



Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS



Foto Mats Söderström

Mats Söderström, Lars Wijkmark, Johan Martinsson & Knud Nissen

Innehåll

Sammanfattning	5
Introduktion.....	5
Metoder & material	5
Resultat.....	8
Diskussion	10
Slutsatser	11
Erkännanden.....	12
Referenser.....	12

Bilaga 1. Inmätta körspår

Bilaga 2. Kalkyl för uppskattning av ekonomiskt utfall av ökad effektiv
arbetsbredd

Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS

Mats Söderström (SLU), Lars Wijkmark (Växa / Hushållningssällskapet), Johan Martinsson (DataVäxt) & Knud Nissen (Lantmännen)

Sammanfattning

Avstånd mellan befintliga körspår inmättes med RTK-GPS på nio fält i sydvästra Sverige under 2007. Både körspår som skapats på traditionellt sätt med spårmarkör och där man använt autostyrning med GPS förekom. Resultaten visade att variationen i avstånd mellan körspår på fält där man använt autostyrning var betydligt mindre än på fält där man använt spårmarkör. Där man använt GPS med hög noggrannhet var variationen obetydlig avståndet mellan körspår var det som ställts in i utrustningen. Även om antalet fält i denna undersökning var litet, indikerar resultaten att det går att undvika överlapp och mistor om man använder autostyrning med bra GPS. För spårmarkör verkar överlapp på 2-3% vanligt. För att verifiera resultaten är det lämpligt att komplettera studien med fler fältmätningar.

Introduktion

Intresset för autostyrning är för närvarande stort hos många lantbrukare. Under många år har man inom forskning och utveckling arbetat med olika guidesystem som kan avlasta förare av lantbruksmaskiner (se t ex Tillet (1991) och Wilson (2000) för en historisk beskrivning). På senare tid har tillgången till RTK-GPS gjort att man på ett par cm när kan bestämma sin position i realtid (Cordes m.fl., 2000; Engfeldt & Jivall, 2003; Pedersen m.fl., 2004). Det är dock inte lätt att veta vilket system man ska välja eller att värdera den nytta man kan få av en investering. Andersson (2004) har gjort en beräkning av de ekonomiska förutsättningarna för investering av styrhjälpsystem för svenska förhållanden. En viktig fråga vid val av autostyrning är skillnaden i noggrannhet vid körning med hjälp av markörer jämfört med autostyrning. Tanken är ju att undvika onödigt överlapp vid såbäddsberedning och sådd som senare genererar både dubbelgödsling och dubbelbekämpningar i de överlappade arealerna. Autostyrning borde kunna ha en positiv miljöpåverkan vid minskade överlapp, vilket ofta kommer i skuggan av de tekniska termerna. Det saknas dock mätningar i fält som visar hur stora överlappen är i vanliga fall och vilka förbättringar som man eventuellt kan uppnå med GPS-tekniken. Det finns intresse hos myndigheter, rådgivare och lantbrukare att få ett mått på hur tekniken kan påverka maskinernas utnyttjandegrad. Dessutom kan sådana mätningar ligga till grund för bedömning av potentiell miljöeffekt. Syftet med denna studie är att mäta avstånd mellan körspår på ett antal fält där man i några fall använt traditionella spårmarkörer medan man i andra fall använt autostyrning. Avsikten är att resultaten kan ge en fingervisning om den eventuella förbättring i utnyttjandegrad man kan förvänta sig med den nya tekniken.

Metoder & material

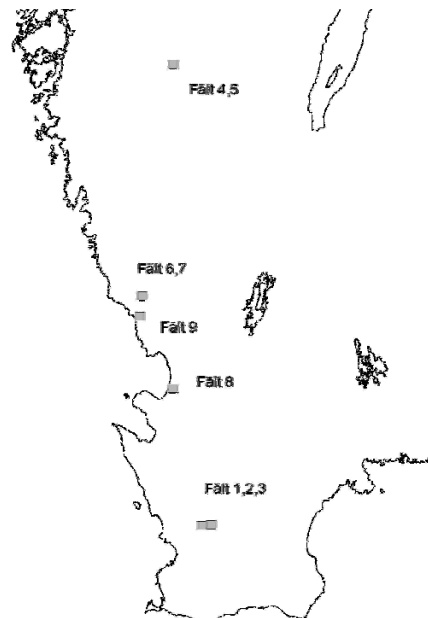
Mätningar är gjorda i vanliga fält hos ett antal lantbrukare i sydvästra Sverige (figur 1). Ingen av traktorförarna var vid sådden (när körspåren anlades) medveten om att mät-

