

Slutrapport: H1033240

Bättre beslutsstöd i spannmålsodlingen med platsspecifik ekonomisk nettokarta

Anna Rydberg, Jonas Engström, Mikael Gilbertsson, Johanna Olsson, Tomas Johansson och Per-Anders Algerbo

Bakgrund

Precisionsodling är ett koncept som funnits under ungefär 15 år. Idag är skördekartering och platsspecifik kvävegödsling vanligt förekommande i spannmålsodling. I takt med ökande mängd insamlad data har också behovet för hanterings- och beslutssystem av data ökat. Beslutsstödsystem för lantbruket, s.k. FMIS (Farm Management Information Systems) är utvecklade för lagring och bearbetning av data och för att stötta lantbrukaren i sitt beslutsfattande. Studier har visat att det inte är bristen på tillgänglig mätdata som kommer att hindra utvecklingen inom det moderna jordbruket, utan utmaningen för lantbrukaren är att se vilken information som bör samlas in och hur informationen ska användas på bästa sätt (Fountas m.fl., 2006). Många lantbrukare som använder sig av precisionsodlingsteknik upplever informationshanteringen som krånglig och svårhanterlig och känner sig frustrerade över att tekniken och mjukvaran inte är mer användarvänlig (Rydberg m.fl., 2008).

Runt om i Europa och världen satsas idag stora resurser på att använda olika sensorer och informations- och kommunikationsteknologi (IKT) för att bättre mäta och tolka de faktorer som påverkar växtodlingen. IKT har stor potential inom jordbruket för att minska mängden insatsmedel och samtidigt minska miljöpåverkan av produktionen. I dagens traktorer, tröskor och även vissa redskap kommunicerar maskinens olika delar med varandra genom ett digitalt nätverk som heter CAN (controller area network). CAN-protokollet möjliggör överföring av information mellan olika delar av ett fordon med endast ett fåtal kablar genom att använda adresserade meddelanden. Idag finns möjligheten att via traktorns (CAN-bus) och redskapens (ISOBUS) digitala interna kommunikation få information om rumslig variation av en mängd olika parametrar. Parametrarna mäts av olika sensorer på traktor och redskap för att styra dessa i det dagliga arbetet. Med hjälp av loggutrustning kan informationen om en parameter lagras i tid.

Det är många faktorer som avgör hur väl teknik och system fungerar praktiskt ute på gårdarna. Lean är en strategi för verksamhetsutveckling som bygger på en organisation som ständigt utmanar sig att bli bättre, att utföra rätt arbete på rätt sätt och i rätt tid. Standardiserade system och arbetssätt för informationsspridning och kommunikation minskar risken för att bara ett fåtal medarbetare kan sköta en viss arbetsuppgift, sårbarheten minskar och även arbetsbelastningen. Här finns en tydlig koppling mellan FMIS och Lean-arbetet på gården. Det kommer aldrig finnas en teknisk lösning som löser alla problem. Det är därför viktigt att hitta ett system som kombinerar teknik, människa och organisation och som är flexibelt nog att anpassas efter förändringarna i verksamhet och omvärld.

Syftet med det här projektet har varit att, med dagens möjligheter för precisionsodling som utgångspunkt, visa på möjligheterna med framtidens beslutsstödsystem för precisionsodling och möjliga vägar att nå dit. Målet med projektet har varit att utifrån loggad information ta fram platsspecifika kartor över ekonomiskt resultat från tre spannmålsfält i Sverige, undersöka vilka

användarbehov som föreligger hos svenska precisionsodlare, belysa hur tillämpningen av Lean kan komplettera användningen av beslutsstödssystem och slutligen jämföra dessa delar med ett koncept för framtidens precisionsodling som tagits fram i ett parallellt pågående internationellt projekt.

