 'nok også' længere nede på skalaen. Han har også haft problemer med teknologi, som ikke kan kommunikere sammen.
- En anden fortæller, at han havde investeret i en gødningsspreder med diverse teknologi, som han ikke kunne bruge, da han skiftede traktor.
- Flere nævner problemer med at få teknologien til at fungere. En nævner, at han har prøvet nogle gange at stå i perfekt sprøjtevejrl kl. 4 om morgenen, hvor han har lavet sin blanding, og fyldt det på sprøjten, og så har teknologien ikke virket. Og det er ikke muligt at få support på den tid af døgnet.
- Landmand A nævner, at det i bund og grund også handler om kroner og ører - hvis han ikke kan se, at han får noget tilbage, eller at det fx virker ovre hos naboen, så kaster han sig ikke ud i en teknologiinvestering.
- En anden nævner, at en anden mulighed er, at den potentielle gevinst er så stor, at man godt gider bruge tid på det - som eksempel nævner han, dengang da der kom autostyring til traktorer.

Uanset placering på skalaen lægger alle deltagerne stor vægt på, at teknologien skal fungere uden problemer og ikke er tidskrævende. Derudover må teknologien gerne give både en miljømæssig og en økonomisk gevinst.

Tid er således en vigtig faktor, når landmændene overvejer at investere i ny teknologi. På den ene side nævner flere, at ny teknologi ikke må kræve en masse indkøringstid. Landmand E uddybede, at han 'kan ikke klare', hvis medarbejderne holder stille i halve og hele timer for at taste ind i et system.

Men der er dog generel accept af, at man må forvente, at ny teknologi tager lidt tid i starten. Ny teknologi kan fx være ressourcekrævende i forhold til at få lagt de rigtige spor og målt markerne op. På den anden side er det godt, hvis teknologien fungerer og medfører, at man kan spare nogen mandetimer, for 'mandetimerne er de dyre'. Og det kan hjælpe med at gøre dataindsamlingen bedre fra starten af med ukrudtskort, dækningskort osv. Landmand E nævner, at der ikke er så meget tid at rutte med. Man bruger måske tre timer pr. år pr. ha på at pleje afgrøderne. Men så bruges der 'sindssygt mange timer' på klargøring, servicering og på at køre frem og tilbage til afgrøderne – og der ligger spildtimerne. Der ligger et timebesparelspotentiale der – omvendt er det noget, som absolut ikke må tage længere tid.

Samtidig skal teknologien fungere pålideligt og ikke være for kompliceret. Det skal helst være sådan, at systemet bare starter op, når man starter traktoren, så man ikke skal sidde og teste alt muligt. Landmand B og E nævner, at 'man ikke gider holde og bruge en halv time på at taste'.

Landmand B har kørt med kameraer sammen med Datalogisk om foråret for at måle ukrudtsmængde. Brugerfladen ser nem nok ud, men så kan der være problemer med opdateringer på telefonen, som giver sort skærm. Da det først kørte, fungerede det dog fint, bortset fra at 'den' [formentlig kameraet] en gang imellem faldt af. Det var motiverende for landmanden, at det var tydeligt, at der var mindre ukrudt, der hvor han havde kørt. Når man først har fået rækkeafstande og plantestørrelse sat op, så kører det. Adspurgt om det er fagligt interessant at bruge præcisionsteknologier, svarer eksempelvis Landmand A, at det er det, men det vigtigste er, 'at det bare virker'. Det må helst ikke drille det mindste. Flere nævner samtidig, at muligheden for support er vigtig, og at det kan være særlig svært at få support, når flere forskellige producenter er involveret i et teknologisk system. Fx siger en af deltagerne, at han kun bruger GPS'en på et simpelt niveau (AB-linjer til jordrækkerne). Det virker godt, men han synes ikke, at det udnytter GPS'ens potentiale til fulde.

Et tredje forhold, der nævnes af flere, er, at de oplever, at de ikke får udnyttet de mange muligheder i de teknologier, de har investeret i (som fx i tilfældet med AB-linjerne).

Endelig påpeger landmand E, at ny teknologi kan være en udfordring for medarbejdere, der har rundet 50 år.

Af øvrige forhold blev der af interviewerens spurgt til, om man kunne bruge maskinstationerne. Her er den generelle holdning, at maskinstationerne ikke nødvendigvis har den nyeste teknologi, og at det ikke ville ændre på kravet om at teknologien skal fungere.

Intervieweren spørger til, om man kommer ind på ny teknologi på landbrugsuddannelserne. Det gør man ikke rigtig ifølge en af landmændene. Det er også svært, når der er så mange forskellige systemer, som en siger.

3.4 Præsentation af teknologien via videoklip samt diskussion af anvendelighed

[Video om RoboWeedMaPS-teknologi fra TV2-Østjyllands nyhedsudsendelse 09.05.2018 kl.19.30 vises. I videoen ser man, hvordan kameraet er monteret på en ATV, som kører over marken med op til 70 km/t, fotograferer ukrudtet og

laver en automatisk genkendelse, hvorefter et hukommelseskort kan sættes i computeren i traktoren og sprøjtningen kan begynde. Forventningerne om en reduktion af pesticider på op til 70 %, de økonomiske fordele m.v. præsenteres. Det nævnes desuden, at forskerne arbejder på at undersøge, om teknologien kan sættes i droner. Klippet varer knapt tre minutter. Link til udsendelsen: <https://www.tv2ostjylland.dk/nyheder/09-05-2018/1930/onsdag-9-maj-2018-kl-1930> - indslaget begynder 09:40 min inde i programmet].

3.4.1 ATV og droner

Landmændene begynder med at diskutere, at det nok er godt med drone frem for ATV. Der er ikke umiddelbart stor interesse for ATV-løsningen. Som en siger, så lyder det ikke særligt tiltrækkende at køre en ATV rundt på 625 ha i marts måned. En landmand nævner, at han ville foretrække, at kameraerne sad på sprøjten. Det ville gøre sprøjten dyrere, men man ville spare ATV'en. Så ville man kunne lave helt præcise injektioner. Man kunne så også bruge det til ren kortlægning, mens man sprøjtede mod noget andet ukrudt. En landmand nævner også, at han næsten hellere vil køre en ekstra gang med 36 meter-sprøjten frem for at skulle ud med ATV. Et kamera kunne også sidde bag skæreboret på mejetærskeren.

Hvad angår droner nævnes det, at dronen har den fordel, at man ikke skal montere et stativ bag på ATV'en. Én nævner, at der dog kan være problemer med nærliggende skov og elledninger for dronerne. En fordel kan omvendt være, at dronen kan bruges til andre opgaver i marken – fx dræn.

3.4.2 Kort og sprøjte

Der er en positiv holdning til, at RoboWeedMaPS-teknologien vil kunne identificere både ukrudtets art og ikke blot mængden.

Der spørges ind til kortteknikken i RoboWeedMaPS – det er afgørende, hvad der skal bruges, fordi det skal kunne overføres til formater som traktor og sprøjte kan aflæse.

Én nævner, at det er godt, hvis kortmaterialet er kompatibelt med andre opgaver – fx et gradueringsskort til gødning. Det kunne også være noget med at tælle planter i rækkerne, så man evaluerede på den mængde udsæd, man fik placeret. Så kan man sætte et tildelingskort ind i såmaskinen og sige, at på den her bakke, skal udsæden ligge 1 cm dybere eller øges 10 % eller lignende. Måske kunne man bare trække et USB-stik over i såmaskinen. Kompatibilitet kan være med til at gøre det mere omkostningseffektivt at investere i teknologien.