ningarna skulle genomföras. Befintliga körspårs position mättes in på de nio fälten (tabell 1 och figur 1) med hjälp av en fyrhjulig motorcykel som utrustats med en Trimble Ag332 RTK-GPS med radiokommunikation med en Trimble Ag450 Basstation som placerats vid sidan av respektive fält. En hög relativ positionsnoggrannhet erhålls med denna utrustning. Man kan räkna med en noggrannhet i xy-planet på ett par cm. Mätdata registrerades en gång per sekund, vilket gav rikligt med mätdata. På endast två platser hade man använt autostyrning när körspåren skapades. På den ena av dessa var det en RTK-GPS som använts och på den andra platsen en enklare utrustning med en korrektionssignal som ungefär motsvarar Egnos (tabell 1). För dessa fält användes den inställning som gjorts i GPS-utrustningen som det önskade, eller förväntade, avståndet mellan körspåren. I de andra fallen hade man använt spårmarkör som ställts in på traditionellt sätt.

Tabell 1. Inmätta fält och förväntade avstånd mellan körspår.

Plats	GPS	Arbetsbredd (m)	Avstånd mellan körspår (m)
Fält 1	RTK	5,9*	23,6*
Fält 2	Nej	6	24
Fält 3	Nej	6	24
Fält 4	Nej	4	12
Fält 5	Nej	4	12
Fält 6	Nej	4	24
Fält 7	Nej	4	24
Fält 8	DGPS	4,45*	8,9*
Fält 9	Nej	4	20

* För GPS-inmätta körspår har här angivits den inställning som gjorts i GPS-utrustningen för att visa dess potentiella noggrannhet jämfört med traditionellt bestämda körspår.

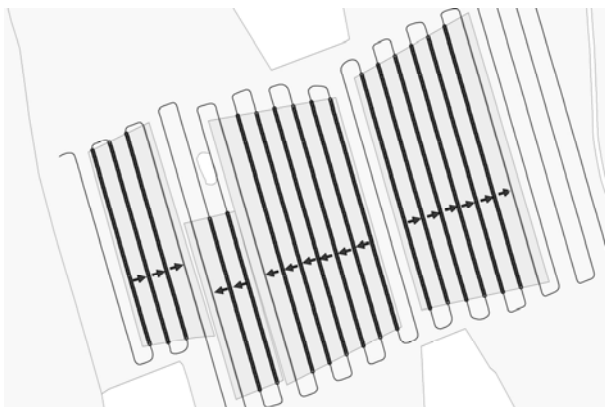


Figur 1. Inmätta fälts läge

Avstånd mellan körspår bestämdes med hjälp av ett geografiskt informationssystem (GIS), ett datorprogram som kan hantera och analysera geografiska data (här användes ArcGIS 9.1 (www.esri.com)). Registrerade GPS-positioner lästes in i ArcGIS. Data från respektive fält hanterades separat. En linje längs den fyrhjuliga motorcykelns körväg (körspåren) skapades av de inmätta GPS-punkterna. Därefter genererades en punkt varannan meter längs denna linje. Detta gjordes på grund av att de inmätta punkterna inte var helt regelbundet registrerade. Fälternas utseende och form varierade och en del fält var relativt komplexa med en del hinder som t ex åkerholmar. Det här medför att avståndet mellan körspår inte alltid kan vara konstant på ett fält. För att undvika denna problematik och ta fram ett dataunderlag som ger en bild av hur avståndet mellan körspår varierar inom de områden som inte påverkas av andra faktorer än maskinföraren och den strategi som jordbrukaren följer, valdes ett område ut på varje fält som inte in-

nehöll några av de ovan nämnda hindren. Vändtegar eller sträckor med ofullständiga positionsregistreringar togs heller inte med i området. Avstånden mellan de inmätta körspåren inom dessa områden analyserades, genom att avståndet mättes, eller beräknades, mellan de genererade punkterna och närmsta avstånd till ett valt grannkörspår (figur 2 samt bilaga 1). Denna procedur resulterade i att ett mycket stort antal avståndsmätningar erhöles på varje plats. På fält 1 (figur 2) blev det t ex 2574 mätavstånd. Sammanfattande statistik beräknades för framräknade mätavstånd på respektive gård.

För beräkning av hur stora överlapp eller eventuella mistor som man kan förvänta sig med den variation i avstånd mellan körspår som erhålls på respektive fält antogs en normalfördelning av körspårsavståndet. För att göra denna beräkning användes således endast medelavståndet och standardavvikelsen på varje fält, i jämförelse med den spårvidd som man haft som mål. Körspårsavstånd som ligger +/- 1 dm omkring arbetsbredden räknades som korrekt (alltså inte som överlapp eller mista).



Figur 2. Genererade körspår, utvalt område och avståndsberäkning på fält 1.