Material och metoder

Inom projektet har ekonomiska nettokartor över tre fält tagits fram i fältförsök, där variationen över fälten har studeras ur ett ekonomiskt perspektiv, under en period på tre år. Själva framtagningsprocessen har studerats utifrån möjligheten att ta fram och analysera data både för dagens precisionsodlingssystem och för ett möjligt framtida system. I samarbete med ett internationellt projekt där ett koncept för framtidens beslutsstödssystem har tagits fram (ERA-net projektet GeoWebAgri) och ett annat SLF-projekt där möjligheten att använda Lean för spannmålsodling har studerats (Hållbar spannmålsodling med ständiga förbättringar och Lean production) presenteras möjligheterna att tillämpa dessa båda koncept för precisionsodling anpassat efter svenska användarbehov.

Fältstudie

Under tre år mellan 2011 och 2013 har data från olika arbetsmoment samlats in vid praktiskt arbete. Insamling av data har utförts på en växtodlingsgård i Halland på ca 600 hektar. Gården tillämpar precisionsodlingskonceptet, genom skördekartering och gödsling med N-sensor. Dessutom styrs svampbekämpning efter N-sensor karta. På försöksgården valdes tre lämpliga fält ut. På fälten odlades under projektperioden spannmål i form av främst malkorn samt havre.

Framför allt parametrar som genererar kostnader för olika arbetsmoment har samlats in platspecifikt i fält. Data för plöjning, harvning, konstgödselspridning, sprutning och tröskning har loggats. För insamling av data användes en loggningsutrustning som anpassats för att koppla in sig på gårdens traktorer och tröska via CAN-busen. CAN-busens data innehåller flera hundra parametrar, men det är främst bränsleförbrukning och arbetstidsförbrukning som lagrats inom projektet.

Beräkningar

Data som samlats in har konverterats och hanterats manuellt i flera steg och resultaten beräknades sedan för 20 x 20 m rutor på fälten. Data interpolerades och lästes in i ett GIS-program och kategoriserades efter fält och arbetsmoment, där felaktig data rensades bort (t ex om loggningsutrustningen glömts på trots att fältet lämnats, eller vid felaktigheter i skördekarteringsdata pga. kilar osv). Omformning från uppmätta punktvärden till polygoner baserade på redskapets arbetsbredd gjordes via ett skript i ett GIS-program (bild 1).

För arbetsmoment där platspecifikt data fanns för större delen av, men inte hela, fältet, interpolerades värden för hela fältet med hjälp av kriging. Värden interpolerades separat för det som bedömdes som aktivt arbete respektive övrig körning. För plöjning användes exempelvis motorbelastningen för att avgöra om plojen var i jorden, eller om det var fråga om övrig körning, som vändning eller liknande. I de fall data saknats för någon del av fälten har den rutan inte tagits med i den vidare analysen, vilket gör att arealen i analysen är mindre än den verkliga. Vidare är dieselförbrukning, förar- och maskintid baserad på det som utförts på respektive fält. All annan körning, som transporter av maskiner och gods till och från fältet är inte med, vilket gör att dessa poster i verkligheten är högre.

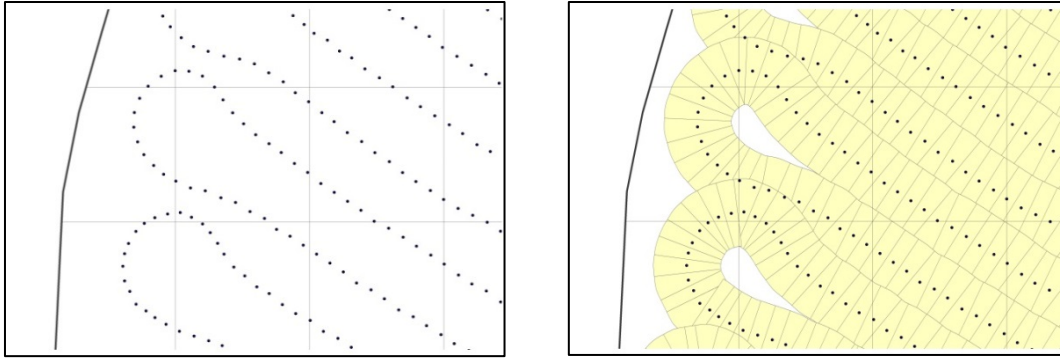


Bild 1. Till vänster visas GPS-punkter för insamlad data, en punkt per sekund, för arbetsmomentet harvning med 10 m bred harv. I bilden till höger har polygoner skapats där en polygon motsvarande bearbetad yta för redskapet under en sekund. Med hjälp av de skapade polygonerna kan även överlappning av verklig bearbetad yta beräknas. Det 20x20m rutnät som utgör basen för resultatberäkningen visas också.

