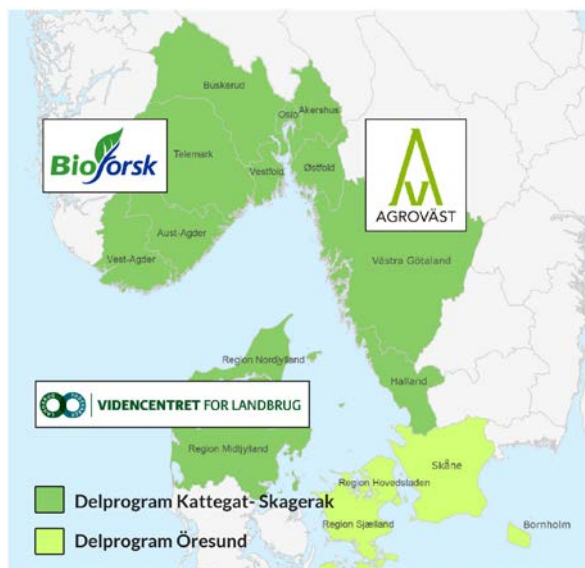




Hållbart jordbruk genom precisionsodling

En förstudie från Öresund-Kattegat-Skagerrak-området



Kjell Gustafsson, Therese W. Berge, Kathrine Hauge
Madsen

Förord

Denna rapport behandlar ämnet precisionsodling - även kallat platsanpassad odling - med fokus på en sammanfattande beskrivning av den teknik som används och vilka ekonomiska och miljömässiga fördelar som kan nås genom att använda tekniken framförallt inom ÖKS-området. Syftet med rapporten är att ge en förståelse för vad precisionsodling är, visa på fördelar och möjligheter med tekniken och ge förslag på hur vi ska få fler lantbrukare att använda sig av den. Variationerna inom ett fält kan ibland vara mycket stora, vilket innebär ett stort behov av att sprida t.ex. kalk, kväve och annan växtnäring med behovsanpassade doseringar över fältet. Men även bearbetningsintensitet, utsädesmängd, och dosering av ogräs-växtskydds- och tillväxtreglering kan och bör vid betydande inomfältsvariation anpassas efter behovet. Rapporten är ett delresultat av förprojektet **Hållbart jordbruk genom precisionsodling** som är till 50 % finansierat genom EU genom Interreg IV A Öresund-Kattegat-Skagerrak (ÖKS). Övrig finansiering av projektet kommer från Videncentret for Landbrug (DK), Bioforsk (NO), Västra Götalandsregionen (SE), Yara och Skaraborgs Kommunalförbund (SE).

Författarna 2015



Författarna:

Kjell Gustafsson, Agroväst, Sverige

Therese W. Berge, Bioforsk, Norge

Kathrine Hauge Madsen, SEGES (f.d. Videncentret for Landbrug), Danmark

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	2
<i>Innehållsförteckning</i>	3
<i>Precisionsodling</i>	5
<i>Teknik inom precisionsodling</i>	6
Guidesystem och autostyrning	6
Markkartering	6
Markkarteringsmetoder	6
Kalium och kaliumgödsling	9
Fosfor och fosforgödsling.....	10
Magnesium och magnesiumgödsling	10
Koppar och koppargödsling.....	10
Ogräsbekämpning	10
Växtskydd, stråforkortingsmedel og nedsvidningsmedel	11
Grödsensor för kvävegödsling	13
Varierade åtgärder genom styrfiler	16
Redskapsstyrning	16
Skördekartering	16
Hur kan en ökad tillämpning av precisionsodling ge ett mer hållbart jordbruk?	17
Ekonomisk hållbarhet.....	17
Ekologisk hållbarhet.....	17
Social hållbarhet	18
<i>Hur skall vi få fler lantbrukare att bedriva precisionsodling?</i>	18
<i>Hur får vi fler innovationer i ÖKS-området genom precisionsodling?</i>	19
<i>Referenser</i>	20
Officiella hemsidor för aktuella myndigheter, företag och andra organisationer	20
Personliga meddelanden	21

Precisionsodling

Begreppet precisionsodling används i olika sammanhang, både för tekniska verktyg och ”mjukare” delar, som planering, kartering, beräkningar osv. Enligt Greppa Näringen och Agroväst kan precisionsodling (i stort synonymt med platsanpassad odling) förklaras som aktiva åtgärder för att anpassa insatserna efter variationer i rum och tid inom ett och samma fält. Ju större ett fält är, desto större är risken att variationer i jordart, växtnäringsinnehåll och andra förhållanden också ökar. Exempel på insatser som kan anpassas efter variationer inom fälten är dränering, kalkning, intensitet av jordbearbetning, gödsling med olika växtnäringsämnen, utsädesmängd, såddjup, ogräsbekämpning, bekämpning av svampar och insekter, tillväxtreglering och kvalitetssortering vid skörd. Precisionsodling handlar i grunden om odlarens vilja att förbättra och effektivisera sin växtodling och att våga göra förändringar.

Det er två angreppsmåtar for precisionsodling: 1) Kart-baserat och 2) Sanntids (on-the-go, real-time). I kart-baserad precisionsodling skjer två adskilte operasjonar: Kartlegging av variasjonen i en første operasjon mens innsatsfaktoren tilføres i den andra operasjonen. I sanntids precisionsodling er dessa två funksjoner integreret i en och samma arbeidsoperasjon, man behøver kun én tur på åkeren.

Idén bakom precisionsodling är att anpassa insatser såsom växtnäring, bearbetning och växtskyddsmedel till lokala variationer inom fält och att utföra dem när de gör störst nytta. Målsättningen med detta är ökat resursutnyttjande vilket minskar miljöbelastningen samtidigt som skörd och kvalitet ökar vilket sammantaget ger ett bättre ekonomiskt utbyte. Det är givetvis centralt att olika åtgärder måste syfta till en bättre ekonomi hos odlaren om det ska ge en hållbar och långsiktig betydelse för jordbruket.

Precisionsodling har fyra utgångspunkter:

- GNSS (Global Navigate Satellite System) för positionsbestämning av allt som odlaren vill förhålla sig till (till vardags GPS, vilket är det amerikanska systemet). GNSS-systemen (det finns flera) ger varje punkt på jordens yta koordinater med olika noggrannhet beroende på valt system. GNSS är själva grundförutsättningen för att dokumentera information om marken, grödan eller väderförhållandena på olika platser. Systemet ger möjlighet till digitala körspår, autostyrning, beräkning av körhastighet och varierad tillförsel av olika insatser enligt ovan på skiftet.
- GIS (Geografiskt Informations System) används för att hantera den geografiska data som blir tillgänglig från vår GNSS-utrustning. Kartprogram, rasterfiler och olika lager är exempel på GIS-material. Det är med GIS-programmen som informationskartor, behovskartor och styrfiler tas fram och som sedan används i den teknik som väljs för en varierad åtgärd. GIS används dessutom till att illustrera och dokumentera variation i insatsfaktoren vid sanntids precisionsodling.
- Teknik, ett samlingsbegrepp för de olika typer av mät- och styrsystem och arbetsredskap som sedan används av den bearbetade informationen och skapar det konkreta resultatet, t.ex. sensorer för att mäta en eller flera av markens, grödans eller den skördade varans volym och egenskaper. Exempel på några tekniska verktyg som används inom precisionsodlingen listas nedan. Gemensamt är att tekniken är beroende av GNSS och GIS för att kunna användas.
- Kunskap om de biologiska, markkemiska och markfysikaliska systemen och förmåga att omsätta olika relevanta datakällor till bra beslutsstöd för odlingen är självklart ett viktigt ben för tillämpad precisionsodling.