Landmand E og B nævner begge, at teknologien skal fungere sådan, at dyserne åbner og lukker, når de ser ukrudt, hvis der skal være en besparelse at hente. Det er for generelt, hvis den fungerer på et mere overordnet områdeniveau. Men det stiller samtidig krav til virkningstiden – det må ikke være sådan at sprøjtemidlet først når ud i dysen, når man har kørt 100 meter. Og hvad gør man med en 36 meter sprøjte, som kører på sektionsniveau – bliver det muligt at differentiere på tværs af sprøjten? Landmand D tænker, at der i den forbindelse er en lille fordel i, at man har lavet kortet inden. En anden nævner, at RoboWeedMaPS kan gøre det lettere at planlægge hvor meget af marken, der skal have det ene og det andet, og der bliver det nemmere at lægge et kort ind. En anden mulighed er et fuldstændig injektionssystem. En landmand er

inde på, at det måske kan blive et dyrt system og dermed mest for de store bedrifter.

3.4.3 Fleksibilitet/styringsmuligheder

Deltagerne har blandede holdninger til tanken om fuldstændig at følge systemets anbefalinger for sprøjtning. Flere ønsker mulighed for at kunne styre systemet.

Landmand B mener, at man på en eller anden måde bør kunne gå ind i systemet og indikere, hvad det skal have fokus på. Så man fx kan fravælge tidsler, hvis man ikke vil gøre noget ved dem endnu, fordi man ved, at man vil køre mod dem senere. Ellers er han bange for, at man skal have én stor cocktail med af alt muligt. Hvis fx kameraet kunne liste ukrudtstyperne op og så kunne man trykke den, den og den. Fx er det ikke sikkert, at når man sprøjter bredbladet ukrudt, at man så også vil sprøjte græsser. Landmand B nævner, at han kender sig selv godt nok til at vide, at han også selv vil kunne bestemme. En landmand nævner, at han ikke gider køre ud på en 100 ha mark, hvor der så lige pludselig skal bruges noget helt andet på 3 ha, fordi der er problemer - så vil han hellere selv kompensere sprøjtningen.

Men andre ser det som en fordel at undgå detailbeslutninger. Landmand E mener, at der vil være nogle udfordringer i at lave et system, som man hele tiden kan gå ind og 'overwrite'. For ham er det vigtigt, at systemet træffer en beslutning, som han ikke behøver justere. Idéen med robotteknologi må ifølge ham netop være, at man ikke selv skal sidde derude.

Landmand B indvender, at det stadig vil være nødvendigt at kunne give systemet besked om, at der er noget, det kan ignoreres. Landmand B påpeger, at hvis det skal være helt robotstyret, så skal systemet også have rådighed over et parti sprøjtemidler, hvor alt det nødvendige er klar. Han mener også fortsat, at det kan være vigtigt, at landmanden har en plan omkring, hvordan sprøjtning 2 skal være.

Der diskuteres, at godt nok kender landmændene deres mark godt, men man kan ikke have alle detaljer i hovedet og der kan kortmateriale hjælpe. En nævner også, at kortmateriale kan være vigtigt i forhold til vidensdeling med medarbejderne. Det er nemmere, hvis man kan vise dem noget visuelt end at fortælle dem det samme. Er det lang tid siden, at man har haft afgrøden kan det også være svært at huske problemerne - fx hvis det er fire år siden, at man har haft roer. Med korn kan man bedre huske problemerne.

3.4.4 Tiltro til RoboWeedMaPS som præsenteret

Intervieweren spørger til, om man vil kunne nå 70 % reduktion, som det nævnes i indslaget.

En landmand mener, at det vil være muligt på tidsler og kvikgræs, men på den generelle ukrudtssprøjtning er det måske kun 20 %. En mener, at første- og andensprøjtningen vil man ikke kunne spare.

Intervieweren spørger til, om landmændene har tillid til, at kamera og kunstig intelligens kan give resultater, som der kan stoles på.

Det er der generelt. Landmand E påpeger igen, at for ham er det vigtigste, at han kan stole på systemet, så han ikke skal sidde og bruge en masse administrativ tid på at justere systemets forslag.

Intervieweren spørger til, om det vigtigste er, at teknologien er arbejdskraftbesparende eller kemibesparende.

Her er landmændene enige om, at det er kemibesparelsen. Men af de senere diskussioner fremgår det dog, at arbejdskraftbesparelsen også er vigtig.

Intervieweren spørger til om landmændene er villige til at vidensdele data med naboen.

Her svarer én – ikke nødvendigvis med naboen, men gerne med ERFA-gruppen. Naboen må også gerne få informationen, men måske snakker man ikke med naboen. Umiddelbart lyder det ikke til, at landmændene har noget problem med at vidensdele deres data, men de har svært ved at se, hvad den information kan bruges til af andre, da det vil være så specifikt, hvad der er af problemer i de enkelte marker.

3.5 Forretningsmodel

Intervieweren spørger til, hvor stor en bedrift man skal have for at ville investere i den slags teknologi – samtidig går snakken over i en diskussion af pris. Det kan dog være svært helt at afkode diskussionen, hvilket bl.a. kan skyldes, at landmændene kan have taktiske grunde til at melde et lavt beløb ud.

3.5.1 Pris

Én nævner, at hvis det koster 10.000 kr., så er der mange, der kan være med. Landmand C mener ikke, at det vil kunne gøres så billigt. Landmand C nævner, at investeringslysten ikke nødvendigvis har så meget med størrelsen af bedriften at gøre, som med typen af afgrøder. En landmand med 150 ha specialafgrøder har måske mere teknologi end en landmand med 500 ha korn.

En anden nævner, at det skal kunne være afskrevet på en 7-10-årig periode. Hvis man bliver præsenteret for ny teknologi og ved, at det allerede kan være tjent ind inden for fem år, så er det interessant.

3.5.2 Investering vs. abonnement (model)

Landmændene synes også, at en abonnementsordning lyder interessant. Fx med en pris der ikke må overstige, hvad der svarer til en afskrivning på 10 år. De forventer, at det vil betyde, at de så hele tiden har ny teknologi. Og fordelene er, at hvis det ikke virker, så kan de droppe det igen.

Der spørges også ind til en model, hvor man ikke betaler for teknologien, hvis den ikke kan levere en given reduktion af pesticider (en såkaldt no-cure-no-pain-model). En sådan model får vi ikke noget klart svar på, hvor attraktiv er - udsving i pesticidanvendelsen fra år til år kan gøre det svært med en sådan model. Fx kan det være svært at etablere et baseline-år.

3.5.3 Pakkeløsning vs. delelementer

Intervieweren spørger derefter til, hvordan holdningen er til at købe en pakkeløsning med sprøjte og det hele kontra at man kan købe delelementer.

En svarer, at han nødigt vil være afhængig af én type sprøjte. En anden siger, at han også mest er til delelementerne – fx ville han gerne bare have nogle billeder af, hvilke ukrudtsarter der er hvorhenne, og så ville han selv lave sin sprøjteplan. Men som et næste step ville han så måske gerne have et beslutningsstøtteelement med forslag til bekæmpelse. Men et kort med ukrudtet er det vigtigste. En anden istemmer, at det ville være godt, hvis man kunne tage det step for step.

Det nævnes også, at der kan være en udfordring i, når man skifter traktor, sprøjte osv. Kan man så tage teknologien med over i den nye traktor. Og hvad med kameraet – bliver det ikke også forældet.

Intervieweren spørger ind til om landmanden, der kun vil have kortdelen først, har samme holdning, hvis han ved, at beslutningsstøtten kan reducere kemien med 70 %.