Enkätstudie för användarbehov – dagens tekniknivå och framtida möjligheter

Det här projektet har samarbetat med ett annat projekt kallat GeoWebAgri. GeoWebAgri är ett internationellt ERA-net projekt, i vilket ett koncept för ett möjligt framtida beslutsstödssystem har tagits fram. Konceptet baseras på en infrastruktur för hantering både av platsspecifik data och för webbaserad lokal information. Syftet med konceptet är att främja introduktionen av denna teknik i europeiska programvaror och automationsprodukter för jordbruket (ProjectGeoWebAgri, 2014). Som fallstudie för att testa konceptet användes ett scenario med sprutning av pesticider (Kaivosoja m.fl., 2014), där den faktiska sprutdosen bestäms genom att online kombinera flera olika datakällor, inklusive väderinformation.

Scenariot användes bland annat för att undersöka vilka användarbehov som konceptet behöver svara upp mot. Användarbehoven i GeoWebAgri togs fram med hjälp av webbaserad undersökning. Inom ramen för det här projektet togs en liknande enkät fram för att belysa vilken tekniknivå med avseende på precisionsodling man har på svenska lantbruk och försöka ge svar på hur lantbrukarna upplever tekniken. Enkäten, som besvaras genom att kryssa i olika rutor, skickades med post ut till 1000 slumpvis utvalda svenska lantbrukare.

Möjligheterna med Lean för precisionsodling

I projektet "Lean – för effektiv och hållbar spannmålsproduktion" introducerades Lean på tre växtodlingsgårdar för att uppnå förbättrad produktivitet och resurseffektivitet i produktionen (Olsson m.fl., 2014). Erfarenheterna från det projektet har applicerats i detta projekt för att belysa områden där Lean kan tänkas effektivisera introduktionen, och komplettera användningen av beslutstödssystem.

Resultat

Datainsamling och beräkning

Tanken var att skapa platsspecifika nettokartor per fält för varje enskilt år, vilket visade sig vara svårt. Största orsaken till detta var att traktorer och tröskor användes som inte hade CAN-bus system. Därför har en nettokarta sammanställts för år 2012, som var det år då mest data kunde samlas in. Data från 2012 har kompletterats med data från 2011 respektive 2013 i de fall data saknats för 2012. Om platsspecifik data helt har saknats för en viss arbetsoperation så har föraren antecknat arbetsåtgång samt mängd bränsle för arbetsoperationen. Ibland berodde missad insamling på

tekniska problem, ibland på mänskliga faktorn, ibland på att traktorn inte hade CAN-bus, ibland på att lånad traktor eller tröska användes, p.g.a. sönderkörning eller samarbete.

I tabell 1 presenteras de arbetsmoment som utförts på de tre fälten under projekttiden, samt vilken information som samlats in från dessa moment. Tabellen visar för vilka moment data samlats in platsspecifikt för hela fält, vilka som samlats in platsspecifikt för delar av fält, respektive moment där platsspecifikt insamling inte kunnat genomföras eller inte fungerat. Ingen platsspecifikt information kunde samlas in för sådd och vältning, då traktorn som användes inte hade CAN-bus. I det fallet har endast totala bränsleförbrukningen, tidsåtgången och utsädesmängden mätts manuellt per fält. För övriga operationer finns varierande mängd platsspecifikt information insamlad, men inget fält eller år innehåller kompletta fältspecifika datamängder.

