



Gradering av rotogräs i ekologisk odling med hjälp av fotografering från obemannat flygplan (UAV)



Per Ståhl, Mats Söderström & Niklas Adolfsson

Förord

Rapporten ni håller i er hand är resultatet av ett pilotprojekt som genomfördes sommaren 2012 i Östergötland och finansierades av POS, Precisionsodling Sverige. Projektet har genomförts som ett samarbete mellan personer som arbetar inom flera olika organisationer. Per Ståhl arbetar vid Hushållningssällskapet i Linköping, Mats Söderström arbetar på SLU i Skara och Niklas Adolfsson arbetar på JTI i Uppsala.

Skara 2013

Foto framsidan: Kim Gutekunst, JTI

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	2
<i>Innehållsförteckning</i>	3
<i>Introduktion</i>	4
<i>Material och metoder</i>	5
<i>Resultat</i>	7
<i>Diskussion och slutsatser</i>	10
<i>Referenser</i>	11

Introduktion

Rotogräs är ett av de större problemen i ekologisk odling. Bekämpning i ekologisk odling sker mekaniskt samt med anpassad växtföljd. Förekomsten av roto­gräs varierar normalt ganska mycket över fälten – ofta förekommer ogräsen fläckvis (t ex Berge et al., 2012; Gerhards & Sökefeld, 2003). För att hantera roto­gräsen effektivt krävs att man har god kunskap om dess utbredning. Manuell gradering i fält är en metod som dock är tidsödande och det är svårt att få en objektiv bedömning av hur ogräsförekomsten utvecklar sig över åren.

Teknik för detaljerad kartläggning och anpassad bekämpning av ogräs har utvecklats under senare år. Det kan röra sig om både vanliga kameror där man utvecklat en automatiserad bildanalysalgoritm för att beräkna ogräsmängden (Berge et al., 2012; Börjesson et al., 2008) eller andra optiska sensorer (t ex Dammer et al., 2003; Wang et al., 2007; Sui et al., 2008). Mätningen och bekämpning kan ibland ske i ett enda steg med sensorer monterade på sprutan, t ex WeedSeeker (Trimble, Ukiah, CA, USA), men även helt självgående robotar har utvecklats (Berge et al., 2012). Under senare år har tekniken med fotografering från små, obemannade helikoptrar och flygplan, UAV (*unmanned aerial vehicle* – även benämnt *UAS, unmanned aerial system*), utvecklats så att det nu finns konsumentprodukter att köpa som är relativt enkla att använda, och en tänkbar applikation är kartläggning av ogräsförekomst (Rydberg et al., 2007; Rasmussen et al., 2013). I Sverige finns användare både inom t ex jord- och skogsbruk; inom jordbruket är det i huvudsak för forskning eller försök som UAV använts hittills. Den snabba utvecklingen av UAV-tekniken har skett för militära ändamål, s.k. drönare. Dessa är i många fall betydligt större än de enklare UAV:er som är aktuella här. I dagsläget används ofta vanliga digitalkameror som är monterade på flygfarkosten, som också kan vara utrustad med autopilot och GPS vilket gör att fotograferingen till stor del kan automatiseras. Fördelen gentemot annan typ av fjärranalys från t ex satellit eller flygplan är att man inte är lika väderleksberoende, att bilderna har hög rumslig upplösning och att man kan få fram bilder snabbt och med kort varsel (en sammanställning av fjärranalysteknik för ogräskartering är gjord av t ex López-Granados, 2011). En visuell granskning av bilderna kan göras snabbt, men databearbetning av de digitala bilderna kan emellertid vara ganska komplicerad.

Kartläggning av ogräsförekomst med UAV-tekniken kan vara intressant för rådgivaren och lantbrukaren då hela fält snabbt och effektivt kan scannas. Genom att återkomma till samma fält och flyga samma rutt skulle man genom bildanalysen t.ex. kunna följa roto­gräsens utveckling på ett objektivt och effektivt sätt.