Teknik inom precisionsodling

Det finns många olika tekniker som används inom ramen för precisionsodling. Och många nya tekniker väntar på att bli utvecklade. Några av de mer allmänt använda teknikerna presenteras här.

Guidesystem och autostyrning

Guidesystem och autostyrning är förmodligen den mest utbredda typen av teknik inom området. Det finns olika former av guidesystem/autostyrning. Den mest förfinade innebär att autostyrningen är integrerad direkt i det hydrauliska styrsystemet på traktorn eller arbetsredskapet. Det innebär att föraren inte behöver koncentrera sig på att köra exakt rätt, utan kan ha mer noggrann uppsikt på arbetsredskapet och det resultat det skapar. Dessutom förbättras arbetsmiljön betydligt då föraren orkar hålla sig alert längre. Idag levereras många nya traktorer förberedda för den typen av inkoppling. För att upprätthålla hög noggrannhet väljer många så kallad RTK-noggrannhet. RTK innebär att det finns basstationer som korrigerar satellitsignalerna och noggrannheten kan komma ner till +/- 2 cm (<http://www.precisionsskolan.se/?p=30401>). Med så kallad virtuell referansstation (VRS) har sluttbrukaren inte egen fysisk basstation, men GNSS-mottakeren får korrektionsdata i sanntid via mobil eller internet (GSM eller GPRS-modem). I Norge drifter Kartverket systemet og tjenesten. For lantbrukarna finns abonnementet for 5000 NOK ex moms per år (www.statkart.no). Innenfor tjenestens dekningsområde er oppnåelig nøyaktighet bedre enn 5 centimeter horisontalt og 8 centimeter vertikalt i 95 % av tiden. Oppnåelig nøyaktighet er avhengig av atmosfæriske og lokale forhold, samt kvaliteten og oppsettet på brukerstyret. I enklare autostyrningssystem styr systemet med hjelp av tryckrulle på traditionell ratt eller genom byte till en speciell ratt. Med guidesystem kan man lägga upp parallella digitala körspår som är raka eller som följer en fältkant. På en ljusramp ser man sin position som en avvikelser från den optimala linjen och man får själv styra fordonet.

Markkartering

För optimal produktion är det viktigt att förstå hur jordens sammansättning och näringstillstånd påverkar grödan. En markkartering är ett viktigt verktyg för att kunna förstå sin jord, och de variationer som kan förekomma mellan och inom fälten. Fosforvärdena kan t.ex. variera över hela skalan inom ett inte alltför stort område (<http://www.greppa.nu/>). Eftersom fosfor är ett viktigt näringsämne i all växtodling och dessutom i fokus ur miljösynpunkt på grund av utlakningsrisk till sjöar och hav, finns det flera anledningar att ha kartlagt tillstånden i marken och utnyttja den informationen vid gödsling och kalkning.

Markkarteringsmetoder

Det finns flera metoder för markkartering, traditionellt sett har man oftast tagit ett jordprov per hektar. Har fälten stor variation i topografi eller jordart kan fler provpunkter behövas. Ett jordprov innebär i praktiken att man tar minst 10 borrstick inom en radie av 3-5 m. Normalt tas provpunkterna ut med 100 m mellanrum i längd- och sidled. Jordprovspunkten fastställs med GPS, positionerna används sedan vid kartframtagningen och för att man ska kunna återkomma och göra uppföljande kartering på samma plats (Jordbruksverket, 2010). Av kostnadsskäl vill man ofta hålla nere antalet prover samtidigt som man vill uppnå så stor säkerhet i sitt resultat som möjligt. Genom att interpolera kartans provpunkter får man ett raster över hela fältet där variationen kan visas genom olika färger. Tas fler jordprover ut per ytenhet ökar förstås kartans detaljrikedom och säkerhet, då fler utgångspunkter finns att interpolera ifrån. Genom

god planering av var jordprovspunkterna ska ligga utifrån kända skillnader i fält kan man förbättra resultatet avsevärt utan att kostnaderna ökar. Exempel på förberedande planering kan vara att studera flygfotografier från t.ex. Eniro eller Google Earth för att finna skillnader i grödans eller jordens färg eller att använda EM38 eller Mullvaden (båda förklaras senare) för att bestämma jordartsvariationer inom fälten. För mindre fält kan det vara svårt att få ett tillräckligt antal punkter för att kunna utföra en bra interpolering, då kan man istället välja att sprida ut borrsticken över ett ha. Variationerna blir då på hektarnivå, vilket inte är så detaljerat, men kan vara ett acceptabelt sätt att kartera mindre fält (<http://www.precisionsskolan.se/?p=30402&m=3699>). Adigo AS i Norge har nylig utvecklat en jordprøvetaker som kan ta jordprøver i fart, figur 1.

För jordartsbestämning finns det som nämnts ovan teknik för att kunna mäta jordarten på andra sätt än traditionella jordanalyser. Kombinerat med ett lämpligt antal traditionella analyser kan de ge en mycket bra och detaljerad kartering av ler- och mullhalt. Några metoder som används är (<http://www.precisionsskolan.se/?p=30412&m=3707>):

- Naturlig gammastrålning – en sensor (t.ex. Mullvaden) som mäter jordens gammastrålning vilket korrelerar med jordartsvariationerna (främst lerhalt). Med gammamätning över hela ytan kan antalet jordprov minskas till ett per 2-3 ha och metoden utger sig för att ge en bättre översikt än det traditionella 1 prov per ha.
- Elektrisk konduktivitet – ett instrument (t.ex. EM38) som mäter jordens konduktivitet (elektrisk ledande förmåga) och relaterar bra till lerhalten Och kan mäta djupare än matjordslagret. EM38:s variationer korrelerar också bra med skördevariationer. Används ofta inför markkartering för att kunna planera jordprovspunkterna.
- Nära infraröd spektroskopi (NIR) – kan främst användas för att mäta ler- och mullhalt. Den finns i flera olika utföranden, (t.ex. Veris) och används i forskningssammanhang i Sverige. Tekniken kan dels användas som en snabbanalys på labb och dels för analys direkt i fält. I fält görs antingen registreringen horisontellt kontinuerligt under körning eller med en prob som mäter i jordprofiler på djupet. Förhoppningen är att i framtiden även kunna mäta pH, kalium, magnesium och kalcium med hjälp av NIR-teknik.



Soilsamplere utviklet og patentert av Adigo AS. Jordprøven tas i fart, og benytter bilens bevegelsesenergi til å trykke spydet i bakken. Enheten er svært kompakt og monteres direkte på bilen. Maskinene selges gjennom AgriCon GmbH i Tyskland.