Det lyder til, at der ligger en investeringsbarriere, da landmændene er ret skeptiske i forhold til, at man skulle kunne nå så store besparelser. Hvis man først har lavet en grundsprøjtning, så er der måske kun 1-2 ukrudtssprøjtninger tilbage. Desuden - med hensyn til raps er der ikke ret mange midler at vælge mellem – der er Matrigon, Galera og Belkar. En anden nævner, at i roerne går man ikke på kompromis, for når man har kørt første sprøjtning, så har man fastlagt midlerne, for man ved lige nøjagtig hvilke mængder, der virker. Og hvis ikke, så skruer man lidt op næste gang. Man går ikke ud og kigger efter ukrudtsarter i roerne, for man ved, at bruger man bare de her midler i disse doseringer, så er man 80-90 % sikker på, at resultatet er godt nok.

Intervieweren spørger til, hvad landmændenes udgifter typisk er til bekæmpelsesmidler.

En svarer, at det ca. er 1.000 kr. /ha i alt. Heraf 200-300 kr./ha på ukrudt. Men det afhænger af afgrøden – i raps og roer kan man ikke klare sig med 300.

3.6 Afprøvning

Flere af landmændene er interesserede i at være med til at afprøve teknologien. Der snakkes lidt om, at det vil være godt at afprøve det i forskellige landskabstyper. Fx har en af deltagerne ret kuperet terræn.

3.7 Tænk to år frem

Interviewer spørger om, at hvis vi tænker, at vi om to år står med noget som virker godt, hvad er så de to vigtigste forhold, der ville indgå i landmændenes overvejelser om at investere eller ej.

Landmand A: Tidsbesparelse og økonomisk besparelse. Og nummer tre – miljøaspektet. Vi bliver miljøreguleret mere og mere, så hvis man kan finde en miljøeffekt via teknologi er det godt.

Landmand B: Jeg er enig. Tid og penge.

Landmand C: Det samme. Men jeg synes også teknologien er spændende – jeg har i mange år været maskinnørd og har næsten prøvet alt, der findes.

Landmand X: Jeg kan også godt lide at være maskinnørd, men gider ikke rode ret meget med det. Teknik der virker, er godt.

Landmand D: Tidsbesparelsen. Og det praktiske – hvor besværligt det er at planlægge at bruge det, hvor lang tid tager det med kortet, og hvor lang tid tager det at koble på sprøjten. Desuden er det godt, hvis vi selv kan bringe forbruget af pesticider lidt ned, uden at vi skal reguleres til det.

Landmand E: Er enig i det der er blevet sagt. Og så funktionaliteten – det skal bare fungere. Og også at man kan se det fungere på den lange bane – fx at det kan kobles til en robot, der bemander maskinen.

Landmændene spørger til sidst meget interesseret til, om det så bliver til noget eller bare bliver på tegnebrættet. Og hvad nu hvis projektpartnerne bliver uenige om det kommercielle.

En af landmændene nævner, at han er med i et projekt, hvor SEGES kommer og tæller ukrudt.

3.8 Opsummering

De fem landmænd i fokusgruppen havde relativt store bedrifter (350-850 ha) og var efter vores vurdering i udgangspunktet i gennemsnittet nok lidt mere positivt indstillede overfor ny teknologi end den gennemsnitlige danske landmand.

3.8.1 Muligheder

Landmændene betragter generelt omkostningsbegrænsninger, som det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen. Det betyder, at det er vigtigt at sandsynliggøre, at systemet samlet set vil reducere landmandens omkostninger. Der er dog en forskel på, hvor detaljeret landmændene bekæmper ukrudtet – det kan både skyldes individuelle forskelle blandt landmænd, og mere strukturelle forskelle som størrelsen af bedriften og afgrødesammensætningen.

I forhold til den konkrete RoboWeedMaPS-teknologi er landmændene generelt relativt positivt indstillede, næsten begejstrede, ved tanken om bedre kortmateriale, som både vil kunne gøre, at bedriften overordnet kan træffe bedre beslutninger og fx kan bruges til at vidensdele med medarbejderne – den konkrete investering vil dog naturligvis afhænge af prisen.

Rent praktisk tror landmændene generelt klart mere på brug af drone til kortlægning end ATV. En tredje mulighed kunne være, at kameraet sad på sprøjtebommen. Landmændene påpeger desuden, at jo mere teknologien er kompatibel med diverse maskiner og anden teknologi des bedre. Desuden vil det være en fordel, hvis man kan investere i delelementer af teknologien.

Blandt fokusgruppens fem landmænd er der meget stor enighed om, at landmændenes krav til ny teknologi generelt er, at teknologien skal fungere problemfrit og det må ikke være tidskrævende at anvende. Der er dog en vis forståelse for, at det kan kræve lidt ekstra tid i en opstartsfase. Og ligger der en potentielt stor gevinst forude, vil nogle landmænd også gerne bruge lidt tid

på det. Landmændene i fokusgruppen har en del erfaringer med teknologi som ikke har virket godt nok, hvilket har resulteret i, at de er endt med at spille en masse værdifuld tid. Der kan være nogle individuelle forskelle i forhold til investeringslysten/interessen – fx er nogle ældre landmænd måske ikke så indstillede på at bruge ny teknologi.

Kan investeringen afskrives inden for fem år er det interessant for landmændene at investere, men 7-10 år vil også kunne fungere for nogle. En abonnementsordning er også en interessant model for landmændene, fordi de så kan droppe teknologien, hvis den ikke virker; endvidere vil det give muligheden for hele tiden at bruge opdateret teknologi. En abonnementsordning kunne fx have en pris, som tilsvarende en afskrivning inden for 10 år.

Som afrunding på fokusgruppen diskuterede landmændene, hvad der er afgørende for, om de investerer, hvis der ligger et færdigt produkt om fx to år. Her var tidsbesparelse, økonomi og funktionalitet klart vigtigste parametre. Et par stykker er også inde på, at det kan være godt at opnå miljøforbedringer via teknologi, da man derved kan undgå at blive yderligere reguleret via lovgivning. En enkelt er inde på, at han er meget teknologinteresseret og det kan også være en 'driver' i sig selv.

3.8.2 Barrierer

Erfaringerne med teknologier med store løfter, som viser sig ikke at være fuldt funktionsduelige, eller koster for meget tid at bruge, er en barriere. Dvs. det er afgørende at brugerfladen er let at bruge, at systemet fungerer stabilt, og at det er kompatibelt med andre systemelementer.

Landmændene er fx bekymrede for, om de kan bruge teknologien, hvis de køber ny traktor. I gruppen er der lidt uenighed om, om man foretrækker et system, hvor hele beslutningen er overladt til systemet eller hvor landmanden i højere grad også skal ind og foretage nogle valg i beslutningsprocessen. Fordelen ved at overlade hele beslutningen til systemet er, at det kan give en tidsbesparelse, omvendt er der landmænd, som gerne selv vil ind over alle beslutninger og derfor gerne vil have korrektionsmuligheder i forhold til systemets beslutninger. I forhold til modellen hvor beslutninger er helt overladt til systemet, vil det formentlig også være af betydning, at teknologien ved, hvilke bekæmpelsesmidler landmanden har på lager.

Det er ikke enkelt at få landmændene til at svare på, hvad de vil betale for teknologien. En af landmændene har udgifter til bekæmpelsesmidler på ca. 1.000 kr./ha i alt – og ca. 200-300 kr./ha på ukrudt, men det afhænger af afgrøden (især hvis man har specialafgrøder). I forhold til om teknologien vil kunne give en 70 % reduktion af bekæmpelsesmidlerne, er der en del skepsis i fokusgruppen i forhold til om dette mål vil kunne nås og det påvirker efter alt at dømme investeringslysten. Dette er med andre ord en meget væsentlig barriere, som bør adresseres.

Det nærmeste fokusgruppen kommer en acceptabel pris er som nævnt, at det ifølge en landmand skal være afskrevet inden for i hvert fald 7-10 år, og ved man, at det allerede kan være afskrevet efter fem år er det rigtig interessant. Ergo kan det være en barriere, hvis dette ønske ikke kan opfyldes.