Resultat

I tabell 2 och figur 3 visas sammanfattande statistik och frekvensfördelningen för avståndsmätningarna mellan körspåren på respektive gård. Man kan notera att fördelningen av värden generellt inte avviker alltför mycket från normalfördelningskurvan. I de flesta fall finns en svag negativ skevhet, d v s att det förekommer förhållandevis stora överlapp mellan körspåren. På fält 1, där man använt RTK-GPS för inmätning av körspår, är spridningen minst. På fält 3 och fält 6 finns en tendens till bimodal fördelning, med en liten grupp låga värden som bildar en egen fördelning (figur 3c och f). Detta skulle kunna tyda på en mindre lyckad filtrering av mätdata.

Standardavvikelsen är ett mått på spridningen av värden kring medelvärdet, i det här fallet ett mått på hur mycket körspåren vinglar. Fält 1 och fält 8 har klart lägre standardavvikelse än övriga. Störst spridning finner vi på fält 6 och 7.

Tabell 2. Sammanfattande statistik över avståndsmätningar mellan körspår. Skevhet och toppighet beskriver fördelningen av värden (jämför med figur 3).

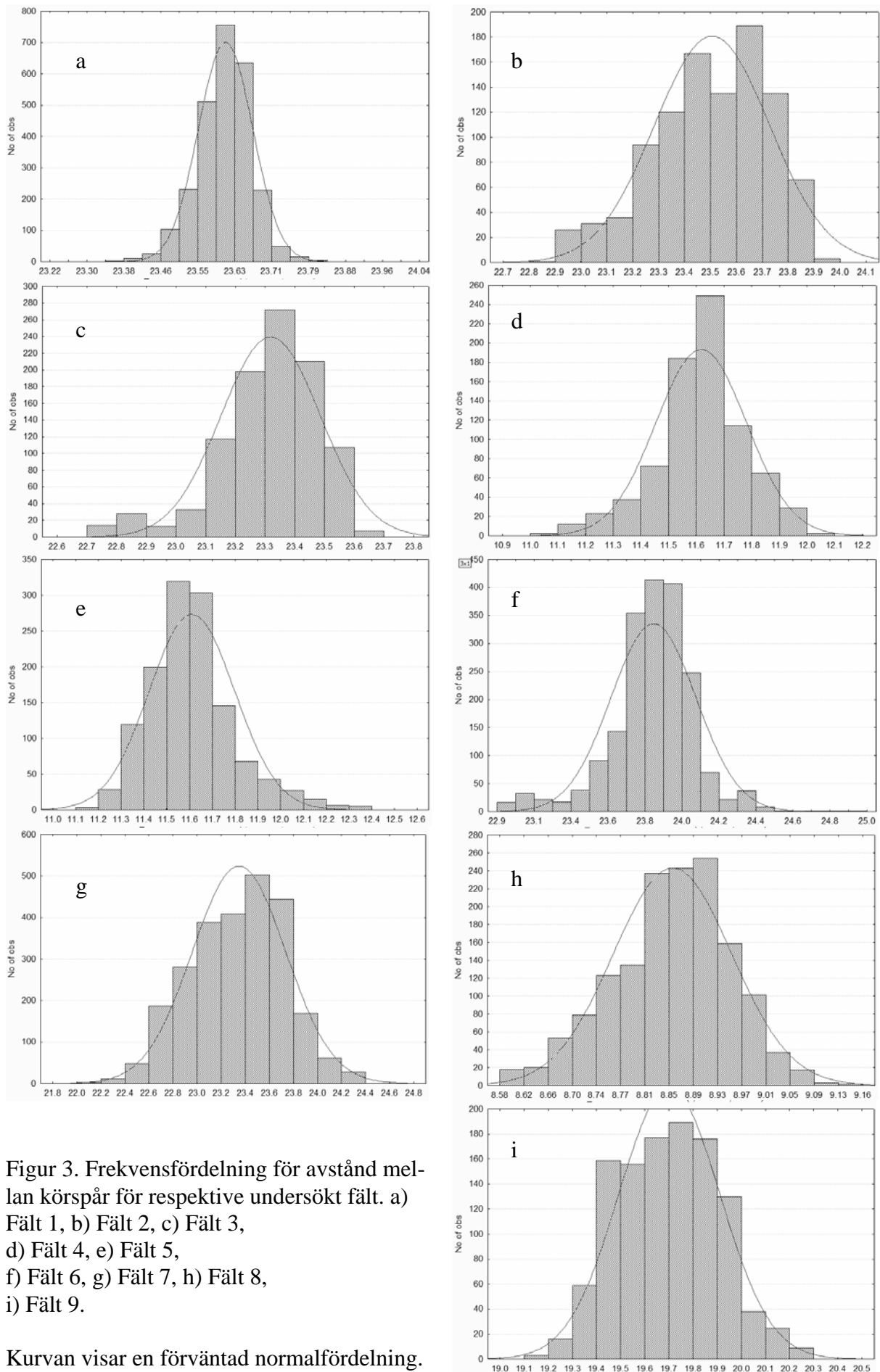
	Antal obs.	Medel (m)	Median (m)	Min (m)	Max (m)	Std.avv (m)	Skevhet ¹	Toppighet ²
Fält 1	2574	23.61	23.61	23.22	24.04	0.060	-0.18	2.81
Fält 2	1003	23.50	23.52	22.89	23.91	0.221	-0.51	-0.24
Fält 3	999	23.31	23.34	22.76	23.63	0.167	-0.97	1.26
Fält 4	790	11.61	11.62	11.08	12.04	0.163	-0.41	0.68
Fält 5	1282	11.61	11.59	11.17	12.40	0.187	0.86	1.56
Fält 6	1925	23.80	23.82	22.94	24.98	0.233	-0.60	2.53
Fält 7	2534	23.34	23.37	22.12	24.40	0.386	-0.15	-0.43
Fält 8	1481	8.86	8.86	8.58	9.16	0.095	-0.30	-0.02
Fält 9	1137	19.70	19.70	19.13	20.30	0.209	0.13	-0.48