Figur 1. Innovativ jordprøvetager utviklet og patentert av det norske firmaet Adigo AS. Jordprøven tas i fart, og bruker bilens bevegelsesenergi til å trykke jordspydet i bakken. Illustrasjon: Øyvind Overskeid



Figur 2. Test på Lanna Försöksgård i västra Sverige av Veris jordprovtagare som med NIR-teknik kan analysere markens ler- og mullhalt.

Markkarteringens resultat

I begreppet markkartering ingår både kartering av näringsämnen såsom fosfor, kalium, magnesium osv, jordartsbestämning, pH-värde samt ler- och mullhalt. Man kan också göra behovsanpassade bestämningar, t.ex. för bor och aluminium (Jordbruksverket, 2010). Vilken analys som är av störst betydelse skiljer förstås beroende på odlingsinriktning och olika jordar, några av de viktigaste processerna tas upp nedan.

Jordens pH-värde och varierat kalkbehov

Jordens pH-värde har betydelse på flera olika sätt. Vid ett högre pH-värde ökar dess förmåga att binda näringsämnen och därmed minska utlakningen, vilket är viktigt både ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Försurningen av jorden är en i grunden naturlig process, men dess påverkan ökar när man för bort skördar (växterna tar upp baskatjoner, som försvinner från marken), vilket ökar behovet av att tillföra kalk (Eriksson et al, 2005). Fosfors tillgänglighet har det snävaste intervallet av de näringsämnen som är viktiga för växterna, och blir betydligt mer tillgängligt vid pH 6,5 än vid 5,5. Kalcium och magnesium blir också mer lättillgängligt vid ett neutralt pH-värde. Järn, mangan och bor är däremot mer tillgängligt vid lägre pH-nivåer, varför man får se upp med eventuell brist vid stora kalkningsinsatser (Weidow, 2004). För att nå önskad pH-nivå (kring 6-6,5) tillför man kalk, vanligtvis i form av kalkstensmjöl (CaCO_3). Släckt kalk används i lerjordar där man vill förbättra aggregatstrukturen i jorden. Kalkningsbehovet styrs delvis av vilken sorts jordart man har. Det är en god anledning till att man också bestämmer ler- och mullhalt då man markkarterar. Kalkbehovet ökar med ökande mull- och lerhalt på grund av den ökade katjonbyteskapaciteten. Kalkning på sura jordar medför även en ökad mikrobiell aktivitet i matjorden, vilket i sin tur har positiv inverkan på nedbrytning av växtrester och mineralisering av näringsämnen i jorden (Eriksson et al, 2005). Rätt pH-värde är en viktig grundsten för att kunna utnyttja jordens avkastningspotential och det var också för kalkning som de första styrfilerna togs fram i mitten av 90-talet.

Idag använder de flesta kalkningsentreprenörerna teknik som möjliggör användning av styrfiler för kalkning (pers. medd. Wijkmark, 2014). Kalkbehovsberäkningen i Sverige görs med en formel som tar hänsyn till aktuellt pH, mål-pH, ler- och mullhalt.

I Danmark använtes programmet Mark Online

(http://it.dlbr.dk/DLBRPlanteIT/DLBRMarkOnline/DLBR_Mark_Online.htmnlne) til bl.a. præcisionskalkning. På ”Kalkplan”-udskriften kan man få vist en markering for, at hele marken eller områder af en mark har et akut kalkbehov (rød trekant eller rødt udråbstegn), eller hvis der er områder af marken, som ikke må få kalk (blåt udråbstegn). Disse symboler vises nu også i guiden for relevante marker.

Kalium och kaliumgödsling

Lerjordar ger högre kaliumförsörjning än exempelvis mulljordar, på grund av att mineralförekomsten är högre och vittringen kommer växterna till del. Vid jordanalyser använder man den så kallade K-AL-metoden (man löser jorden i en svag syra av ammoniumlaktat/ättiksyra) för att bestämma mängden lättlösligt kalium, och K-HCl-metoden (lösningen består av saltsyra) för att bestämma mängden svårlösligt kalium. Kalium kan fastläggas i jordar med hög buffrande förmåga (lerhaltiga) om kaliumförrådet är lågt, likaså kan läckage uppstå (Eriksson et al, 2005). Det är därför viktigt att veta vilken kaliumnivå man

har och utarbeta en strategi för eventuella åtgärder. Potatis, sockerbeter och vall är kaliumkrävande grödor, här ökar behovet kraftigt jämfört med stråsäd (Steineck, 2000).

Fosfor och fosforgödsling

Fosfor bestäms i Sverige enligt samma metod som kalium, då kallad P-AL. Fosfor är som tidigare nämnts ett näringsämne vars tillgänglighet för växterna är styrd av att pH-värdet i jorden ligger på en bra nivå. Även markens mineralsammansättning och mullhalt påverkar i vilken form fosfor uppträder i jorden. Det är viktigt att förstå och hantera fosforproblematiken. Fosforläckage ut i vattendrag, sjöar och hav är ett miljöproblem, särskilt där P-AL-klasserna är höga som på många ställen i södra Sverige. Fosfor är också en ändlig resurs som det är viktigt att hushålla med (Steineck, 2000). I Danmark analyseras fosfor som Olsen-P. Den metoden anses mer anpassad till jordar med högt pH än P-AL-metoden.

Magnesium och magnesiumgödsling

Magnesium förekommer, precis som de ovanstående i olika former i jorden, det lösliga magnesiumet är en mycket liten del, halten ökar emellertid med lerhalten. Kalium/magnesiumkvoten är ett viktigt begrepp, inte minst i potatisodling. Ju högre andel kalium i jorden, desto större krav på magnesiumförekomsten. I analyssteget brukar man titta på K-AL/Mg-AL-kvoten för att bestämma förhållandet dem emellan. Kvoten K-AL/Mg-AL bör inte stiga över 2, för att magnesiumupptaget ska fungera bra (Eriksson et al, 2005).

Koppar och koppargödsling

Vid markkartering kan jordens kopparhalt, Cu-HCl, analyseras. Jordens kopparhalt varierar mycket, även inom fälten. Lätta jordar och mulljordar har ofta låg kopparhalt medan lerjordar oftast innehåller tillräckligt med koppar. Varierad koppartillförsel kan relativt enkelt åtgärdas genom en styrfil och varierad spridning.

Ogräsbekämpning

Ukrudt koster store udbyttetab i økologisk planteavl, men er også en stor udfordring i den konventionelle planteavl, hvor mulighederne for herbicidanvendelse indsnævres især i mindre konventionelt dyrkede afgrøder. Samtidig er udviklingen af resistens i visse ukrudtsarter en udfordring for dele af det konventionelle landbrug (Wærnhush, 2013), hvilket øger behovet for præcisionsmetoder/løsninger det kan enten være mekaniske, termiske eller kemiske løsninger. Der er således behov for nye og anderledes løsninger, når det drejer sig om ukrudtsbekæmpelse i såvel økologisk som konventionelt landbrug. I det økologiske landbrug er der et generelt højt ukrudtstryk i de almindelige landbrugsafgrøder, og flere rækkekulturterne kræver håndlugning på grund af ineffektive metoder til ukrudtsbekæmpelse i rækkerne. Begge forhold nedsætter det økologiske landbrugs konkurrenceevne og belaster den enkelte landmands driftsøkonomi. I det konventionelle landbrug indsnævres mulighederne for herbicidanvendelse i en række mindre afgrøder, og dansk dyrkning af visse specialafgrøder er direkte truet af udsigten til manglende herbicider. Det samme gælder for Norge.