Interessen for at investere påvirkes også af fx bedriftens størrelse og afgrødesammensætning (specialafgrøder vs. korn). Der vil være nogle bedrifter, som

er for små eller som har en afgrødesammensætning, som gør, at det ikke er attraktivt at investere.

Der er klart en interesse for et system, hvor man kunne købe enkeltdele – fx ukrudtskortlægning uden beslutningsstøtte osv., og hvor man kunne vælge sprøjten fra. Omvendt kan det være en barriere for nogle, hvis man skal købe en samlet pakke.

En abonnementsordning er som nævnt attraktiv for landmændene. Dvs. at fx en maskinstation eller en konsulentvirksomhed investerer i teknologien og tilbyder at lave kortmateriale osv. for landmanden. Omvendt har landmændene svært ved at se, hvordan en no-cure-no-pain-model skal kunne fungere - der kan være en del udsving i skadevolderne fra år til år, så hvordan vurderer man, om der har været 'cure'?

4 Individuelle interviews i 2020

I 2019-2020 havde vi oprindeligt planlagt at gennemføre 1-2 fokusgruppeinterviews med henblik på at demonstrere teknologien for landmænd og derefter afdække og diskutere landmændenes synspunkter. En planlagt fokusgruppe måtte aflyses i 2019, da der ikke var nok ukrudt i den pågældende mark til en meningsfuld demonstration af teknologien. Erstatningsplanen om at gennemføre fokusgruppeinterviews i foråret 2020 måtte opgives pga. corona-pandemien. Et webinar blev gennemført til demonstration af teknologien i juni 2020, men gav ikke den ønskede interaktion med landmændene. Senere i 2020 inviterede vi de fem landmænd, der deltog i fokusgruppeinterviewet i 2018, til en online fokusgruppe, hvor de ville blive præsenteret for en kort video om den udviklede teknologi som oplæg til diskussion af bl.a. forretningsmodel. Erfaringen er generelt, at det er svært at få landmændene til at deltage i den slags virtuelle arrangementer, og det var også tilfældet her, da kun en af de oprindelige fem landmænd valgte at deltage. Seancen med denne landmand viste dog, at det virtuelle format med indlagt videopræsentation fungerede fint til interview med enkeltpersoner, og vi valgte derfor at supplere dette interview med yderligere ét interview med en landmand, som samtidig sidder i bestyrelsen for en landboforening, samt interviews med tre landbrugskonsulenter - én fra en stor konsulentvirksomhed som selv er landmand, en fra en lille privat konsulentvirksomhed samt en fra den konsulentvirksomhed, som har planer om at udbyde teknologien som en service. De to landmænd er begge planteavlere, der dyrker relativt store arealer, dvs. omkring 300-350 ha. inklusiv forpagtning. Bedrifterne er beliggende i henholdsvis Jylland og Sjælland. Interviewene søgte at afdække, hvad de ser af muligheder i den udviklede teknologi og fordele og ulemper ved forskellige forretningsmodeller. Alle interviews blev optaget gennem platformen Zoom og derefter udskrev vi notater om interviewene.

Til interviewene udarbejdede vi nye interviewguides til henholdsvis landmænd og konsulenter ud fra den viden, som vi havde fra litteraturstudie samt første fokusgruppe (se bilag). De overordnede temaer var de interviewedes vurderinger af det teknologiske koncept, servicemodellen og interessen i at investere.

Nedenfor gennemgås de væsentligste pointer fra de fem interviews. Landmænd og konsulenter delte i det store og hele synspunkter, men vi angiver om det er en landmand eller en konsulent, der er kilde til en pointe, hvor det er relevant.

4.1 Er kortene generelt interessante for landmændene?

Både landmænd og konsulenterne vurderer, at kortene, som de blev præsenteret for, udgør en interessant ny mulighed i bekæmpelsesindsatsen. Det gælder især ukrudsregistrerings-kortene, mens der også er interesse - med lidt flere spørgsmål og forbehold - i forhold til tildelingskort.

Registreringskortene roses blandt andet for en høj detaljeringsgrad med de mange billeder. En landmand fremhæver, at kortene giver en større sikkerhed for at opdage pletter end hans egen pletsprøjtning, fordi kameraet kan se mere

end han selv opdager med det blotte øje. Derved forventer han at kunne erstatte en lavere generel dosering med en lidt højere dosering på de steder, hvor der er behov for at sprøjte.

Det betragtes ikke som et problem, at der indtil videre kun er registreret en- og to-kimbladede arter. 'Man skal kravle, før man kan gå – og så kan man bygge ovenpå', som en landmand udtrykker det.

Konsulenterne fremhæver, at registreringskortene kan bruges som en slags grundregistrering, der kan informere både landmænd og konsulenter og også sikre overførsel af vigtig viden omkring udviklingen i ukrudtstryk, når der fx skiftes driftsleder. Det varierer, hvor tit man forventer at skulle gentage registreringer, hvor en konsulent tænker, det kan ske hver 6.-7. år, mens en landmand mener, at det kan være nødvendigt hvert år de første fem år. Relevansen af at bruge ukrudtsregistreringskort stiger også efterhånden som bedrifterne bliver større, fordi både landmændene selv og deres konsulenter mister det indgående markkendskab, de har på mindre bedrifter.

Det er for det første muligheden for at spare på kemien, der driver interessen. Både landmænd og konsulenter peger på, at der skal være en økonomisk besparelse i det for landmændene. Her er en enkelt konsulent umiddelbart skeptisk vedrørende prisen på 100-150 kr. per ha for et ukrudtskort, mens de to landmænd ikke finder prisen afskrækkende. Såfremt kortet kan bruges igen de efterfølgende år, udgør prisen en mindre barriere.

De interviewede landmænd fremhæver også, at det vil være attraktivt at spare på kemien af miljømæssige hensyn, herunder at landbruget kan komme lovgiverne i forkøbet ved selv at nedbringe forbruget af kemikalier.

Endelig nævner en landmand, at det at være på forkant med teknologi kan gøre det lettere at tiltrække arbejdskraft.

Ift. resistens er der lidt forskellige synspunkter. På den ene side argumenterer den ene landmand for, at teknologien kan hjælpe med at spare på midlerne og dermed hjælpe med at undgå resistens. På den anden side argumenterer den anden landmand for, at han generelt er bange for at få opbygget en stor mængde ukrudt i marken, som han pludselig ikke kan håndtere – derfor er det vigtigt, at man er sikker på, at teknologien virker.

Hvad angår tildelingskortene, er en enkelt konsulent, der følger sine kunder tæt, skeptisk over for om tildelingen følger nogle generelle retningslinjer og dermed ikke er tilpasset den enkelte landmands præferencer og landmandsstil.

4.1.1 Hvem ville det være interessant for

Der er enighed om, at teknologien på nuværende tidspunkt især vil være interessant for teknologi-frontløberne, men det varierer, hvilke typer af landmænd der placeres i den kasse.

Nogle mener, at det primært er yngre landmænd, fx under 50, mens nogle påpeger, at alder i den sammenhæng ikke nødvendigvis handler om fødselsår men snarere er en mental tilstand.

Et par konsulenter fremhæver, at det kan være mere relevant at bruge på lerjorde (de gode jorde) end på sandjorde. For sandjorde er argumentet, at der er flere og mere homogene forekomster af ukrudtsfrø end på lerjorde, hvorfor der er mindre mulighed for at variere tilførslen. En anden konsulent fremhæver, at de gode jorder bedre kan bære omkostningen.