I tabell 2 visas en sammanställning av genomsnittliga värden för de tre fälten för året 2012. Den odlade grödan var malkorn och skördenivåerna var relativt höga för området. Arbetstid och dieselförbrukning utanför fälten ingår inte i beräkningen.

Moment	Använd källa till simulerat fältår 2012			Källa till dataunderlag		
	27	53A	54	Bränsle-förbrukning	Tidsåtgång	Giva/avkastning
Harvning1	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt	Platsspecifikt	-
Harvning2	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2013	Platsspecifikt	Platsspecifikt	-
Sådd inkl gödsla 1	Manuell uppgift 2012	Manuell uppgift 2012	Manuell uppgift 2012	Fältsnitt 2012	Fältsnitt 2012	Manuell uppgift för både utsäde och gödsla
Vältning	Platsspecifikt data 2013	Platsspecifikt data 2013	Platsspecifikt data 2013	Platsspecifikt	Platsspecifikt	-
Sprutning	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt	Platsspecifikt	Manuell uppgift
Sprutning 2	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt	Platsspecifikt	Manuell uppgift
Gödsel N-sensor - spridn. Karta	Platsspecifikt data 2011	Platsspecifikt data 2013	Platsspecifikt data 2013	-	-	Platsspecifikt
Gödsel N-sensor Motordata	Snittberäkning fält 54 2011	Snittberäkning fält 54 2011	Snittberäkning fält 54 2011	Snittberäkning fält 54 2011	Snittberäkning fält 54 2011	na
Tröskning avkastning	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2012	Platsspecifikt data 2012	-	-	Interpolerade värden (krigning) beräknade från städade värden.
Tröskning Motordata	Snittberäkning 2012	Interpolerat (krigat) från data 2012	Interpolerat (krigat) från data 2012	Separat interpolerade värden för arbete resp rängering. Fältsnitt fält 27.	Separat interpolerade värden för arbete resp rängering. Fältsnitt fält 27.	-
Plöjning	Snittberäkning 2011	Interpolerat (krigat) från data 2011	Interpolerat (krigat) från data 2011	Separat interpolerade värden för arbete resp rängering. Fältsnitt fält 27.	Separat interpolerade värden för arbete resp rängering. Fältsnitt fält 27.	-

Platsspecifikt data

Snittberäkning

Tabell 1. Datakällor använda för det simulerade odlingsåret 2012.

Benämning/Fält	27	53a	54
Areal (ha)	13,7	24,1	15,2
Verklig areal (ha)	14,6	25,7	15,3
Skörd (kg/ha)	6 861	7 212	7 978
Dieselförbrukning (l/ha)	52,3	54,2	55,1
Arbetsinsats (h/ha)	1,7	1,9	2,1

Tabell 2. Genomsnittliga uppmätta värden för de tre fälten under projektiden. Arealen är egentligen större - det värde som anges här är den areal som data loggats på för alla arbetsmoment.

I tabell 3 visas de olika intäcks- och kostnadsposter som bildar det platsspecifika resultatet. Kostnadsposter som skett utanför fälten är inte medräknade.

Benämning/Fält (kr/ha)	27	53a	54
Avsalu maltkorn	11 320	11 900	13 164
Gårdsstöd	1 544	1 544	1 544
Arrende	-2 700	-2 700	-2 700
Torkning, transport, analys	-1 214	-1 276	-1 412
Insatsvaror	-2 288	-2 310	-2 129
Diesel	-523	-542	-551
Förare	-423	-472	-524
Maskin	-1 274	-1 399	-1 534
Resultat	4 442	4 744	5 858

Tabell 3. Intäcks- och kostnadsposter vid resultatberäkning för de tre fälten. Observera att dieselförbrukning, förar- och maskinkostnad endast gäller inom fältens gränser. Transporter av maskiner och gods till och från fältet, samt andra arbetsinsatser, är inte med. I posten Torkning, transport och analys är kostnader för transport 3 mil, torkningsavtal och analys av Lantmännen inräknat, dock ej transport från fält.