I såvel det økologiske som det konventionelle landbrug, er der derfor behov for at udvikle og demonstrere alternativer til den nuværende praksis for ukrudtsbekæmpelse.

Ved anvendelse af ny radrensningsteknologi med styringssystemer baseret på kamerasystemer og stor kapacitet er der grund til at antage, at det vil være muligt både at øge effektiviteten overfor ukrudtet, og reducere rækkeafstanden og dermed det potentielle udbyttetab, som følge af øget rækkeafstand, samt forbedre driftsøkonomien som følge af større kapacitet pr. investeret arbejdstime. Dette gælder både mht. til effektivitet og omkostninger i

enkeltafgrøder, og når radrensning integreres som en hovedkomponent i ukrudtsreguleringen på bedriftsniveau.

En præcis mekanisk ukrudtsbekæmpelse forudsætter, at afgrøden enten er præcist placeret eller kan genkendes af den mekaniske radrenser. Allerede nu er der udviklet en såmaskine, Kverneland GEOseed, som kan så afgrøder i mønster baseret på højpræcisions GPS-positionering. Dette koncept har dog været forbundet med en række vanskeligheder i praksis, og der er fortsat behov for udvikling på dette område. Endelig, er der inden for de senere år sket en udvikling inden for ukrudtsrobotter, som kan selektivt bekæmpe ukrudt uden at skade udplantede afgrøder, f.eks. salat, mens der endnu mangler en indsats før teknologien er klar til såede afgrøder. I Norge har en slik innsats startet gjennom samarbeid finansiert av industri og Norges forskningsråd ([http://www.forskningsradet.no/prognett-naeringsphd/Nyheter/Bidrar til mer miljøvennlig matproduksjon/1253988836790?lang=no](http://www.forskningsradet.no/prognett-naeringsphd/Nyheter/Bidrar%20til%20mer%20miljvennlig%20matproduksjon/1253988836790?lang=no)).

Kamerastyrede radrensere vinder frem som del af strategien for kontrol med ukrudtet både hos økologiske og konventionelle landmænd. En del af forklaringen er radrensernes øgede præcision og kapacitet, der blandt andet er blevet muligt ved kamerastyring og anvendelse af GPS. Der er dog stadig langt til den ønskede effektivitet med de nuværende typer af radrensere og teknologi, idet både kontrollen med ukrudtet tæt på - og i rækken ikke er muligt og samtidig med at rodukrudtet ikke kan bekæmpes tilstrækkeligt effektivt med den nuværende radrenserteknologi. Ændrede priser på ukrudtsmidler og en reduktion i antallet af godkendte midler er med til at øge interessen for mekanisk ukrudtsbekæmpelse og herunder radrensning for konventionelle landbrug og der er i den forbindelse udarbejdet et regneværktøj, der sammeligener økonomien mellem mekanisk og kemisk bekæmpelse (www.landbrugsinfo.dk/oekonomi/produktionsoekonomi/sider/pl_09_010_forkl_regneark.aspx). Der er flere projekter i gang, som har til formål at kortlægge forekomster af ukrudt med dronemonteret kamera.

Væxtskydd, stråforkortingsmiddel og nedsvidningsmiddel

Et bredt spekter av ugras, skadedyr og plantesykdommer forårsaker store tap – i kvantitet og kvalitet - i all planteproduksjon. Visse soppsykdommer gir opphav til mykotoksiner (soppgifter) som gjør kornet direkte farlig å spise. Det er en gryende interesse og bruk av sensor-basert sprøyting av f. eks fungicider (<https://plantevaeronline.dlbr.dk/cp/menu/menu.asp?id=djf&subjectid=1>). Når det gjelder plantevern (væxtskydd) mot skadedyr og plantesykdommer, er det tradisjonelt tilpasning etter variasjon i tid som er mest utbredt i ØKS-regionen i dag. I Norge finns varslingsystemet VIPS (Varsling Innen PlanteSkadegjørere) via internett (<http://www.vips-landbruk.no/>), mobiltelefon og nettbrett. Norsk Landbruksrådgivning registrerer angrep av skadegjørere i felt, mens Bioforsk leverer klimadata og tar seg av utvikling, drift og vedlikehold av systemet. Meteorologisk institutt i Norge leverer værprognoser som brukes i varslingsmodellene. Det er gratis for sluttbrukerne. Den romlige oppløsningen er ikke på gårds- eller skiftenivå, men gårdbrukeren får varsel om risiko for planteskadegjørere basert på værdedata fra nærmeste værstasjon. I VIPS finns også et beslutningsstøttesystem for valg av ugrasmiddel og dose i korn på skiftenivå hovedsaklig basert på feltregistreringer av ugrasarter - og antall på sprøytetidspunktet. Det er en tilpasning av et dansk verktøy (<https://plantevaeronline.dlbr.dk/cp/menu/menu.asp?id=djf&subjectid=1>). Noen av varslingsmodellene i det norske VIPS blir brukt av svenske dyrkere i dag.

I Danmark finns beslutningsstøttesystemet Planteværn Online (<https://plantevaeronline.dlbr.dk/cp/menu/menu.asp?id=djf&subjectid=1>) som er utviklet i

fællesskab af Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet og Videncentret for Landbrug. Det er ikke gratis, men har en årlig avgift på 995 danske kroner. Ud fra effekt og pris viser programmet altid den optimale løsning ved valg af planteværn. Planteværn Online hjælper brukeren med at spare på sprøjtemedlerne - uden at det går ud over udbyttet. Man skal taste opplysninger om ukrudt, sygdomme og skadedyr ind, hvorefter programmet beregner den bedste og billigste sprøjteløsning.

I Sverige finns flere varsel i regi av bl a Växtskyddscentralerna (<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/vaxtskyddscentralerna.4.3f1d6bc122e5d59ab980002531.html>). Det er ”Skorv- och skadedjursprognosen i frukt” som har varsel av fem planteskadegjørere (fremst i eple), og ”Prognos för skadegörare på bär” som har varsel av tre skadegjørere (fremst i jordbær). Växtskyddscentralerna kartlegger også nio ulike skadegjørere i jordbruksvekster gjennom sesongen som kunngjøres via web-siden ”Inventering av skadegörare” (<http://www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/odling/inventeringavskadegorare.4.4bdd0ace12e454f491d80003140.html>). Videre finnes det prognoser for bladlöss, bladmögel, bomullsmögel, fritfluga och vetedvärgsjuka via en egen webbsida hos SLU (<http://www.slu.se/sv/fakulteter/nj/om-fakulteten/ovriga-enheter/faltforsk/>). Disse fem er dels basert på temperatur og feltobservasjoner. SLU ved FältForsk, Hushållningssällskapet, Jordbruksverket og LANTMET ved SLU og SMHI samarbeider om tjenesten.