4.1.2 Hvor er teknologien især nyttig

De interviewede forventer, at det især ville give mening økonomisk at anvende teknologien i højværdiafgrøder, eksempelvis frøgræs. På husdyrbedrifter nævnes at det vil give mening i majs. Endvidere kunne det være relevant i korn, hvis teknologien er i stand til at genkende fx flyvehavre.

Endvidere forventes det generelt, at man især vil bruge teknologien på græs-ukrudt, mens det varierer, om det vurderes anvendeligt til bekæmpelse af tidsler. På den ene side argumenteres det, at tidsler ikke flytter sig, hvorfor man med fordel kan bruge registreringskortene i flere år. På den anden side argumenterer en konsulent, at droner kan identificere tidsler.

Endelig er det relevant at bruge teknologien, hvor man kan forvente besparelser på dyre sprøjtemidler – fx forårsprodukterne Cossack og Atlantis samt MCPA.

4.1.3 Hvilke forhold skal være opfyldt

I lighed med fokusgruppeinterviewet 2018, lægger de interviewede stor vægt på, at teknologien skal fungere stabilt og være let at bruge. Det må hverken koste tid eller besvær at tage det i brug og skal gerne fungere som plug-and-play.

Flere er positive ift. at kameraet skal sidde på en ATV, mens en enkelt er skeptisk, fordi det indebærer mere kørsel i markerne med afgrødetab til følge.

Et gennemgående tema – og en mulig barriere – er, hvordan teknologien passer sammen med det udstyr landmanden allerede har – eksempelvis nødvendigheden af et have en specifik sprøjte og mere generelt en sprøjte, der kan blande under sprøjtning. Flere peger på, at det ville være en fordel hvis teknologien kan samlæse med alle traktormærker.

4.2 Er servicemodellen interessant som den er sammensat?

Servicemodellen vurderes at være god, fordi den sparer tid for landmanden og sikrer at teknologien kører pålideligt fra starten. Hvis ikke landmanden er meget IT-kompetent vil det være hurtigere at købe service fra starten.

Der er varierende opfattelser af, om prisen er høj eller rimelig. Som nævnt ovenfor, finder en enkelt konsulent, at prisen på op til 150 kr. per ha. er høj (men ikke så høj hvis kortet kan bruges igen), mens andre – herunder de to landmænd - opfatter det som fair. En konsulent nævner, at naboerne til landmænd, der har afprøvet kortene, har været mere optaget af de gode resultater på marken – 'og der bliver ikke snakket om hvad det koster'. Her er erfaringen, at det er relativt billigt at få konsulenten til at lave kort.

For kvægbrugere kunne det være en ide, at servicen leveres via maskinstationerne.

4.3 Vil det være interessant at investere i hele teknologien for landmanden

Om det er relevant at investere i hele teknologien, kommer især an på bedriftens størrelse. De store brug, fx over 500 ha, vil kunne investere ifølge de interviewede. Mellemstore brug kan eventuelt gå ind i det for at eksperimentere, men en konsulent vurderer landbrug under 300 ha ikke har det relevante udstyr. Endvidere påpeger en konsulent, at det kan være interessant for lidt mindre planteavlsbedrifter på gode jorde.

Andre vurderer dog, at servicekonceptet er så fordelagtigt, at mange landmænd ville foretrække det for at 'slippe for besvær'. Men når kortene bliver en integreret del af sprøjteudstyret, der opererer, mens landmanden kører med sprøjten, kan det blive interessant at investere.

Ellers vurderes det, at det nok især bliver landboforeninger/konsulenter eller maskinstationer der vil investere og udbyde det til landmændene som en service. Fordelen er, at de kan kombinere det med andre opgaver, idet sprøjtning kun foregår i begrænsede perioder.

4.4 Faktorer med betydning for investeringen

Både landmænd og konsulenter fremhæver, at statslige tilskud til teknologiinvesteringer ville fremme investeringslysten blandt landmænd. Ligeledes kan EU's fælles landbrugspolitik fremme interessen for præcisionsteknologi, ved at sætte fokus på det.

Flere konsulenter nævner også en såkaldt nabo-effekt, dvs. at lokale first movers tager teknologien til sig og viser gode resultater. Det har været tilfældet med de hidtidige forsøg med teknologien – her har man oplevet at efterspørgslen efter kort er skabt via mund-til-mund uden egentlig reklamekampagne.

En konsulent fremhæver, at de hensyn der normalt driver landmændenes investeringer er udstyrets kapacitet (tankstørrelse og sprøjtebredde) og kvaliteten i arbejdets udførelse (er sprøjten stabil ved ujævnheder på jorden). Endvidere nævnes, at det er vigtigt, at der faktisk er adgang til service lokalt, såfremt der er problemer med udstyret.

I sidste ende vil det komme an på de relative priser mellem servicekonceptet og investering samt hvor meget landmanden kan spare på sprøjtningen ved at investere.

En konsulent forventer, at eventuelle investeringer vil ske, når udstyret naturligt skal udskiftes. Han mener ikke, at udgifter til pesticider er drivende for beslutningen, men at det dog vil blive opfattet som en ekstra bonus, hvis landmanden kan spare fx 10 kr. per ha.

4.5 Opsummering

Der er relativt stor enighed blandt landmænd og konsulenter om, at registreringskortene udgør en attraktiv mulighed, og at tildelingskortene også har potentiale, men her er der flere mulige barrierer ift. hvor let det er at bruge samt krav til at det skal kunne bruges med landmandens teknologi. Det er især muligheden for at spare på sprøjtemidler, dvs. økonomiske og til dels miljøfordele, der driver interessen.

Servicekonceptet vurderes meget nyttigt, fordi det giver landmanden mulighed for at bruge teknologien uden selv at stå med besværet. Der er dog lidt forskellige vurderinger af prisen her.

Det vurderes primært at være større og/eller teknologiorienterede bedrifter, der vil være interesseret i konceptet. Det er afgørende, at det virker og er let at bruge.

Ift. investeringer vurderes det igen at være de store bedrifter, der kunne være interesseret, især når teknologien er udviklet, så den kan sidde på sprøjten og tildele differentieret. Men hvorvidt der investeres kommer an på prisforholdet mellem at eje udstyr og at købe service.

5 Opsummering – barrierer og muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi

Med udgangspunkt i den internationale litteratur om hvilke faktorer der påvirker landmænds optag af ny teknologi, er det via et fokusgruppelinterview med landmænd og opfølgende kvalitative interviews med landmænd og konsulenter analyseret, hvilke barrierer og muligheder der kan være for optag af den udviklede RoboWeedMaPS-teknologi. Analysen af barrierer og muligheder for RoboWeedMaPS-teknologi viser, at der er et potentiale for udbredelse af teknologien.

5.1 Muligheder i RoboWeedMaPS-teknologi

Landmændene betragtede generelt i 2018-fokusgruppen omkostningsbegrænsninger som det vigtigste hensyn i ukrudtsbekæmpelsen. Det betyder, at det er vigtigt at sandsynliggøre, at systemet samlet set vil reducere landmandens omkostninger.

Der kan være forskel på viljen til selv at investere i teknologien kontra at investere i registreringskort og tildelingskort, som en service udbudt af fx en konsulentvirksomhed.

I forhold til den konkrete RoboWeedMaPS-teknologi er landmændene generelt relativt positivt indstillede, næsten begejstrede, ved tanken om bedre kortmateriale, som både vil kunne gøre, at bedriften overordnet kan træffe bedre beslutninger og fx kan bruges til at vidensdele med medarbejderne eller hvis der kommer ny driftsleder - den konkrete investering vil dog naturligvis afhænge af prisen.

I 2018-fokusgruppen blev det nævnt, at kan investeringen afskrives inden for fem år er det interessant for landmændene at investere, men 7-10 år vil også kunne fungere for nogle.