Kartan över dieselförbrukning (bild 2) visar platsspecifik dieselförbrukning över de tre fälten. Dieselförbrukningen varierar från 40-120 l/ha. Områden kring åkerholmar, vändtegar, brunnar och surhål har högst dieselförbrukning.

Bild 3 visar det platsspecifika ekonomiska resultatet för varje 20x20m ruta på de tre fälten. Resultatet visar att variationen är mycket stor inom respektive fält, från en förlust på 7000 kr/ha till en vinst på drygt 8000 kr/ha.

Enkätstudie

Av 1000 tillfrågade lantbrukare svarade 500 på enkäten, vilket gör svaren representativa för den svenska lantbrukarkåren. Var tionde lantbrukare har erfarenhet av precisionsodling enligt undersökningen, fler ju större areal. För lantbrukare med mer än 50 ha har var femte erfarenhet av precisionsodling. Angående tillförlitlig mobil internetuppkoppling på lantbrukarens skiften upplevs bäst uppkoppling i Götalands norra slättbygder/Svealands slättbygder och bland lantbrukare yngre än 40 år. Där hade mellan 20-30 % alltid eller ofta en tillförlitlig mobil internetuppkoppling. En fjärdedel av alla tillfrågade visste inte om internetuppkopplingen var tillförlitlig.

Bland lantbrukare med mer än 50 hektar planerar var fjärde att kanske investera i precisionsodling under de närmaste åren. Den precisionsodlingsteknik som är viktigast, enligt alla tillfrågade i undersökningen, är sektionsavstängning på lantbrukssprutan samt variabel gödselgiva. Bland lantbrukare som har erfarenhet av precisionsodling är det däremot autostyrning och sektionsavstängning av sprutan som är viktigast.

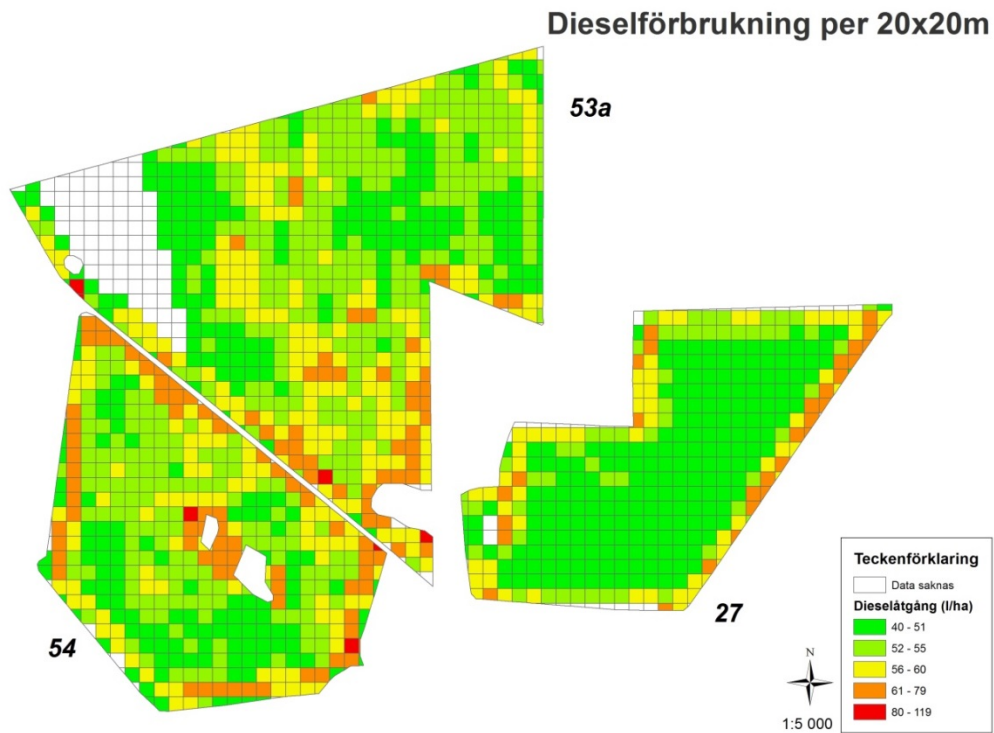


Bild 2. Dieselförbrukningen i l/ha per 20x20m ruta för de tre fälten. Om data för något arbetsmoment saknats för en ruta utesluts den rutan från kartorna.