¹Skevhet: Negativ skevhet visar att frekvensfördelningen har en topp som är något förskjutet till höger jämfört med normalfördelningskurvan och vice versa.

²Toppighet: Om toppighetsvärdet = 0 så följer fördelningen normalfördelningskurvan (om > 0 så är fördelningen toppigare och om < 0 så är den planare, d v s mer utspridda värden).

En sammanställning av beräknade överlapp och mistor finns i tabell 3. Mistor förekommer i mycket liten omfattning. Överlappen är för de traditionella körspåren 0,83-3,26% (medeltal 2,36%) (jämför tabell 1 och tabell 3). Då GPS använts är överlappen avsevärt mindre. På fält 1 är de försumbara och på fält 8 0,35%.

Figur 4 ger en generaliserad bild över hur stor areal som kommer att utgöras av överlapp om man använder de erhållna resultaten. Vid en arealen på ca 40 ha blir det totala överlappet ungefär ett ha om man använder medelvärdet på överlapp för de traditionella körspåren (2,36%). För RTK-GPS är överlappet försumbart



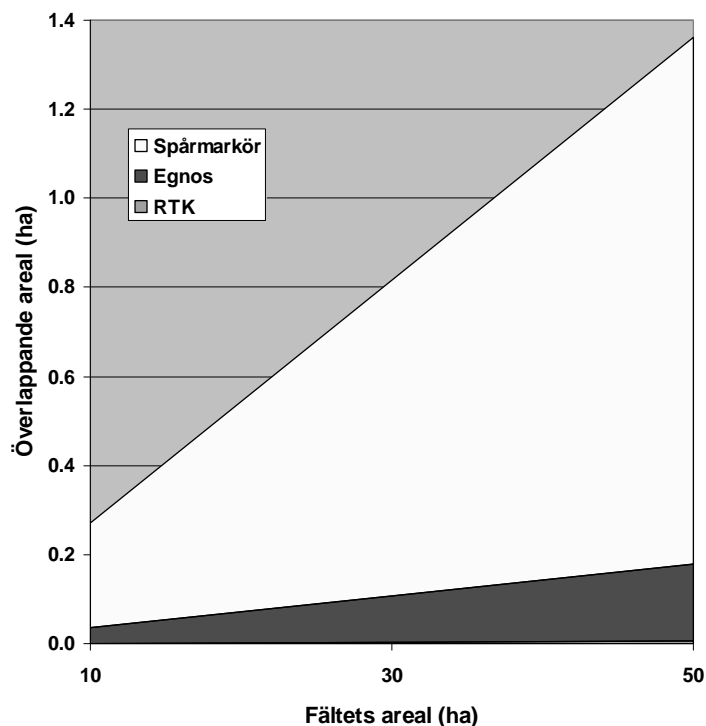
Figur 3. Frekvensfördelning för avstånd mellan körspår för respektive undersökt fält. a) Fält 1, b) Fält 2, c) Fält 3, d) Fält 4, e) Fält 5, f) Fält 6, g) Fält 7, h) Fält 8, i) Fält 9.

Kurvan visar en förväntad normalfördelning.