En abonnementsordning er også en interessant model for landmændene, fordi de så kan droppe teknologien, hvis den ikke virker; endvidere vil det give muligheden for hele tiden at bruge opdateret teknologi. En abonnementsordning kunne fx have en pris, som tilsvarende en afskrivning inden for 10 år.

Abonnementsordningen/servicemodellen vurderes at være god, fordi den sparer tid for landmanden og sikrer at teknologien kører pålideligt fra starten. Hvis ikke landmanden er meget IT-kompetent vil det andet lige være hurtigere at købe service i stedet for at investere i teknologien.

Prisen på 100-150 kr. for at købe kortene som en service af en konsulentvirksomhed, som de interviewede blev præsenteret for mod slutningen af projektet, finder de to interviewede landmænd ikke afskrækkende, mens en af de interviewede konsulenter er skeptisk i forhold til en kortpris på det niveau - med mindre det vil kunne bruges igen (hvilket det ofte vil kunne).

Både landmænd og konsulenter vurderer generelt, at de konkret udviklede kort i RoboWeedMaPS udgør en interessant ny mulighed i ukrudtsbekæmpelsesindsatsen. Det gælder især ukrudtsregistreringskortene, mens der også

er interesse - med lidt flere spørgsmål og forbehold - i forhold til tildelingskort.

Registreringskortene roses blandt andet for en høj detaljeringsgrad med de mange billeder, det kan generere. En landmand fremhæver at kortene giver en større sikkerhed for at opdage pletter end hans egen pletsprøjtning, fordi kameraet kan se mere end han selv opdager med det blotte øje. Derved forventer han at kunne erstatte en lavere generel dosering med en lidt højere dosering på de steder, hvor der er behov for at sprøjte, hvis han får teknologien, og så spare andre steder. Det betragtes ikke som et problem, at der indtil videre kun er registreret en- og to-kimbladede arter i systemet. 'Man skal kravle, før man kan gå - og så kan man bygge ovenpå,' som en landmand udtrykker det. Der er dog ret stor forskel blandt de interviewede med hensyn til, hvor ofte de forventer, at det er nødvendigt at få kortet opdateret.

Rent praktisk troede landmændene i fokusgruppen 2018 generelt klart mere på brug af drone til kortlægning end ATV. En tredje god mulighed kunne ifølge landmændene være, at kameraet sad på sprøjtebommen. Ved de kvalitative interviews i 2020 lader det dog ikke til at være et problem, at kortene er baseret på ATV-kørsel. Det påpeges dog, at der kan være forskelle ift. både jordtyper og afgrøder, idet der i nogle afgrøder vil være fokus på at minimere kørsel på marken for ikke at miste for meget afgrøde.

Landmændene påpeger desuden, at jo mere teknologien er kompatibel med diverse maskiner og anden teknologi des bedre. Desuden vil det være en fordel, hvis man kan investere i delelementer af teknologien.

Generelt er der stor enighed om, at teknologien skal fungere problemfrit og det må ikke være tidskrævende at anvende - det skal være 'plug and play'. Der er dog en vis forståelse for, at det kan kræve lidt ekstra tid i en opstarts-fase. Og ligger der en potentielt stor gevinst forude, vil nogle landmænd også gerne bruge lidt tid på det. Landmændene i fokusgruppen havde en del erfaringer med teknologi, som ikke har virket godt nok, hvilket har resulteret i, at de er endt med frustrationer og tidsspilde.

En konsulent fremhæver, at de hensyn, der normalt generelt driver landmændenes investeringer, er udstyrets kapacitet (tankstørrelse og sprøjtebredde) og kvaliteten i arbejdets udførelse (er sprøjten stabil ved ujævnheder på jorden). Endvidere nævnes, at det er vigtigt, at der faktisk er adgang til service lokalt, såfremt der er problemer med udstyret.

Der kan være nogle individuelle forskelle i forhold til investeringslysten/interessen - i sagens natur vil teknologien være mest interessant for teknologi-frontløberne. Nogle mener, at det primært er yngre landmænd, fx under 50, der er frontløbere, mens nogle påpeger, at alder i den sammenhæng ikke nødvendigvis handler om fødselsår men snarere er en mental tilstand. Et par konsulenter fremhæver, at teknologien kan være mere relevant at bruge på lerjorde (de bedste jorde) end på sandjorde. For sandjorde er argumentet, at der er flere og mere homogene forekomster af ukrudtsfrø end på lerjorde, hvorfor der er mindre mulighed for at variere tilførslen. En anden konsulent fremhæver, at de gode jorde bedre kan bære omkostningen. Flere interviewede forventer, at det især ville give mening økonomisk at anvende teknologien i højværdiafgrøder, eksempelvis frøgræs - og for husdyrbedrifternes vedkommende eventuelt også i majs. Endvidere kunne det være relevant i korn, hvis

teknologien er i stand til at genkende fx flyvehavre. Endelig vil teknologien være mest attraktiv på større bedrifter (fx >300 ha) ifølge de interviewede.

Både landmænd og konsulenter fremhæver, at statslige tilskud til teknologi-investeringer ville fremme investeringslysten blandt landmænd. Ligeledes kan EU's fælles landbrugspolitik fremme interessen for præcisionsteknologi ved at sætte fokus på det.

Flere konsulenter nævner også en såkaldt nabo-effekt, dvs. at lokale first movers tager teknologien til sig og viser gode resultater. Det har været tilfældet med de hidtidige forsøg med teknologien – her har man oplevet at efterspørgslen efter kort er skabt via mund-til-mund uden egentlig reklamekampagne. Endelig kan det være nemmere at tiltrække arbejdskraft til bedriften, hvis man har investeret i ny teknologi.

Som afrunding på 2018-fokusgruppen diskuterede landmændene, hvad der er afgørende for, om de investerer, hvis der skulle ligge et færdigt produkt ved projektafslutningen to år senere. Her var tidsbesparelse, økonomi og funktionalitet klart vigtigste parametre. Et par stykker var også inde på, at det kan være godt at opnå miljøforbedringer via teknologi, da man derved kan undgå at blive yderligere reguleret via lovgivning. En enkelt var inde på, at han er meget teknologiinteressert og det kan også være en 'driver' i sig selv. Flere af disse faktorer går igen i 2020-interviewene.

5.2 Potentielle barrierer

Erfaringerne med teknologier med store løfter, som viser sig ikke at være fuldt funktionsduelige, eller koster for meget tid at bruge, er en barriere. Dvs. det er afgørende, at brugerfladen er let at bruge, at systemet fungerer stabilt, og at det er kompatibelt med andre systemelementer. Betydningen af denne barriere mindskes i sagens natur, hvis landmændene køber teknologien gennem en abonnementsordning på service kontra en situation, hvor de selv investerer i teknologien.

Nogle landmænd foretrækker systemer, hvor de kan overlade beslutningen til systemet, mens andre gerne vil have mulighed for at korrigere. Giver systemet ikke denne fleksibilitet kan det formentlig være en barriere for nogle landmænd.

Omkostningen forbundet med investering i teknologien er meget afgørende, som det fremgår ovenfor under mulighederne. Det er ikke enkelt at få landmændene til at svare på, hvad de vil betale for teknologien. I forhold til, om teknologien vil kunne give en 70 % reduktion af bekæmpelsesmidlerne er der en del skepsis i fokusgruppen i forhold til om dette mål vil kunne nås, og en sådan tvivl vil kunne påvirke investeringslysten, men det afhænger samtidig af de potentielle gevinster. Kan det vises, at 70 % reduktion er realistisk, vil det kunne mindske denne barriere.

Der er klart en interesse for et system, hvor man køber enkeltdele – fx ukrudtskort og tildelingskort. Omvendt kan det være en barriere for nogle, hvis man skal købe en samlet pakke.