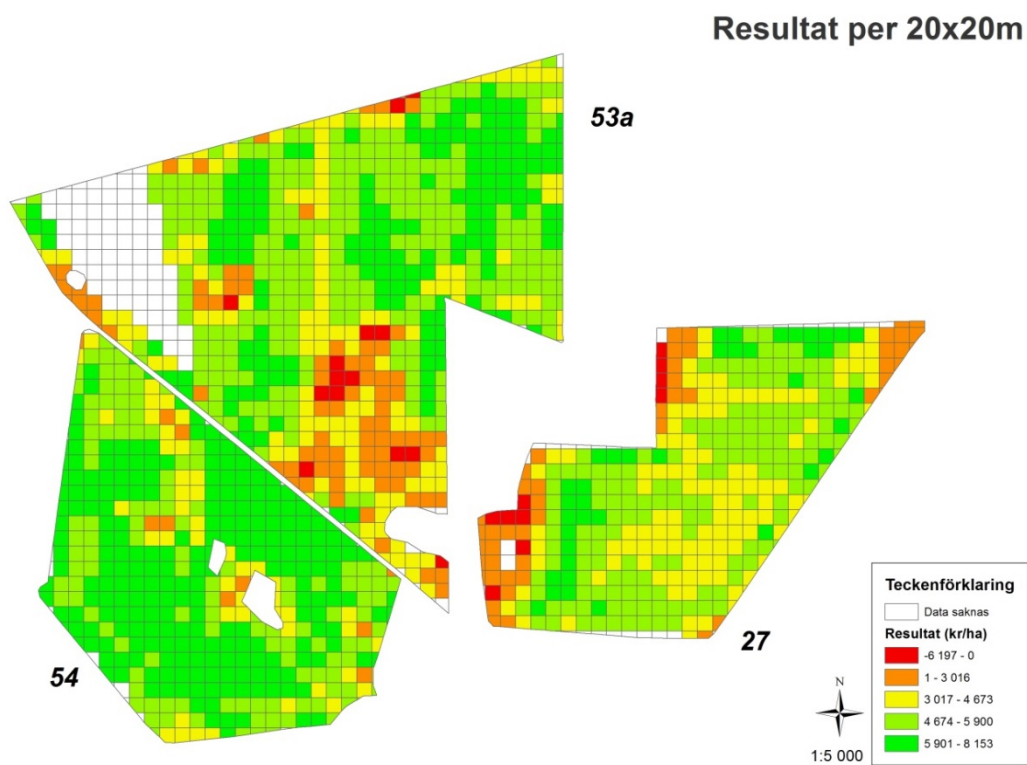


Bild 3. Resultat i kr/ha per 20x20m ruta för de tre fälten. Om data för något arbetsmoment saknats för en ruta utesluts den rutan från kartorna.

Åsiktsskillnader angående autostyrningens betydelse är värt att notera beroende på om lantbrukaren har erfarenhet av precisionsodling eller inte. Minst viktig teknik, bland de med erfarenhet av precisionsodling är automatisk registrering av antalet arbetstimmar per skifte.

Av de lantbrukare som har erfarenhet av precisionsodling är det tre fjärdedelar som sällan eller aldrig har haft problem med kommunikation mellan olika jordbruksmaskiner eller mellan maskin och mjukvaruprogram. En tiondel av de med erfarenhet av precisionsodling har däremot ofta haft denna typ av kommunikationsproblem.

En tiondel av alla lantbrukare använder någon form av driftsledningssystem, exempelvis växtodlingsprogram. Detaljerad arbetsplanering, utförd av lantbrukaren själv eller hans rådgivare, inför ett arbete på ett skifte är sällsynt, två tredjedelar av alla tillfrågade gör det aldrig enligt undersökningen. Medan en tiondel alltid eller ofta detaljplanerar. Detaljplanering är vanligast bland de med större arealer och i de största jordbruksbygderna, men även där är det hälften som aldrig gör detaljplaner före det att arbetet påbörjas på skiftet.