I det här projektet var målet att utvärdera möjligheten att kunna dokumentera förekomsten av roto­gräs genom analys av flygbilder från UAV över några olika fält där man bedriver ekologisk odling och som hade olika grödor med varierande mängder roto­gräs, främst åkertistel och åkermolke. Med hjälp av bildanalys jämfördes täckningsgraden av roto­gräs från en gradering i fält med framräknade täckningsvärden från flygbilder. Åkertistel och åkermolke är svåra att följa i fältförsök och den här tekniken skulle kunna öppna för möjligheten att följa upp storskaliga test av olika bekämpningsstrategier.

Material och metoder

Vi valde ut ett fem ytor på Tegneby gård ca 20 km väster om Linköping (där det bedrivits ekologisk odling under 15-25 år) där det fanns varierande mängder med främst åkertistel och åkermolke – men även en del andra ogräs förekom (Figur 1). UAV-flygning gjordes vid två tillfällen, 2012-08-02 och 2012-08-16, för att hitta bästa tidpunkten för bildanalysen, vilken bedömdes vara när spannmålen börjar gulna och ogräset i fråga fortfarande var grönt. De delar av fälten som valdes ut för detaljkartering hade följande grödor och storlek: höstvetete (två delfält på respektive 3,8 och 1,5 ha), havre (2,3 ha) samt ett fältförsök med vårvete (med 12 försöksrutor à 50 x 8 m²). De två olika höstveteytorna låg i två höstvetefält med olika förfrukter. Det södra fältet hade klöver som förfrukt och hade ett betydligt bättre bestånd än det norra som hade spannmål som förfrukt. Höstvetet och havren odlades med 50 cm radavstånd för radhackning (en dubbelrad med 4 cm avstånd mellan raderna användes). I fältförsöket varierade radavståndet mellan 25 och 50 cm. Vid gradering och flygning användes även ett kornfält längre österut men på grund av problem men flygbilderna användes inte den ytan i analyserna.

En ogräsgradering gjordes manuellt till fots i fält varvid ogrästäckningsgraden (0-100 %) bedömdes visuellt. Åkertistel och åkermolke (samt ev. andra ogräs) graderades var för sig för att eventuellt kunna särskilja arterna i flygbilderna. Graderingen i fält gjordes för en yta som motsvarar ungefär en cirkel med radien 2 m runt den plats som observatören befann sig på. Vid graderingen i fält användes en handburen GPS (Magellan med ca 1 m positionsnoggrannhet enligt tillverkaren) för att kunna lokalisera graderingsplatserna på kartan. I fältförsöket gjordes en inmätning av graderingsplatserna i förhållande till försökets ytterkanter.

Det UAV som användes tillhör klass 1A (dvs. klassen med de lättaste flygfarkosterna) enligt Transportstyrelsens definitioner (Transportstyrelsen, 2009) och är av märket Smartplanes SmartOne-B (Smartplanes AB, Skellefteå, Sweden) (Figur 2). Flygplanet väger ca 1,1 kg samt mäter omkring 1,2 meter mellan vingpetsarna. Planet hade en inbyggd GPS och var utrustat med autopilot samt en digitalkamera (Canon Ixus 70 med 7 megapixels upplösning). Planet styrs automatiskt av autopiloten och markstationen via en datalänk under fältkarteringen (Figur 2). Kameran fotograferade markytan från 100 meters höjd under flygningen och fotografierna användes sedan för att skapa en bildmosaik över området. Programvaran Agisoft Photoscan Professional (Agisoft LLC, St. Petersburg, Ryssland) användes för att skapa bildmosaikerna. Programmet använder sig av en algoritm för att matcha bilderna med varandra för att sedan skapa en mosaikbild av all tagna flygfoton. För att detta ska fungera måste flygfotona vara tagna på sådant sätt att de överlappar varandra, i detta fall med ca 75 procents överlapp. Efter att georeferering gjorts av flygbildsmosaiken i programmet med hjälp av kända markpunkter skapades en kartriktig flygbild (mosaikerna visas översiktligt i Figur 1).



Figur 1. Provytor i Tegneby, Östergötland som detaljkarterades i utvärderingen. Två georefererade bildmosaiker från UAV-fotograferingen 2012-08-16 visas med ett ortofoto från Lantmäteriet i bakgrunden (från okänt datum). Även ett kornfält öster om denna kartbild fotograferades, men där kunde ingen bildmosaik skapas.