En abonnementsordning er som nævnt attraktiv for landmændene. Dvs. at fx en maskinstation eller en konsulentvirksomhed investerer i teknologien og

tilbyder at lave kortmateriale osv. for landmanden. Omvendt har landmændene svært ved at se, hvordan en no-cure-no-pain-model skal kunne fungere - der kan være en del udsving i skadevolderne fra år til år, så hvordan vurderer man, om der har været 'cure'?

Som det diskuteres ovenfor påvirkes investeringslysten af en række faktorer som fx bedriftens størrelse og afgrødesammensætning (specialafgrøder vs. korn). Der vil være nogle bedrifter, som er for små eller som har en afgrødesammensætning, som gør, at det ikke er attraktivt at investere.

Referencer

- Bartkowski, B. & Bartke, S., 2018: Leverage Points for Governing Agricultural Soils: A Review of Empirical Studies of European Farmers' Decision-Making. *Sustainability* 10(9), 3179.
- Davis, F.D., 1989: Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quart* 13, 319-339.
- Fishbein, M. & Ajzen, I., 1975: *Belief, Attitude, Intention and Behaviour: an Introduction to Theory and Research*. Reading: Addison-Wesley.
- Flett, R., Alpass, F., Humphries, S., Massey, C., Morriss, S. & Long, N., 2004: The technology acceptance model and use of technology in New Zealand dairy farming, *Agricultural Systems* 80:2, 199-211.
- Gebrezgabher, S.A., Meuwissen, M.P.M., Kruseman, G., Lakner, D. & Lansink, A.G.J.M.O., 2015: Factors influencing adoption of manure separation technology in the Netherlands. *Journal of Environmental Management* 150, 1-8.
- Giannakis, E., Bruggeman, A., Djurma, H., Kozyra, J. & Hammer, J., 2016: Water pricing and irrigation across Europe: opportunities and constraints for adopting irrigation scheduling decision support systems. *Water Science & Technology: Water Supply* 16.1.
- Guerin, L.J. & Guerin, T.F., 1994: Constraints to the adoption of innovations in agricultural research and environmental management: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34, 549-571.
- Hansen, B.G., 2015: Robotic milking-farmer experiences and adoption rate in Jæren, Norway. *Journal of Rural Studies* 41, 109-117.
- Hou, Y., Velthof, G.L., Case, S.D.C., Oelofse, M., Grignani, C., Balsari, P., Zavattaro, L., Gioelli, F., Bernal, M.P., Fangueiro, D., Trindade, H., Jensen, L.S. & Oenema, O., 2016: Stakeholder perceptions of manure treatment technologies in Denmark, Italy, the Netherlands and Spain. *Journal of Cleaner Production* 2016, 1-11.
- Konrad, M.T., Nielsen, H.Ø., Pedersen, A.B. & Elofsson, K., 2019: Drivers of Farmers' Investments in Nutrient Abatement Technologies in Five Baltic Sea Countries. *Ecological Economics* 159, 91-100.
- Lynne, G.D., Casey, C.F., Hodges, A. & Rahmani, M., 1995: Conservation technology adoption decisions and the theory of planned behavior. *Journal of Economic Psychology* 16:4, 581-98.
- Mbzibian, A., Hocking, T.J., Tate, G. & Ali, S., 2013: Renewable enterprises on UK farms: Assessing levels of uptake, motivations and constraints to widespread adoption. *Biomass and Bioenergy* 49, 28-37.
- McDonald, R., Heanue, K., Pierce, K. & Horan, B., 2016: Factors Influencing New Entrant Dairy Farmer's Decision-making Process around Technology Adoption'. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 22:2, 163-177.

- Morris, W., Henley, A. & Dowell, D., 2017: Farm diversification, entrepreneurship and technology adoption: Analysis of upland farmers in Wales. *Journal of Rural Studies* 53, 132-143.
- Ng, T.L., Eheart, J.W., Cai, X. & Braden, J.B., 2011: An agent-based model of farmer decision-making and water quality impacts at the watershed scale under markets for carbon allowances and a second-generation biofuel crop. *Water Resources Research* 47(9).
- Paxton, K.W., Mishra, A.K., Chintawar, S., Roberts, R.K., Larson, J.A., English, B.C., Lamberft, D.M., Marra, M.C., Larkin, S.L., Reeves, J.M. & Martin, S.W., 2011: Intensity of precision agriculture technology adoption by cotton producers. *Agricultural and Resource Economics Review* 40(1), 133-144.
- Rehman, T., McKemey, K., Yates, C.M., Cooke, R.J., Garforth, C.J., Tranter, R.B., Park, J.R. & Dorward, P.T., 2007: Identifying and understanding factors influencing the uptake of new technologies on dairy farms in SW England using the theory of reasoned action, *Agricultural Systems* 94:2, 281-293.
- Rogers, E.M., 1983 (1995): *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Tate, G., Mbzibain, A. & Ali, S., 2012: A comparison of the drivers influencing farmers' adoption of enterprises associated with renewable energy. *Energy Policy* 49, 400-409.
- Thomson, D., 2002: Understanding diversity in farming behavior using 'farming styles'. *Wool Technology and Sheep Breeding* 50:3, pp.280-86.
- Watcharaanantapong, P., Roberts, R.K., Lambert, D.M., Larspn, J.A., Velandia, M., English, B.C., Rejesus, R.M. & Wang, C., 2014: Timing of precision agriculture technology adoption in US cotton production. *Precision Agriculture* 15:4, 427-46.

Bilag 1 – Interviewguide 2018

Fokusgruppe Ringsted 6. juni 2018, RoboWeedMaPS

Introduktion (10 minutter)

- Kort introduktion til projektet
 - Forskningsprojekt finansieret af Innovationsfonden
 - Formål: udvikle teknologi til præcisionssprøjtning ved brug af kunstig intelligens
- Formål med fokusgruppen
 - Afdække hvad I lægger vægt på, når I skal investere i eller bruge ny teknologi
 - Input til hvordan sådan teknologi kan gøres så anvendelig som mulig for jer i hverdagen
- HVORDAN "foregår":
 - Vi introducerer temaer – åbent for jeres reaktioner, gerne alle på banen
 - Vi følger op med uddybende spørgsmål
- Dagens program
- Runde: Navn og baggrund
 - Navn
 - Bedriftstype
 - Bedriftsstørrelse
 - Nøgleafgrøder
 - Erfaring som landmand
- Opklarende spørgsmål?

1 Tema: Ukrudtsbekæmpelse, beslutningsstøtteværktøjer og teknologi (ca. 20 minutter)

- Hvad er de vigtigste hensyn, når du/I træffer beslutninger om ukrudtsbekæmpelse? (Udbytte? Bekymring for resistens? Arbejdsplanlægning? Priser? Tilgængelige midler etc.)
- Hvilken rolle spiller IPM i jeres ukrudtsbekæmpelse
- Beslutningsstøtteværktøjer
- Brugt beslutningsstøtteværktøjer? Hvilke?
- Gode og dårlige erfaringer?
- Erfaringer med teknologi generelt til markdrift, især sprøjte- og præcisionsteknologi?
 - Kunne fx være
 - Satellitovervågning (Cropsat)
 - Afgrødesensorer. Siden 2014 har det været muligt for større landbrug at opnå miljøteknologistøtte til investering i nye sprøjter udstyret med afgrødesensorer
 - Marksprøjter med injektionsudstyr
 - ISOBUS - Via en og samme terminal styre diverse funktioner på traktoren og tilkoblede redskaber
 - Autostyring via GPS så bombredde m.v. tilpasses
 - Diverse apps med tildelingskort osv.
 - Er det fagligt interessant at bruge den type af teknologi
- Vise to modsatrettede udsagn om tilgang til at optage teknologi (SLIDE)
 - Opfølgning: Hvad svarer du og hvorfor?