En fjärdedel av alla lantbrukare kan tänka sig att lägga max tre minuter extra på varje arbetsmoment med precisionsodling, exempelvis vänta in en GPS signal, om de skulle använda utrustning för precisionsodling. Bland de lantbrukare som har erfarenhet av precisionsodling kan tre av fyra tänka sig att lägga upp till tre minuter extra per moment.

Diskussion

En ekonomisk nettokarta som tagits fram i detta projekt kan vara ett sätt att tydliggöra hur stora de ekonomiska skillnaderna faktiskt är inom ett fält och skapa en drivkraft till förändring. Resultaten visar på ett sämre resultat kring åkerholmar, vissa vändtegar, brunnar och områden med dålig dränering. Resultaten visar även på nyttan med att se över de körmonster som används för att på så sätt effektivisera diesel- och arbetsinsatser på fälten. Bild 4 visar en satellitbild över fält 53A. På satellitbilden syns ett mörkt område. I detta område är dräneringen bristfällig och detta ger även utslag på den ekonomiska nettokartan. Kanske kan resultatet även för detta område vändas till samma lönsamhet som de andra delarna av fältet genom renoverad eller ny täckdikning?



Bild 4. Satellitbild av fält 53a. Notera de fuktiga områdena i nedra delen av fältet, där det är mycket låg lönsamhet enligt bild 2. 53a är delat i två delar odlingsmässigt, viket gör att övre delen av fältet på satellitbilden inte stämmer överens med övre delen på kartan i bild 2.

I och med den nya jordbrukspolitiken för 2015 så kommer sannolikt många lantbrukare behöva lägga ut ekologiska fokusarealer. Ett sätt kan vara att lägga ut dessa områden kring åkerholmar eller kilar med dåligt ekonomiskt resultat.

Spridningen bland dagens lantbrukare i intresse och kunskap av precisionsodling är stor och varierar med gårdsstorlek och geografisk spridning. En stor del av lantbrukarna använder troligen papper och penna för att göra noteringar i sprutjournaler, notera utsädesgivor och gödselmängder. Inte oväntat har de med större arealer mer erfarenhet av precisionsodling. Även ålder kan spela in då det troligen är de yngre som tar till sig ny teknik snabbast, med exempelvis smarta telefoner, och upptäcker bristerna i internetuppkoppling, medan övriga inte är medvetna eller inte använder denna typ av teknik med mobil internetuppkoppling. Bristande eller instabil uppkoppling till internet medför att utrustning för precisionsodling bör kunna användas inte bara online utan även offline.

Det finns en stor relativt outnyttjad potential bland dagens lantbrukare att använda FMIS till planering och uppföljning. För att förbättra produktionen är mätetal oerhört viktiga, och här kan FMIS spela en avgörande roll genom att möjliggöra jämförelser mellan olika produktionsparametrar och år. Arbetsmomenten på en växtodlingsgård sker under en kort tidsperiod varje år och återkommer sedan inte förrän året där på. Detta medför ett stort behov av uppföljning med hjälp av mätetal eller styrpunkter som kontinuerligt beskriver verksamheten. Exempel på mätetal som kan användas är uppföljning av störningar och avbrott för maskiner, takten i det förebyggande underhållet eller för olika arbeten i fält. Det vore en stor fördel om FMIS skulle kunna användas för att sammanställa dessa mätetal eller styrpunkter.

På en växtodlingsgård är en stor utmaning att alla medarbetare får information även när de är ute i fält och att informationen överförs utan missförstånd mellan olika medarbetare. De visuella verktyg som används inom Lean kan inte ersättas av FMIS, men systemen kan komplettera varandra. FMIS kan komplettera olika Lean-verktyg och exempelvis ta fram sammanställningar som kan användas i Lean-arbetet.