Figur 2. Pilot, UAV samt markstation innan start (foto: Kim Gutekunst, JTI).

Endast bilder från fotograferingen 2012-08-16 användes i analysen. Skillnaden i grönhet mellan ogräs och gröda var störst vid den tidpunkten. Tre olika index (vars användning finns beskriven tidigare av t ex Woebbecke et al., 1995; Motokha et al., 2010) räknades fram från bildmosaikerna:

Excess green: $(2G-R-B)$

GRVI (green-red vegetation index): $(G-R)/(G+R)$

Green index: $G/(R+G+B)$

där R, G och B står för digitalvärdena (0-255) för rött, grönt respektive blått i färgbilderna. Om man tittar i rapporter från tidigare undersökningar kan man ibland se lite olika benämningar på dessa index, och i många fall används indexet för att binärt särskilja vad som är ogräs eller vegetation (t ex Börjesson et al., 2008). Avsikten med att använda sådana index är att få bort brus som finns i bilden och renodla en viss egenskap; i det här fallet antog vi att grönheten (som ett kontinuerligt värde genom de olika indexen) är en indikation på förekomst av ogräs eftersom grödan vid fototillfället hade gulnat. Att bara använda det gröna bandet i fotot fungerar inte så bra eftersom t ex skuggor och annat gör att det värdet varierar väldigt mycket. Pixelstorleken i fotomosaikerna är 2-4 cm, så det finns mycket brus. För att få fram ett någotsånär jämförbart värde i bildmosaikerna med varje graderingsplats från fältarbetet beräknades medeltalet av respektive index för varje pixel i bildmosaikerna för en yta med 2 m radie.

För bildanalysen användes mjukvaran ArcGIS 10.1 (ESRI Inc., Redlands, CA, USA) och för den statistiska bearbetningen Statistica 10 (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

Resultat

I Tabell 1 visas ett exempel på graderingsresultaten från fältförsöket med vårmete. I varje försöksruta har 4 punkter graderats. I varje punkt har åkertistel respektive åkermolke fått en graderingssiffra som representerar täckningsgraden i procent av ytan.

Tabell 1. Täckningsgrad av åkertistel och åkermolke i fältförsöket med vårmete. Sju utvalda parceller med störst ogräsförekomst är graderade 21 augusti.