- Hvad er gode eksempler på teknologi, I har investeret i eller brugt (primært markdrift)?
 - Hvad gjorde det til en god teknologi? (Eller mere generelt: Hvad gør en teknologi god?)
- Eksempler på teknologi, der ikke har levet op til forventningerne?
 - Hvordan skuffede teknologien?

2 Tema RoboWeedMaPS – introduktion

- Vise film
Evt. opklarende spørgsmål

3 Reaktioner (1 time)

Umiddelbare reaktioner?

Hvor ser I det største potentiale? (Åbent, men følg op på nedenstående information)

- Optimering af pesticidanvendelse: Appellerer det? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Har det betydning at få dybere/mere detaljeret viden om marker og planters tilstand?
- Selve teknologien (deep learning) - interessant? Fordele?
- Økonomiske fordele (besparelser)
- Lettere og mere præcis registrering af ukrudt (fx at billeder år 1 også giver fingerpeg om år 2 og 3)
- Lettere beslutningstagning omkring sprøjtestrategi
- Er det fagligt interessant? Hvorfor / hvorfor ikke?

Ville I have tillid til ukrudtsregistreringer?

Ville I dele resistens med nabolandmænd?

Ville I fx ændre sædskifte hvis beslutningsstøtte foreslår det?

Hvor er de største udfordringer ift. at bruge teknologien?

- Hvor let / besværligt at bruge? Hvor vigtigt?
- Betydningen af nye arbejdsgange og rutiner
- Hvordan ville det afvige fra nuværende rutiner?
- Hvordan er det at overlade beslutninger til computer?
- Tillid til at ukrudtskort måler rigtigt? Er det rigtigt?
- Hvor forandringsvillige: er de fx villige til at lave sædskifte, hvis RoboWeedMaPS anbefaler det for at optimere ukrudtsbekæmpelsen?
- Hvor villig er man til at dele data om fx resistens med naboen?
- Betydningen af bedriftens størrelse
- Betydningen af højværdiafgrøde vs andre afgrøder
- Maskinstationens holdning
Andet?

4 Forretningsmodel (25 minutter)

Intro: Vi præsenterer nogle muligheder

Praktisk model:

Hele pakken vs. trinvis

- Mulighed for trinvis afprøvning eller trinvis model (fx trin 1: Billeder; trin 2: Behandlingskort, trin 3: Beslutningsstøtte, trin 4: Sprøjtning) (ad 3)
- Praktisk: hardware som I selv investerer i eller service?

Spørgsmål:

- Hvad er mest interessant? Hvorfor?
- Hvilke afvejsninger indgår?

Betalingsmodel:

Service:

- Betaling per hektar?
- Abonnement?
- En eller anden form for no-cure-no-pain.

Økonomi generelt

- Hvor stor skal besparelse/gevinst være for at det er interessant?
- Hvilken værdi tillægger landmanden denne teknologi (kroner og øre)?

5 Opsamlende (15 minutter)

Hvad vil være afgørende for, om I ville bruge teknologien?

Bilag 2 – interviewguide 2020

RoboWeedMaPS – interviewguides 2020

Velkommen – dejligt du/I vil være med. Vi gør opmærksom på, at vi optager samtalen. Det er kun Helle og Anders, der vil se videoen. De input vi bruger fra dig/jer vil ikke blive refereret med navns nævnelse i vores rapportering.

Navnerunde hvis der er flere deltagere.

Vi tager det som en åben diskussion. Men også fint hvis I rækker hånden op, hvis I vil sige noget.

Landmænd

1. Visning af filmklip. 3-minutters filmen fra Datalogisk:
https://www.youtube.com/watch?v=Wztt_FSjp_I
2. Kort beskrivelse af, hvad er det præcist, vi kan tilbyde. Fremvisning af de to kort
 - a. Hvad er det vi udbyder nu som en service gennem Patriotisk? Produkt, pris, udbudt af hvem osv.
 - b. Tilsvarende – hvad kan bygges oven på i en fase 2. Eksempelvis om man selv kan investere i teknologien, flere ukrudtsarter osv.
3. Diskussion af:
 - a. Vil det beskrevne ukrudtskort være interessant for dig? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - b. Vil det beskrevne tildelings- og spotsprøjtningsskort være interessant for dig? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - c. Vil det være interessant for dig, hvis du selv kan investere i teknologien? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - d. Hvordan kan produktet blive (endnu) mere interessant for dig?
4. Teknologiinvesteringer. Har du selv investeret i ny sprøjteteknologi siden vi sidst talte sammen i sommeren 2018?
5. Faktorer med betydning for investering. Hvad har været afgørende for, at du har investeret/ikke har investeret i ny teknologi?
 - Har ændret lovgivning fx haft en betydning (fx den reviderede pesticid-afgift)?
 - Information fra konsulenter, landboforeninger e.l.
 - Naboer

Konsulenter

Velkommen – dejligt du vil være med. Vi gør opmærksom på, at vi optager samtalen. Det er kun Helle og Anders, der vil se videoen. De input vi bruger fra dig vil ikke blive refereret med navns nævnelse i vores rapportering.

1. Visning af filmklip. 3-minutters filmen fra Datalogisk:
https://www.youtube.com/watch?v=Wztt_FSjp_I
 2. Kort beskrivelse af hvad er det præcist vi kan tilbyde. Fremvisning af de to kort
 - a. Hvad er det vi udbyder nu som en service gennem Patriotisk? Produkt, pris, udbudt af hvem osv.
 - b. Tilsvarende – hvad kan bygges oven på i en fase 2. Eksempelvis om man selv kan investere i teknologien, flere ukrudtsarter osv.
 3. Diskussion af:
 - a. Vil det beskrevne ukrudtskort være interessant for landmændene? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - b. Vil det beskrevne tildelings- og spotsprøjtningkort være interessant for landmændene? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - c. Vil det være interessant for landmændene, hvis de selv kan investere i teknologien? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - d. Hvordan kan produktet blive (endnu) mere interessant for landmændene?
 4. Teknologiinvesteringer. Hvad er din oplevelse af landmændenes investeringer i sprøjteteknologi de seneste par år?
 5. Faktorer med betydning for investering. Hvad er afgørende for, om landmændene investerer i ny sprøjteteknologi, som du oplever det?
- [Helst skud fra hoften her, men det kunne jo være noget omkring information fra naboer/konsulenter/landboforening, ny regulering som pesticidafgiften, miljøholdninger, alder, bedriftsstørrelse/-type)

LANDMÆND'S OPLEVELSE AF BARRIERER OG MULIGHEDER FOR PRÆCISIONSTEKNOLOGI TIL UKRUDTSBEKÆMPELSE

– baseret på interviews om konkret RoboWeedMaPS-teknologi

Rapporten analyserer gennem et litteraturstudie, et fokusgruppinterview med landmænd samt interviews med landmænd og konsulenter barrierer og muligheder for anvendelse den type af præcisionsteknologi til landbruget, som er udviklet i forskningsprojektet RoboWeedMaPS. RoboWeedMaps-teknologien består i et kamera monteret på en ATV - eller potentielt en drone eller en sprøjtebom - som overkører marken og fotograferer/registerer ukrudtet og derefter identificerer ukrudtsarten. På baggrund af indsamlede data kan systemet generere et ukrudtskort over de overkørte marker, anbefale behandling og generere et pesticid-sprøjtekort til sprøjten, som derefter kan anvendes på den pågældende mark. Analysen viser gennem en analyse af barriererne og mulighederne, at der er et potentiale for udbredelse af den type af præcisionsteknologi, som er udarbejdet i RoboWeedMaPS.