De praktiska problem som har uppstått vid datainsamlingen under projektets gång visar tydligt på de problem som kan förekomma vid tillämpning av precisionsodling. Den insamling som skett inom ramen för detta projekt är inte av normal omfattning för allmän tillämpning i dagens precisionsodling, utan har varit betydligt mer omfattande än vad som är brukligt. Om däremot ett framtida system för precisionsodling ska vara mer övergripande och omfatta fler aktiviteter och arbetsmoment än idag, måste problem likande de som upplevts i denna studie kunna överbryggas i praktiken. Mängden handpåläggning som behövts vid databearbetningen har också varit betydande, och krävt specialistkunskaper i GIS och databearbetning. Ribban att börja med precisionsodling riskerar att höjas om kunskapskraven för att använda FMIS i framtiden höjs ytterligare.

Bland de som praktiserar precisionsodling är viljan att lägga extra tid på att få tekniken att fungera generellt högre, vilket kan tyda på att man ser nyttan med tekniken när den fungerar väl. De kanske också är medvetna om att det kräver lite tid att få tekniken att fungera. För att minska ribban att använda precisionsodling kan enkla och tydliga instruktioner och lättillgängliga rutiner vara till stor hjälp. Detta är något man lägger stor vikt på inom Lean.

Slutsatser

- Den möjliga nyttan med framtidens FMIS är mycket stor jämfört med dagens tillämpning av precisionsodling.
- Det är idag en hög tröskel att använda FMIS till mer än de enskilda operationerna de är specialanpassade för (t ex N-sensor för behovsstyrd kvävegödsling).
- Flera lantbrukare som idag praktiserar precisionsodling uppskattar nyttan med precisionsodling och har överseende med att tekniken behöver tid för uppdatering och igångsättning.
- Bristande eller instabil uppkoppling till internet medför ett behov av att utrustning för precisionsodling bör kunna användas inte bara online utan även offline.
- Det finns en stor relativt outnyttjad potential bland dagens lantbrukare att använda FMIS till planering och uppföljning.
- Då ett nytt FMIS ska införas på gården är det viktigt att samtliga anställda som arbetar med växtodlingen får vara delaktiga vid införandet. Det dagliga arbetet med systemet kan sedan med fördel standardiseras så att systemet utnyttjas maximalt och med en högkvalitet.
- De visuella verktyg som används inom Lean kan inte ersättas av FMIS, men systemen kan komplettera varandra.

När antalet användare av precisionsodlingsteknik ökar, ökar även antalet tillverkare av precisionsodlingsteknik, antalet maskinkombinationer och mjukvaruprogram. En tillförlitlig kommunikation och en gemensam standard som tekniken kan baseras på är önskvärt för att begränsa dessa hinder och underlätta för investering i precisionsodlingsteknik.

Resultatförmedling till näringen

Rydberg, A., Gilbertsson, M., Engström, J., Olsson, J., Algerbo, P-A. , & Johansson, T., 2015. Framtida informationshantering för beslutsstöd i spannmålsodlingen – hur når vi dit? Rapport xxx, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
Webnotis på JTIs hemsida – januari 2015.

Publikationer

- Fountas, S. & Wulfsohn, D., Blackmore, B.S., Jacobsen, H.L. & Pedersen, S.M. 2006. A model of decision-making and information flows for information intensive agriculture. *Agricultural Systems*, 87, 192-210.
- Kaivosoja, J., Jackenkroll, M., Linkolehto, R., Weis, M. & Gerhards, R. 2014. Automatic control of farming operations based on spatial web services. *Computers and electronics in Agriculture* 100 (2014) 110-115
- Olsson, J., Sundström, B., Åström, H., Rydberg, A., Berglund, M. 2014. Lean – för effektiv och hållbar spannmålsproduktion. Rapport 418, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala
- Rydberg, A., Olsson, J., Gilbertsson, M. & Algerbo, P-A. 2008. Data- och informationshantering i lantbruket – ett växande problem. Rapport 365, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Project GeoWebAgri, 2014., www.uni-hohenheim.de, 2014-12-16.