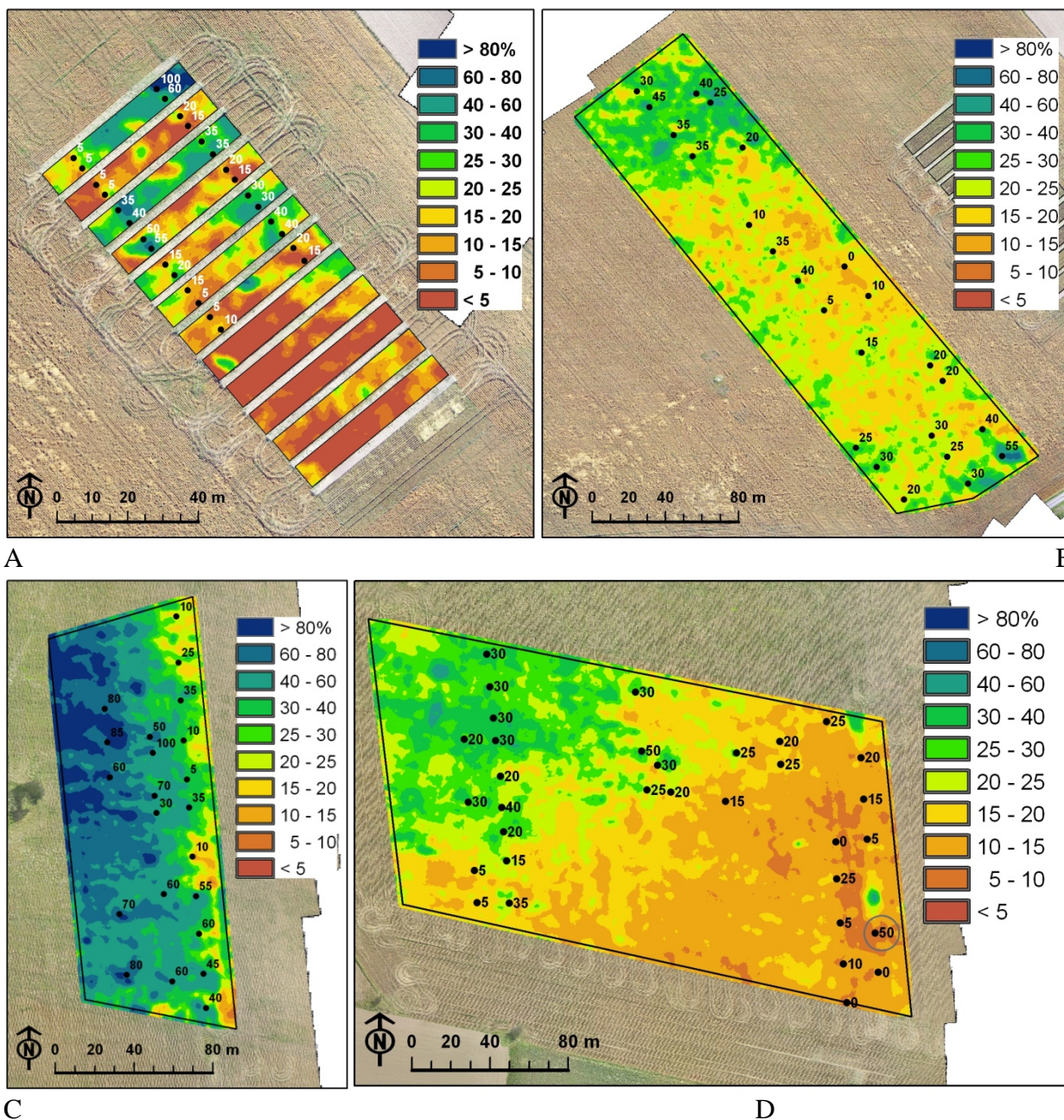
Ruta	Åkertistel 0-100				Åkermolke 0-100			
	Punkt				Punkt			
	1	2	3	4	1	2	3	4
6	15	20	10	5	0	0	0	0
7	40	40	5	10	0	0	0	0
8	30	30	10	5	0	0	0	0
9	10	10	40	30	0	0	0	0
10	25	25	40	30	0	0	0	5
11	10	10	5	5	0	0	0	0
12	20	30	5	5	0	0	0	0

I jämförelserna som gjordes mellan UAV-bilderna och den manuella graderingen kunde vi inte särskilja de olika rotogräsarterna. Däremot fann vi att den totala täckningsgraden av rotogräs ofta var relativt väl korrelerad med de olika indexen som räknades fram. De olika indexen som används var starkt korrelerade med varandra (R^2 på mellan 0,72 – 0,95 för de olika provytorna), men vid en enkel regressionsanalys mellan det beräknade medeltalet av respektive index inom en 2 m radie från varje observationspunkt och det manuellt angivna graderingstalet fann vi att det fanns vissa skillnader mellan indexen (Tabell 2). Om man använder det högsta R^2 -värdet som indikator för en rangordning av indexen så var Green index bäst i de tre fall (Vårveteförsöket, Havrefältet och Höstvetet_nord) där det var starkast samband mellan UAV-mosaiken och fältgraderingen. Särskilt i vårveteförsöket (adj $R^2 = 0,76$). I det södra höstvetefältet var sambandet mellan bildmosaikindexen och graderingen inte särskilt bra. Det stördes framförallt av en enstaka graderingspunkt som hade hög andel tistel (55 %). Om denna punkt togs bort blev sambandet avsevärt starkare, samt om man enbart jämförde indexen med förekomst av åkermolke, som var den dominerande ogräsarten i det fältet.

Tabell 2. Sammanfattning av regressionsanalys mellan ogräsgradering och bildanalys. För Höstvetet_syd visas även resultat för enbart åkermolke respektive när ett kraftigt avvikande värde togs bort. Indexen med högst korrelation i respektive fall är markerade.