Tabell 3. Beräkning av överlapp respektive mistor i procent av arealen

Plats	Uppmätt areal (ha)*	Överlapp (%)	Mistor (%)
Fält 1	14,5	0,01	0,02
Fält 2	6,1	2,08	0,00
Fält 3	6,1	2,83	0,00
Fält 4	2,1	3,25	0,00
Fält 5	3,4	3,26	0,00
Fält 6	10,0	0,83	0,12
Fält 7	14,6	2,73	0,03
Fält 8	2,8	0,35	0,05
Fält 9	5,4	1,53	0,02

* Den uppmätta arealen är en del av hela fältets areal, för vilken avstånd mellan körspår beräknats. Denna del innehåller inte vändtegar, åkerholmar och andra hinder.



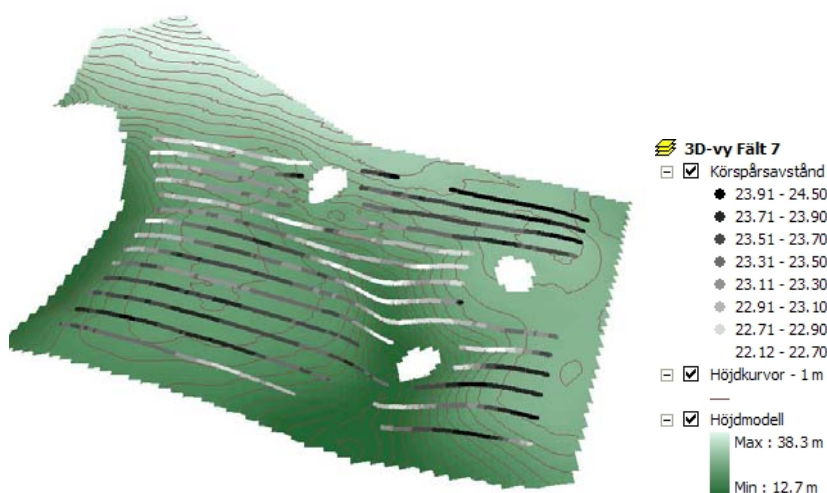
Figur 4. Visar hur stort det totala överlappet blir vid olika arealer om man använder resultaten från tabell 2. Ytan för RTK-GPS är så liten att den knappt är synlig i detta diagram.

Diskussion

Bland de uppmätta fälten finns endast två där man använt GPS-utrustning för att lägga körspåren. Underlaget är därmed så litet att det endast kan ses som ett exempel på hur stor variationen i avstånd mellan körspår kan vara när man använder den typen av utrustning. I sju fall har spårmarkör använts på traditionellt sätt. Detta ger en bättre fing-

ervisning om hur raka sådana körspår är. För beräkning av överlapp och mistor antogs att variationen i avstånd mellan körspår följde en normalfördelning. Av figur 3 och tabell 2 kan man se att detta stämmer i stora drag.

Lantbrukaren på en av gårdarna skaffade utrustning för autostyrning under 2007. Dennes egna praktiska erfarenheter från sådden hösten 2007 visade på ett betydande mindre överlapp jämfört med tidigare år. Som exempel nämner han ett av de höstsådda fälten som hade en areal på ca 22 ha. Vid sådd med autostyrning visad arealmätaren på såmaskinen cirka 1,0 ha mindre areal jämfört med tidigare år. Föraren upplevde att han med den nya utrustning även var något mer observant och noggrann för att minska överlapp vid vändtegar. Detta leder totalt sett till en mer effektiv användning av maskiner och förnödenheter.



Figur 5. Variationen i avstånd mellan körspår visas på en höjdmodell av Fält 7. Avståndet mellan körspår är färglagda så att mörkast indikerar störst avstånd och ljusast minst avstånd (se teckenförklaringen).

Figur 5 visar att avståndet mellan körspåren även kan variera beroende på hur kuperat fältet är (se även Stombaugh m.fl., 2007). Höjdmodellen i figur 5 är skapad med hjälp av höjddata från inmätningen av körspår med RTK-GPS (noggrannheten i höjddled vid en sådan mätning är i storleksordningen 3-5 cm (t ex Engfeldt & Jivall, 2003)).

Det kan vara svårt att göra en bedömning av de ekonomiska konsekvenserna av att arbetsbredden ökas och överlappen minskar. Som bilaga 2 har vi infogat en kalkyl som är ett exempel på hur man kan ta hänsyn till olika faktorer som är relevanta i det här sammanhanget.

Slutsatser

Detta försök innefattade endast två fält med GPS-inmätta körspår. Övriga sju fälts körspår hade man använt spårmarkör som ställts in på traditionellt sätt. Det gör att resultatet ska tolkas med viss försiktighet och det är lämpligt att komplettera dessa mätningar med ytterligare fält så att man får ett bredare underlag för en analys. För de inmätta fälten visade sig körspår inmätta med RTK-GPS mycket stabila – d v s med en mycket liten variation i avstånd mellan spåren. Den effektiva arbetsbredden ökade med 2-3% vid användning av GPS jämfört med traditionella körspår. I det senare fallet kör man

ofta tätare än arbetsbredden på redskapet för att man vill ha en säkerhetsmarginal för att undvika mistor. En bra GPS-utrustning är så stabil att man bör kunna ställa in avståndet mellan körspåren efter redskapets arbetsbredd.