Stedstilpasset kurativt plantevern innenfor et og samme skifte er per i dag relativt sjeldent. I Sverige brukes Yara N-sensor hovedsakelig til gjødsling. I Danmark har de kommet langt i å benytte sensoren også til sprøyting. I Norge er sensorbrukerne opptatt av begge deler. De foreløpig mest aktuelle bruksområdene for sprøyting ved hjelp av Yara N-sensor er glyfosat-sprøyting, soppsprøyting i korn, vekstregulering i korn og nedsviing av potetris (<http://www.yara.se/crop-nutrition/Tools-and-Services/n-sensor/function/>). Ved bruk av sensoren til sprøyting, fastsettes en basisdose og et variasjonsområde på f.eks. pluss minus 25 prosent. Sensoren vil da styre doseringen av sprøytevæske innenfor dette området basert på biomassen som estimerert av sensoren.

En metode for å få til høyere oppløsning på varsel og prognoser av planteskadegjørere er å etablere et tettere nettverk av værstasjoner, kanskje en per skifte. En annen tilnærming for økt geografisk presisjon er å utvikle sensorer som kan kvantifisere – direkte eller indirekte – planteskadegjøreren i felt. Sensorer basert på luktstoff, såkalte volatile organic compounds (VOC), som skadegjøreren (soppsykdom på hvete) eller kulturplanten skiller ut ved angrep av skadedyr- eller plantesykdom, er visjonen i et norsk forskningsprosjekt (www.bioforsk.no). Det norske firmaet Dimensions Agri Technologies AS (<http://www.dimensionsagri.com>) har vært pådriver for å utvikle en kamera-basert sensor for stedsspesifikk sprøyting av frøgras i korn (figur 3). Den har ikke nådd det kommersielle markedet.



Figur 3. Innovasjon for fleksisprøyting av herbicid mot frøugras i korn (spannmål) eid av norske Dimension Agri Technologies AS. En kamera-basert sensor per seksjon av åkersprøyta styrer seksjonens dyser av og på ettersom den beveger seg over områder hhv. over og under skadeterskel. Terskelen er basert på indexen 'relative weed cover'. Foto: Therese W. Berge.

For stedsspesifikk sprøyting av herbicider på areal hvor det ikke er nødvendig å skille mellom ugras og kulturplante, er den kommersielle WeedSeeker (www.trimble.com/Agriculture/weedseeker.aspx) som har sensor og dyse integrert, en mulig metode. En indirekte metode kan være prediksjonsmodeller basert på geografiske data (satelittbilder, terrengmodeller) og som har en sammenheng med utvikling av plantevernproblemet som bl.a. vist i svensk havre for *Fusarium* og mykotoksiner (Söderström & Börjesson, 2013). Områder med høy risiko for mykotoksin kan da høstes separat. En bok redigert av Oerke et al. (2010) gir innblikk og bred oversikt over internasjonal forskning og utvikling på temaet sensorer og plantevern.

Grödsensor för kvävegödsling

Kvävetillgången i jorden skiljer sig inte bara mellan olika jordarter (främst olika mullhalter). Den årsvisa variationen kan dessutom ge upphov till stora skillnader. Nederbörd och temperatur påverkar mineraliseringen av kväve, vattenmängden i jorden påverkar den biologiska aktiviteten och nitrifikationen kan övergå till denitrifikation (kväveförluster till luften) om det blir syrefritt i marken. Förfrukt och grödans etablering har också betydelse (Eriksson et al, 2005). Kväve är svårt att analysera genom markkartering, det måste i så fall göras årligen vilket kostar för mycket. Bäst information om kväveupptagningen får man genom att mäta med en grödsensor i den växande grödan i grundgödslade eller speciella gödslade rutor i fältet (nollrutor). Eftersom kvävet har en avgörande betydelse för skördens avkastning och kvalitet är det av stort intresse att försöka optimera N-givan. Försök i exempelvis höstraps har visat skillnader i optimal N-giva på mer än 200 kg/ha (<http://www.svenskraps.se/se/index.asp>).



Figur 4. Med en sensor monterad på en s. k. drönare eller UAV (obemannad flygande farkost) kan man snabbt och enkelt scanna av gårdens olika grödor.

Grödsensor finns i ett par olika slag, varav Yara N-Sensor, Trimbles GreenSeeker och OptRx är de märken som finns i Sverige (pers. medd. Nissen, 2014). N-Sensorn är den variant som är vanligast förekommande i Skandinavien. Den finns i två varianter. En med egen lyskilde som er oberoende på daglys. Og en som er beroende på dagljus, men er billigare och mest utbredd. Metoden bygger på ett antal sensorer som monteras på en ramp som monteras på traktorns tak.

Sensorerna läser av grödans färg och biomassa med det till exempel NDVI-värdet (Normalized Difference Vegetation Index). NDVI är från början framtaget för att kunna mäta reflektionen från växtligheten på jorden från satelliter. Indexet fås fram genom att sensorerna mäter både det synliga och den nära infraröda reflektionen (NIR), eftersom friska och frodiga växter använder det synliga ljuset för fotosyntesen, men reflekterar ljuset i NIR-området blir skillnaden mellan synligt ljus och NIR större där växtlighet är frodig än där den är stressad eller bar jord. Utifrån en skala kan man sedan avgöra växtens aktiva fotosyntes (http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php).



Figur 5. Yara N-Sensor, t. v vanlig solljusberoende sensor och t. h. ASL-modellen som kan användas dygnet runt.

Grödans färg är starkt sammankopplad med klorofyllhalten och därmed kväveinnehållet i växten, tillsammans med bestämningen av tätheten i biomassan fördelar sedan sensorn givan. Efter att ha angett typ av gröda och i vilket utvecklingsstadium grödan befinner sig i kalibreras sensorn utifrån ett referensområde på fältet där grödan ser normalt utvecklad ut. Man kan även anlägga nollrutor som referenser, men det kräver en handburen sensormätare, vilket inte är så vanligt. Sensorn fungerar att använda i all stråsåd, från bestockningsfasen i höstsåd och från stadie 31 (början av stråskjutningsfasen) i vårsåd (www.yara.se). Även i oljeväxter fungerar sensorn bra, särskilt till andra givan på våren, då har vissna blad försvunnit och plantorna täcker jorden bra (Gunnarson, 2010).



Figur 6. Alla grödsensorer måste kalibreras mot mätningar och vägningar av plantmaterial från fält med olika beståndstätheter. Här höstoljeväxter på våren.