		R	R^2	Adj R^2	p
Vårveteförsök n = 28	Excess green	0,72	0,52	0,50	0,00002
	GRVI	0,82	0,67	0,66	0,00000
	Green index	0,88	0,77	0,76	0,00000
Havre n = 24	Excess green	0,68	0,46	0,44	0,00026
	GRVI	0,69	0,48	0,45	0,00019
	Green index	0,71	0,50	0,48	0,00010
Höstvetet_nord n = 22	Excess green	0,74	0,55	0,53	0,00008
	GRVI	0,74	0,54	0,52	0,00009
	Green index	0,77	0,59	0,57	0,00003
Höstvetet_syd n = 33	Excess green	0,49	0,24	0,22	0,00344
	GRVI	0,48	0,23	0,21	0,00459
	Green index	0,48	0,23	0,21	0,00466
endast åkermolke	Excess green	0,71	0,51	0,49	0,00000
	GRVI	0,73	0,53	0,51	0,00000
	Green index	0,72	0,51	0,50	0,00000
en outlier borta	Excess green	0,67	0,44	0,42	0,00003
	GRVI	0,59	0,34	0,32	0,00043
	Green index	0,65	0,42	0,40	0,00006

I Figur 3 visas kartor över det totala rotogrässtrycket enligt det bästa sambandet för respektive provyta. Eftersom enkla linjära regressionssekvationer som är framtagna med ett litet antal observationer ofta ger orimliga värden, i det här fallet negativa värden eller värden över 100%, så sattes alla sådana värden till 0 respektive 100.



Figur 3. Beräknad förekomst av rotogräs. Punkterna visar observationer samt observerad täckningsgrad i procent. A) Vårveteförsöket; B) Havre, C) Höstvet_e_nord, D) Höstvet_e_syd. I D) användes regressionsmodellen där ett kraftigt avvikande värde tagits bort (inringat) (se även Tabell 2).

Diskussion och slutsatser

Projektets mål var att undersöka om det var möjligt att fotografera spannmålsgrödor strax före mognad för att gradera förekomsten av roto­gräs i fältet. Resultaten visar att det fanns ett bra samband mellan olika grönhetsindex och mängden roto­gräs i de undersökta spannmålsgrödorna vid ett sent utvecklingsstadium (begränsande gulnande/mognad). Green index var det som oftast var bäst korrelerat med roto­gräsförekomsten, men skillnaderna var inte så stora mellan de testade indexen. Det finns möjlighet att göra beräkningen av grönheten på många andra sätt än det som gjordes här, och det enskilda värdet som räknas fram för en manuell graderingspunkt beror på en rad faktorer som gör att värdena blir osäkra. Vi använde här en mosaik av överlappande, mindre flygbilder (som tagits med lite olika vinkel och kanske varierande ljusförhållanden) som sammanfogades automatiskt. I denna process och vid georefereringen påverkas enskilda pixelvärden och dessutom modifieras pixlarnas läge.

Georefereringen är heller inte perfekt utan det finns en osäkerhet som i olika delar av bilderna sannolikt kan uppgå till några meter. Vi arbetade här med mindre delar av fält som hade relativt bra referenspunkter, vilket gör att positionsfelet ändå torde vara relativt litet. För vårveteförsöket borde positionsfelet vara små. De med en enkel GPS i fält inmätta graderingspunkternas position har en osäkerhet på \pm ca 1 m. Grönhetsvärdena som räknades fram från flygbildsmosaikerna var ett medeltal inom en 2 m radie. En alternativ beräkningsmetod skulle ha kunnat vara att beräkna andelen pixlar inom radien som hade ett grönhetsvärde över ett visst tröskelvärde.

Eventuellt skulle man också kunna förbättra kartorna genom att använda metoden *regression kriging* där man interpolerar residualerna från regressionen och sedan adderar residualkartan till regressionskartan (Hengl et al., 2007). Den metoden fungerar bäst om observationerna är relativt jämt fördelade över den kartlagda ytan.

Trots osäkerheten som beskrivs var ändå sambandet mellan indexvärdena och graderingsvärdena relativt starkt (adj R^2 i storleksordningen 0,5 – 0,7), och metoden bedöms vara ett användbart verktyg för att gradera roto­gräs strax före skörd av spannmålsgrödor. Metoden kunde inte se skillnad på de olika roto­gräsen som i projektet främst varit åkertistel och åkermolke.