Erkännanden

Studien har genomförts inom ramen för Precisionsodling Sveriges (POS) verksamhet 2007. Projektet har finansierats med medel från Agroväst Livsmedel AB, Skara och DataVäxt, Grästorps.

Referenser

Andersson C., 2004. Investering i styrhjälpsystem till lantbruksmaskiner. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. JTI-rapport Lantbruk & Industri 321. Uppsala.

Axenbom Å., Claesson S., Nilsson B. & Roos J., 1988. Handla med beräkning – en enkel metod för att välja maskin. Institutionsmeddelande 88:01. Inst för lantbruksteknik, SLU.

Cordesses L., Cariou C. & Berducat M., 2000. Combine Harvester Control Using Real Time Kinematic GPS. Precision Agriculture, 2, 147-161.

Engfeldt A. & Jivall L., 2003. Så fungerar GNSS. Lantmäteriet. LMV rapport 2003:10. Gävle.

Pedersen H.H, Jacobsen N.J. & Persson K., 2004. Nøjaktighed af GPS-baserede sporfølgningssystemer – resultater fra 2003. FarmTest – Maskiner/Planteavl nr 26. Dansk Landbrugsrådgivning.

Stoll A., 2007. Automatic operation planning for GPS-guided machinery. Ur: J. Stafford & A. Werner (red.), 2007. Precision Agriculture. Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, Germany. Wageningen Academic Publishers. p. 657-664.

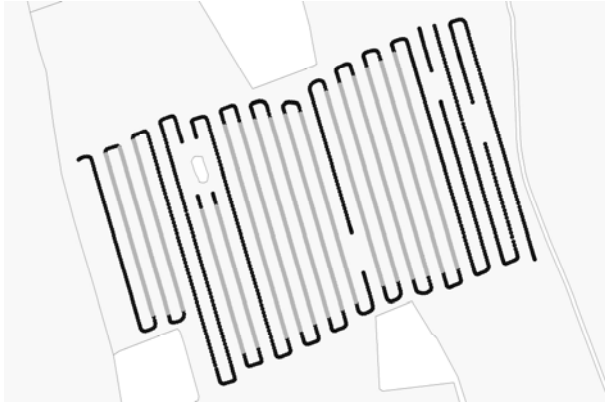
Stombaugh T.S., Koostra B.K., Dillon C.R., Mueller T.G. & Pike A.C., 2007. Implications of topography on field coverage when using GPS-based guidance. Ur: J. Stafford (red.), Precision Agriculture'07. Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture, Skiathos, Greece. Wageningen Academic Publishers. p. 465-471.

Tillet N.D., 1991. Automatic Guidance Sensors for Agricultural Field Machines: A Review. Journal of Agricultural Engineering Research, 50, 167-178.

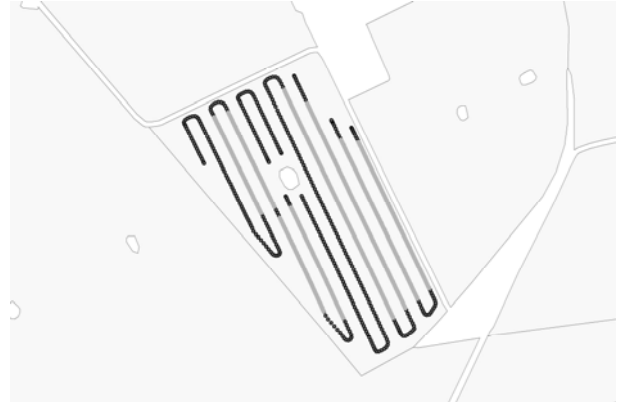
Wilson J.N., 2000. Guidance of agricultural vehicles – a historical perspective. Computers and Electronics in Agriculture, 25, 3-9.

Bilaga 1

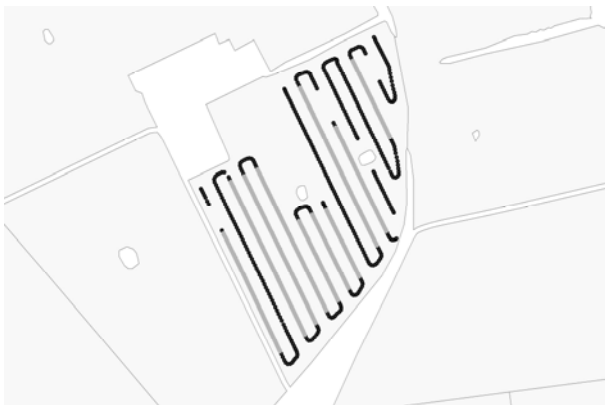
Inmätta körspår. Körspår mellan vilka avstånd är beräknade är ljusgrå. Se även figur 2 för en förklaring.