Varierade åtgärder genom styrfiler

Benämningen styrfil används för datafiler med koordinatsatt data, som innehåller information om mängden insatsmedel eller annat som skall utföras på ett fält, t.ex. kalk- fosfor- eller kaliumtillförsel. Till grund för en styrfil ligger ofta en markkartering, vilken med fördel även omfattar ler- och mullhalt. Styrfiler kan också vara baserade på satellit-, flyg- eller drönarbilder. Styrfilen matas sedan in i en styrmodul i traktorn (ett flertal olika modeller finns) som sedan elektroniskt styr en varierad tillförsel över fältet, i enlighet med styrfilens behovsindelning (www.precisionsskolan.se/?p=30403). Styrfiler används för behovsanpassad tillförsel av i princip vilken insatts som än behövs. Tillförsel av kalk, flytgödsel, enkla gödselmedel som t.ex. fosfor, kalium och koppar är några exempel där tekniken används. Varierad utsädesmängd i förhållande till ler- och mullhalt har testats och kan vara intressant på fält med stora topografiska skillnader och/eller jordartsvariationer. Syftet är att jämma ut skillnader inom fältet, och optimera hela fältets lönsamhetspotential, samtidigt som onödig övertillförsel görs där behovet är lägre (pers. medd. Wijkmark, 2014). För att använda en styrfil krävs samma utrustning som för autostyrning, samt kompatibla redskap som medger elektronisk styrning (t.ex. gödselspridare, såmaskin, växtskyddspruta). Många av de lantbrukare som har autostyrning på sina traktorer har också möjlighet att använda sig av styrfiler, men än så länge är det ett fåtal som använder sig av tekniken (pers. medd. Nissen, 2014).

Redskapsstyrning

Olika former av redskapsstyrning kan tillämpas, exempelvis tillförsel av varierad mängd av gödsel, ogräs- eller växtskyddsmedel (www.datavaxt.se/produkter/redskapsstyrning/). Andra exempel är sektionsavstängning på växtskyddspruta, såmaskin och gödselspridare. Sektionsavstängning är särskilt användbart när fälten inte har kvadratiska eller rektangulära former. Redskapsstyrningen syftar till att minimera överlappning och glipor och sparar därmed insatser och minskar risk för liggsäd som ger skördeförstuster och högre skörde- och torkningskostnader. Sektionsavstängning bygger på att positioneringsutrustningen loggar ytan som täckts av redskapet, om samma yta täcks igen i t.ex. nästa eller kommande kördrag, eller vid vändtegen, stängs helt enkelt de sektioner av som överlappar. Eftersom all mark loggas kan föraren också känna sig trygg att mistor inte har uppstått. Andra exempel på redskapsstyrning är plogstyrning, sätтарыstyrning (t.ex. potatis) och kamerastyrd radhackning.

Skördekartering

Skördens variation kan mätas med sensorer som registrerar flödet i den elevator som transporterar skörden till skördetröskans tank. Skördekartering är mycket intressant för att följa upp de olika åtgärder som utförts (<http://www.precisionsskolan.se/?p=30437&m=3701>). Skördekarteringen visar fältets varierande avkastningsförmåga för den specifika grödan ett visst år. Inom det enskilda fältet kan skillnader mellan olika områdens avkastning och kvalitet bero på variationer i ogräs och andre planteskadegjörere, jordart, mullhalt, näringsförhållanden och hur sådana faktorer påverkas av bl a vädret. Det finns dock ofta områden inom ett skifte som år efter år ger bättre eller sämre skörd. Ofta är det markens variation i vatten- och/eller växtnäringstillgång som ger utslag i varierande skördeutfall inom skiftet. Torra år ger ofta fältdelar med lerjord högre skörd än delar med torrkänsliga lättare jordar medan det under nederbördsrika år kan vara det motsatta. Om man efter ett antal års skördekartering kan se en variation som består mellan åren kan ett medeltal för skördekarteringarna användas för att styra kommande års insatser av t ex växtnäring.

Hur kan en ökad tillämpning av precisionsodling ge ett mer hållbart jordbruk?

Ekonomisk hållbarhet

Både økonomiske og miljømæssige - stigende internationale konkurrence og miljøkrav - tvinger landbruget til at være effektivt og bæredygtigt med en produktion der er økonomisk levedygtig såvel som miljømæssig sund. Netop præcisionslandbrug har potentialet til at opfylde begge disse krav, men utan tillräcklig ekonomi på gårdsnivå får vi ingen långsiktigt uthållig jordbruksproduktion inom ÖKS-området. Det innebär också att åtgärderna för ökad precision i odlingen inom fälten också måste vara lönsamma för att lantbrukarna skall ta till sig tekniken. Det är omöjligt att kräva att lantbrukarna skall använda olönsam teknik. Lönsamhet kan åstadkommas genom högre produktion, effektivisering genom mindre insatser, merpris vid försäljning av producerade varor eller genom riktade miljöstödet eller investeringsstöd till teknisk utrustning som ger en bättre miljö.

Den økonomiske værdi af den totale danske eksport var på 612 mia. DKK i 2012, heraf udgjorde fødevarer 17%, mens agro-teknologi udgjorde 2% af den danske eksport (Danish Food Council, 2013a). Det ekonomiska värdet av den totala svenska exporten av varor uppgick till 1091 miljarder Skr år 2013, därav 6 % som livsmedel. Den økonomiske værdi av Norges totale eksport utgjorde 906 milliarder NOK i 2013, hvor 623 millioner var fra jordbruk og tjenester knyttet til jordbruk.

Ekologisk hållbarhet

All produktion inklusive jordbruk kräver insatser och ger restprodukter som kan påverka miljön negativt. Som bränsle till traktorer, skördetröskor och spannmålstorkar används fortfarande i stor utsträckning diesel med fossilt ursprung. Låginblandning av RME (rapsmetylester) eller diesel tillverkad av tallolja är vanligt förekommande och även användning av ren RME förekommer, fortfarande dock sparsamt. Etanoldrivna traktorer ligger fortfarande i teststadiet. Alla åtgärder som innebär mindre bränslebehov ger mindre klimatlastning i form av minskade CO₂-utsläpp orsakade av fossil olja. Oavsett om jordbruket drivs konventionellt eller ekologiskt så finns ett läckage av näringsämnen som kväve och fosfor till omgivande vattensystem, och till luft (lystgass). Beräkningar visar att genom användning av sensorstyrd kvävegödsling så minskar kväveläckaget med 0,5 till 6 kg/ha beroende på jordart (<http://www.yara.se/crop-nutrition/Tools-and-Services/n-sensor>). Fosforläckaget är beroende av bl.a. fosforhalten i marken då en stor del av läckaget är partikelbundet. Ett bra sätt att minska fosforläckaget är att undvika fosforgödsling på de fältdelar där fosforhalten är tillräckligt hög, då minskar på sikt fosforhalterna där. Både läckage av kväve och fosfor från åkermark bidrar till eutrofiering av vattensystemet. I sötvatten och Östersjön bedöms fosfor vara begränsande medan det för Kattegatt och Skagerrak anses vara kvävet som begränsar eutrofieringen.

Även en del av de pesticider som används i jordbruket riskerar att förflyttas utanför fältet genom vindavdrift eller genom utlakning till vattensystemen genom dräneringen og overflateavrenning i hellende terräng. Det innebär således att en minskad användning genom precisionstiltak mot planteskadegjörere kommer att ge proportionellt mindre förluster till luft eller vatten. Vid mekanisk plantevärn blir utslipp av pesticider til miljøet totalt borte.

Social hållbarhet

Som nämnt er præcisionslandbrugs-teknologien en uomgængelig del af løsningen på landbrugets produktionseffektivitet, ressourceoptimering og miljøforanstaltninger. På nuværende tidspunkt er præcisions teknologierne under udvikling på globalt plan indenfor centrale områder som landbrugsmaskiner, maskinudstyr, satellitter, droner, video, GPS, GIS, IT beslutningsstøtte værktøjer, informationssystemer, internet portaler/skyen, diverse datalogning og databaser og dataintegration og databearbejdning.