Tänkbara tillämpningar är fältförsök där man vill följa effekterna på roto­gräs av olika åtgärder. Att få en heltäckande bild genom gradering i fält i enskilda punkter är svårt för ogräs som varierar oregelbundet i fälten. En gradering via bildanalys av hela försöksytan skulle kunna ge ett bättre värde för roto­gräsförekomsten. I fältskala skulle man på samma sätt kunna följa utvecklingen av roto­gräs mellan år då man sätter in olika åtgärder, ändrar växtföljd mm. Det kan möjliggöra användningen av storskaliga försök i fältskala då man vill undersöka effekterna av mekaniska åtgärder mot ogräs som är svåra att utföra på ett bra sätt i små försöksparceller.

För att få ett säkert resultat behöver man troligen göra utvalda graderingar på marken för att kalibrera bildanalyserna det enskilda året. För en praktisk tillämpning av den beskrivna metoden är det enklast om bildanalysen så långt som möjligt kan automatiseras.

Referenser

- Berge, T.W., Goldberg, S., Kaspersen, K., Netland, J. 2012. Towards machine vision based site-specific weed management in cereals. *Computers and Electronics in Agriculture* 81, 79-86.
- Börjesson T., Lorén N., Larssolle A., Söderström M., Nilsson J., Nissen K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning. *Precisionsodling Sverige, POS Teknisk rapport 13*. Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. 57 s.
- Dammer, K.H., Böttger, H., Ehleert, D. 2003. Sensor controlled variable rate real-time application of herbicides and fungicides. In: Stafford, J. & Werner, A (eds.): *Precision Agriculture*. Wageningen Academic Publishers. 129-134.
- Gerhards, R., Sökefeld, M. 2003. Precision farming in weed control – system components and economic benefits. In: Stafford, J. & Werner, A (eds.): *Precision Agriculture*. Wageningen Academic Publishers. 229-234.
- Hengl, T., Heuvelink, G.B.M., Rossiter, D.G. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies, *Computers & Geosciences*, 33, 10, 1301-1315.
- López-Granados, F. 2011. Weed detection for site-specific weed management: mapping and real-time approaches. *Weed Research* 51, 1–11.
- Motohka, T., Nasahara, K.N., Oguma, H., Tsuchida, S. 2010. Applicability of Green-Red Vegetation Index for Remote Sensing of Vegetation Phenology. *Remote Sens.* 2, 2369-2387.
- Rasmussen, J., Nielsen, J., Garcia-Ruiz, F., Christensen, S., Streibig, J.C. 2013. Potential uses of small unmanned aircraft systems (UAS) in weed research. *Weed Research*, 53, 242-248.
- Rydberg, A., Hagner, O., Söderström, M., Börjesson, T. 2007. Obemannad flygfarkost (UAV) överblickar grödorna. *Miljöteknik (JTI)*. JTI-rapport, Lantbruk & Industri, nr. 358, 24 s.
- Sui, R., Thomasson, J.A., Hanks, J., Wooten, J. 2008. Ground-based sensing system for weed mapping in cotton. *Computers and Electronics in Agriculture* 60, 31-38.
- Transportstyrelsen. 2009. Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg (UAS). Transportstyrelsens författningssamling, TSFS 2009:88. 39 s.
- Wang, N., Zhang, N., Wei, J., Stoll, Q., Peterson, D.E. 2007. A real-time, embedded, weed-detection system for use in wheat fields. *Biosystems Engineering*, 98, 276-285
- Woebbecke, D.M., Meyer, G.E., von Bargen, K., Mortensen, D.A., 1995. Color indices for weed identification under various soil, residue and lighting conditions. *Transactions of the ASAE* 38, 259–269.

Förteckning över rapporter utgivna av Forskargruppen Precisionsodling och Pedometri (tidigare Avd för Precisionsodling) i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter*:

- 27 Lundström, C. 2013. Verksamhet i Agroväst projektet Precisionsodling Sverige, 2012.
- 26 Söderström, M. 2012. Digital markkartering av Skånes åkermark med fjärranalys.
- 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. Svenska Lantmännen, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Svalöf Weibull AB, 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.precisionskolan.se>