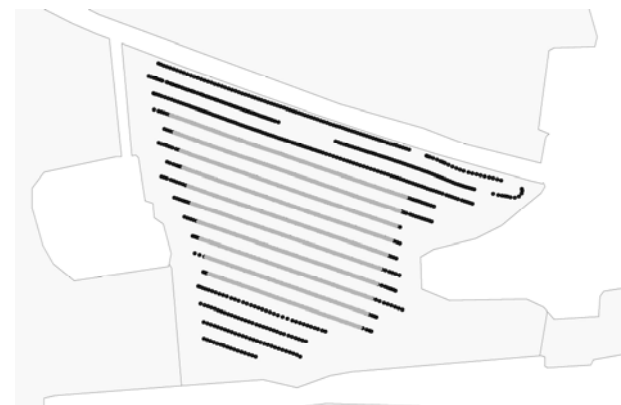
Fält 1



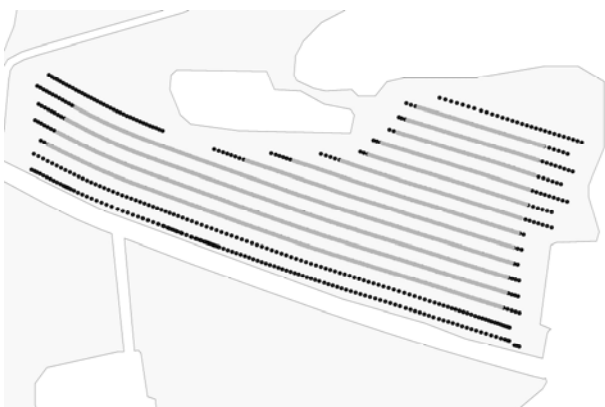
Fält 2



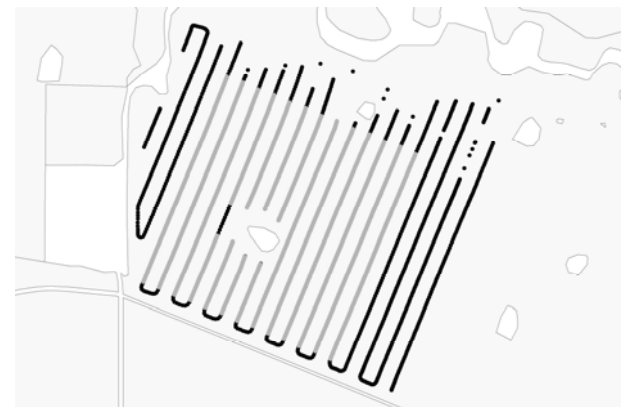
Fält 3



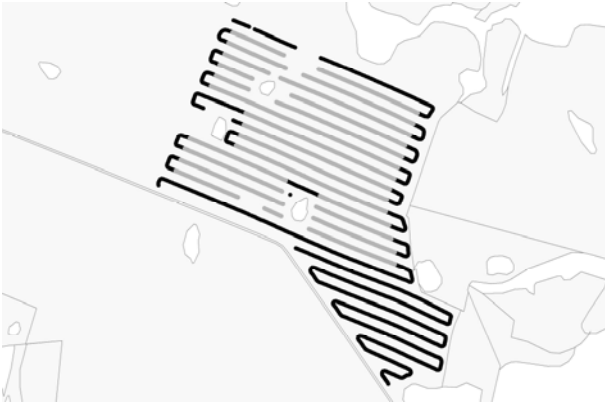
Fält 4



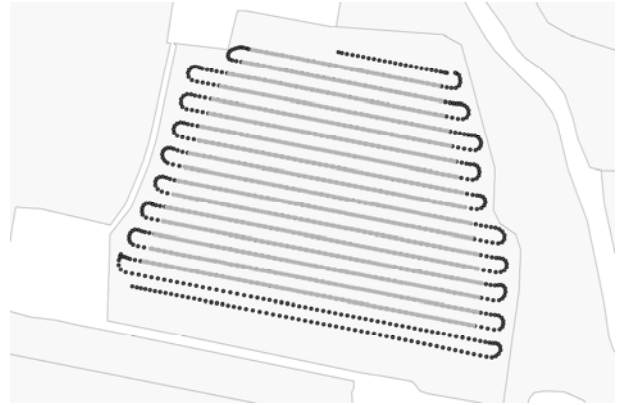
Fält 5



Fält 6



Fält 7



Fält 8



Fält 9

Bilaga 2. Kalkyl för uppskattning av ekonomiskt utfall av ökad effektiv arbetsbredd.