Disse områder forventes at blive en væsentligt vækstindustri i de kommende år i takt med at præcisionslandbrug udvikles og indføres på gårdene.

Indenfor ÖKS-området findes avancerede forsknings- og videnmiljøer og udstyrsproducenter indenfor præcisionslandbrug, der kan stå i spidsen for udvikling, produktion, demonstration og implementering af en række af de nye teknologier. Der findes således et stort potentiale i regionen for at skabe nye fremstillingsvirksomheder og arbejdspladser indenfor industriproduktion, teknologi- viden og services.

Denne udvikling vil bidrage væsentligt til regional og social udvikling i ÖKS-området. Det må formodes at adskillige nye arbejdspladser vil blive etableret i landkommuner, der er afhængige af primærerhvervet og traditionel industri, og dermed i videre forstand bidrage til landdistriktsudvikling. Et væsentligt bidrag i den sammenhæng vil antagelig også være fastholdelse og forøgelse af bosætning i landsbyerne og dermed sikre deres sociale eksistens og udvikling. Ser vi generelt på antallet af job i den danske fødevarersektor er antallet faldet fra 301.000 i 1990 til 183.000 in 2012.

Fortsættes den nuværende dyrkningsform og dertil knyttede regulering, forventes antallet af job i landbrugssektoren at falde med 7 %, mens et scenarium med en bæredygtig intensiv produktionsform med anvendelse af præcisionsjordbrugs teknikker forventes at skabe mindst 16.000 nye job frem til 2030 sammenholdt med niveauet for 2011 (Danish Food Council (2013a)).

Hur skall vi få fler lantbrukare att bedriva precisionsodling?

I ett examensarbete inom utbildningen till Agrotekniker (Wallemyr, 2014) har sex svenska lantbrukare intervjuats om deras användning av styrfiler. Alla har tidigare använt sig av annan teknik för ökad precision innan man testat styrfiler. Vanligast är autostyrning och Yara N-Sensor, där alla uttrycker tillfredsställelse med användandet. De flesta uppger att de har betydande variationer i jordarten över sin areal, vilket innebär en större potential för behovsanpassad odling inom fältet. Ett allmänt teknikintresse finns uttalat hos flera av de intervjuade, men ett par stycken ser inte sig själva som särskilt teknikintresserade. Ekonomi och teknikintresse är de två huvudskälen för investeringar i precisionsodlingsteknik. Resultatet man hoppas på eller tycker sig kunna se är jämnare skörd, mindre liggsäd, bättre kvalitet (skalkvalitet på potatis och proteinhalt i malkorn). De intervjuade lantbrukarna tycker att det är positivt att kunna kombinera en bättre ekonomi med aktiva miljöåtgärder. Nästan alla tycker att användarvänligheten är ganska bra till mycket bra, någon gör styrfilen helt själv, andra låter rådgivare sammanställa rådata eller göra hela filen. För att styrfiler ska få bättre genomslag inom jordbruket tror man att det behövs fler engagerade säljare och rådgivare och bra utbildningar. Lantbrukare kan ibland vara konservativa, men i takt med att fler använder sig av autostyrning och att fler redskap och traktorer blir anpassade för utrustningen blir steget mer naturligt. De intervjuade lantbrukarna sysslar alla med krävande odling, det är sannolikt inte någon slump, då mindre justeringar får större betydelse för det sammanlagda resultatet. De

flesta av de intervjuade lantbrukarna har intresserade och engagerade rådgivare i sin närhet, som har presenterat olika typer av ny teknik för dem. Alla uppger sig vara intresserade av att testa nya typer av behovsanpassad odlingsteknik, som exempelvis varierad utsädesmängd eller stallgödselspridning efter styrfil.

Examensarbetet leder fram till följande slutsatser:

- De som använder styrfiler har tidigare använt andra typer av precisionsteknik, såsom autostyrning och N-Sensor.
- Specialgrödor och varierande jordarter gör nytta med behovsanpassad odling större.
- Teknikintresse och ekonomi är de starkaste drivkrafterna för att testa styrfiler.
- Engagerade rådgivare och kunniga säljare är avgörande för ökat användande av styrfiler i växtodling.
- Användarvänligheten är bra, men utbildningar och bra support krävs.
- I takt med att maskinerna blir mer moderna och fler använder sig av t.ex. autostyrning blir steget mindre att pröva styrfiler för behovsanpassad giva.



Figur 7. Utbildning av precisionsteknik kan starta i tidiga år genom simulatorbaserad inläring.

Hur får vi fler innovationer i ÖKS-området genom precisionsodling?

Gennem en målrettet investering i en indsats på præcisionsjordbrug i ØKS-området, vil der gennem dette transnationale og de supplerende nationale indsatser blive skabt et højt kompetenceniveau inden for ØKS-regionen, når det gælder udvikling og innovation af nye teknologier og metoder inden for præcisionsjordbrug og IKT i landbruget. Dette forventes at skabe et solidt fundament for at andre firmaer, som gerne vil udbygge deres R&D-kompetencer vil vælge at placere disse i ØKS-regionen, hvor såvel videnniveau, som faciliteter forventes at blive styrkede på globalt førende i de kommende år.

Referenser

Danish Food Council. 2013a. Fakta om erhvervet 2013 (Facts about the business sector). Landbrug og Fødevarer, 103 pp.

Eriksson, J., Nilsson, I. & Simonsson, M. 2005. Wiklanders Marklära. Studentlitteratur, ISBN:91-44-02482-7

Jordbruksverket. 2010. Markkarteringsrådets rekommendationer för Markkartering av åkermark. Jordbruksinformation. Nr 19.

Oerke, E-C., Gerhards, R., Menz, G. & Sikora, R. A. (Ed.) 2010. Precision Crop Protection-the Challenge and Use of Heterogeneity. Springer. ISBN: 978-90-481-9276-2.

Steineck, S. 2000. Växtnäring i kretslopp. SLU Kontakt. ISBN:91-576-600-X

Gunnarson, A 2010. N-Sensorn vågar variera givan. Svensk Frötidning Nr. 6

Söderström, M. & Börjesson, T. 2013. Within-field variation in deoxynivalenol (DON) contents in oats. In: Proceedings from European Conference in Precision Agriculture 2013, Lleida, Spain, July 2013. Precision agriculture 13: 329-334.

Wallemyr, S. 2014. Behovsanpassad odling – optimering med styrfil. Examensarbete Biologiska Yrkeshögskolan (BYS) Skara

Weidow, B. 1998. Växtodlingens grunder. LTs Förlag, ISBN:91-27-34925-X

Wærnhus, K. 2013. Problemer med resistent ugras i norsk kornproduksjon. Bioforsk FOKUS 8 (2): 216-218.

Officiella hemsidor för aktuella myndigheter, företag och andra organisationer

Agroväst, precisionsodling: <http://www.agrovast.se/precision>

Dataväxt: <http://www.datavaxt.se/>

Dimensions Agri Technologies AS: <http://www.dimensionsagri.com/>

Forskningsrådet: <http://www.forskningsradet.no>

Greppa Näringen: <http://www.greppa.nu>

Jordbruksverket: <https://www.jordbruksverket.se>

Precisionsskolan: <http://www.precisionsskolan.se>

Kartverket, posisjonstjenester: <http://www.statkart.no>

Svensk raps: <http://www.svenskraps.se>

Videncenter for Landbrug: <http://www.seges.dk>

VIPS, norsk beslutningstøttesystem for plantevern: <http://www.vips-landbruk.no/>

Yara AB: <http://www.yara.se/>

Personliga meddelanden

Nissen, Knud, precisionssupport Lantmännen Lantbruk, knud.nissen@lantmannen.com,
tel. 010-556 0551 (2014-03-25)

***Wijkmark, Lars, rådgivare Växa Sverige, lars.wijkmark@vxa.se tel.035-465 16
(2014-03-26)***

Förteckning över rapporter utgivna i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter*:

- 34 Gustavsson, K., Berge, T. W. & Hauge Madsen, K. 2015. Hållbart jordbruk genom precisionsodling - En förstudie från Öresund-Kattegat-Skagerrak-området
- 33 Söderström, M & Stadig, H. 2015. Test av portable röntgenfluorescens (PXRF) för bestämning av jordart, näringsämnen och tungmetaller direkt i fält – en pilotstudie
- 32 Lundström, C (red). 2015. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2014.
- 31 Lundström, C (red). 2015. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2014.
- 30 Piikki, K., Wetterlind, J., Söderström, M. & Stenberg, B. 2013. Jordartskartering av matjord och alv direkt i fält.
- 29 Krijger, A-K. 2013. Kontrollerad trafik (CTF) – en förstudie
- 28 Ståhl, P., Söderström, M & Adolfsson, N. 2013. Gradering av rotogräs i ekologisk odling med hjälp av fotografering från obemannat flygplan (UAV).
- 27 Lundström, C (red). 2013. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2012.
- 26 Söderström, M. & Nyberg, A. 2013. Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling
- 25 Piikki, K., Söderström, M., Stenberg, M. & Roland, J. 2012. Variation i marken inom fältförsök.
- 24 Lundström, C (red). 2012. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2011.
- 23 Lundström, C (red). 2011. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2010.
- 22 Lundström, C (red). 2010. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2009.
- 21 Söderström, M. 2009. Interpolerade markkartor – några riktlinjer.
- 20 Söderström, M., Börjesson, T., Pettersson, C.G., Nissen, K. & Hagner, O. 2009. Prognoser för malkornskvalitet med fjärranalys.
- 19 Börjesson, T. & Söderström, M. 2009. Bedömning av kvalitetsskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor.
- 18 Lundström, C (red). 2009. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2008.
- 17 Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Regional analyse af samspillet mellem satellitdata og jordbundsvariation. Delrapport 2 i SLF-projektet (dnr SLF 297/02): "Kostnadseffektiv markkartering genom stratifierad datainsamling baserad på fjärranalys"
- 16 Jacobsen, A. & Söderström, M. 2008. Anvendelse af geostatistik og remote sensing data til kortlægning af jordens lerindhold.
- 15 Söderström, M. 2008. Den traditionella markkarteringens användbarhet för precisionsodling.
- 14 Lundström, C. (red); 2008. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2007.

- 13 Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. och Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning.
- 12 Söderström, M., 2008. PrecisionWizard 3 – hantera precisionsodlingsdata och gör egna styrfiler till Farm Site Mate och Yara N-Sensor.
- 11 Söderström, M., Gruvaeus, I. och Wijkmark, L., 2008. Gammastrålningsmätning för detaljerad kartering av jordarter inom fält.
- 10 Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.
- 9 Delin, S.(red.), 2007. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2006
- 8 Engström, L., Börjesson, T och Lindén, B. 2007. Beståndstäthet tidigt på våren i höstvetete – samband med skörd, topografi, förrådskalium och biomassa (Yara N-sensor- och NIR-mätningar)
- 7 Söderström, M., och Nissen, K., 2006. Insamling av GIS-data och navigering med GPS.
- 6 Söderström, M., 2006. PrecisionWizard - Gör styrfiler till FarmSiteMate och Yara N-sensor.
- 5 Delin, S.(red.), 2006. Dokumentation från seminariet ”Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer”, Skara den 19 april 2006.
- 4 Delin, S.(red.), 2006. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005.
- 3 Delin, S. 2005. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige (POS) 2003-2004.
- 2 Börjesson, T., Åstrand, B., Engström, L. och Lindén, B., 2005. Bildanalys för att beskriva beståndsstatus i höstraps och höstvetete och ogräsförekomst i vårsäd.
- 1 Nyberg, A., Börjesson, T. och Gustavsson, A-M., 2004. Bildanalys för bedömning av klöverandel i vallar – Utvärdering av TrefoilAnalysis.

Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter* (ISSN:1651-2804):

1. Börjesson, T, Ivarsson, K., Engquist, A., Wikström, L. 2002. Kvalitetsprognoser för brödvete och malkorn med reflektansmätning i växande gröda.
2. Börjesson, T., Nyberg, A., Stenberg, M. och Wetterlind, J. 2002. Handburen Hydro sensor i vall -prediktering av torrsubstansavkastning och kvalitetsegenskaper.
3. Söderström, M. (red.). 2003. Precisionsodling Sverige 2002, Verksamhetsberättelse från arbetsgrupperna.
4. Jonsson, A. och Söderström, M. 2003. Precisionsodling - vad är det?
5. Nyberg, A., Lindén, B., Wetterlind, J. och Börjesson, T. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar med en handburensensor i vallförsök med nötflytgödsel på Tubbetorp i Västergötland, 2002.
6. Nyberg, A., Stenberg, M., Börjesson, T. och Stenberg, B. 2003. Precisionsodling av vall: Mätningar i växande vall med ett bärbart NIR-instrument – en pilotstudie.

Förteckning över rapporter utgivna av Institutionen för jordbruksvetenskap Skara i serien *Precisionsodling i Väst, Tekniska rapporter*:

1. Rapport från en studieresa till norra Tyskland.
2. Thylén, L & Algerbo, P-A. Teknik för växtplatsanpassad odling.
3. Seminarium och utställning i Skara den 10 mars 1998.
4. Delin, S. 2000. Hantering av geografiska data inom ett jordbruksfält.
5. Lundström, C. Delin, S. och Nissen, K. 2000. Precisionsodling - teknik och möjligheter.

AGROVÄST-projektet *Precisionsodling Sverige* syftar till att utveckla och tillämpa användbara metoder inom precisionsodlingen till nytta för det praktiska jordbruket.

I projektet arbetas med precisionsodling i form av utvärdering och tolkning av samt teknik för markkartering, kalkning, gödsling, bestämning av mark- och grödegenskaper, växtskydd samt miljöeffekter av precisionsodling.

Projektet genomförs i ett samarbete mellan bl.a. Lantmännen AB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Yara AB, hushållningssällskap, Greppa Näringen och Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Precisionsodling och pedometri

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00

Internet: <http://www.slu.se/>
<http://www.agrovast.se/precision>
<http://www.precisionsskolan.se>