	Kultivator		Harv		Vält		Sprutning		Rampspridare		Centifugalspridare		Flytgödsel	
Arbetsbredd (m)	5.6		11		9.4		24		12		24		12	
Bränsle (l/h)	18		16		10		10		8		8		15	
Drivmedel (kr/l)	8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		8.5	
Arbetskostnad (kr/h)	150		150		150		150		150		150		150	
Hastighet (km/h)	7		11		7		6		8		8		6	
Kapacitet (ha/h)	2.744		8.47		4.606		7.92		2.98		6.34		1.35	
Produkt kost. (Kr/ha)							150		300		100		50	
Förbättring:														
Ökad arbetsbredd (m)	0.15	0.3	0.3	0.45	0.3	0.45	0.3	0.6	0.3	0.45	0.3	0.6	0.3	0.45
Ökad areal/tim (m ² /h)	1019	2037	3201	4802	2037	3056	1746	3492	2328	3492	2328	4656	1746	2619
Ny kapacitet (ha/h)	2.846	2.948	8.790	8.950	4.810	4.912	8.09	8.27	3.21	3.33	6.57	6.81	1.52	1.61
Besparing:														
Arbetskostnad (kr/ha)	5.6	11.1	5.7	8.5	6.6	10.0	3.3	6.6	11.7	17.6	5.5	11.0	19.4	29.1
Drivmedel (kr/ha)	5.7	11.4	5.1	7.7	3.8	5.6	1.9	3.7	5.3	8.0	2.5	5.0	16.5	24.7
Produkt (kr/ha)							3.2	6.3	21.7	31.5	3.5	6.8	5.7	8.1
Besparing (kr/ha)	11.2	22.5	10.8	16.2	10.4	15.6	8.4	16.7	38.8	57.0	11.5	22.9	41.6	62.0

De översta raderna i tabellen, från "Arbetsbredd" till "Kapacitet", är hämtade från Axenbom m.fl. (1988) och Andersson (2004). Dock har uppgift om kostnad för drivmedel och arbete anpassats till aktuell nivå (hösten 2007). Ökad arbetsbredd är relaterad till överlappet, och om man antar att man får ett minskat överlapp vid användning av GPS-utrustning blir resultatet i praktiken en ökad effektiv arbetsbredd. Enligt resultatet i denna rapport kan en rimlig siffra vara en förbättring på 2-3% av arbetsbredden. Ökad areal per timme är beräknad m h a den ökade arbetsbredden multiplicerat med den angivna hastigheten, dock har den sträcka som man tillryggalägger vid vändning på vändtegen dragits av (vi har här antagit att sträckan är 30 m (även om sträckan varierar beroende på utrustningen - hur mycket finns beskrivet av t ex Stoll (2007) och att antalet vändningar är relaterat till hastigheten (om 7 km/h så 7 vändningar/h)). En något annorlunda utformad interaktiv kalkyl (utvecklad av Johan Nilsson, SLU) finns även tillgänglig via Internet på www.agrovast.se/precision

Förteckning över rapporter utgivna av Avdelningen för precisionsodling i serien *Precisionsodling Sverige, Tekniska rapporter*:

1. Nyberg, A., Börjesson, T. och Gustavsson, A-M., 2004. Bildanalys för bedömning av klöverandel i vallar – Utvärdering av TrefoilAnalysis
2. Börjesson, T., Åstrand, B., Engström, L. och Lindén, B., 2005. Bildanalys för att beskriva beståndsstatus i höstraps och höstvetete och ogräsförekomst i vårsäd
3. Delin, S. 2005. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige (POS) 2003-2004.
4. Delin, S.(red.), 2006. Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005
5. Delin, S.(red.), 2006. Dokumentation från seminariet ”Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer”, Skara den 19 april 2006
6. Söderström, M., 2006. PrecisionWizard - Gör styrfiler till FarmSiteMate och Yara N-sensor
7. Söderström, M., och Nissen, K., 2006. Insamling av GIS-data och navigering med GPS
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)
9. Delin, S.(red.), 2007. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS, 2006.
10. Söderström, M., Wijkmark, L., Martinsson, J. och Nissen, K., 2008. Avstånd mellan körspår – en jämförelse mellan traditionell spårmarkör och autostyrning med GPS.

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, Nordkalk AB och Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för markvetenskap

Avdelningen för precisionsodling

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00

Internet: <http://po-mv.slu.se>

<http://www.agrovast.se/precision>