

# GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GNSS) I FÄLTFÖRSÖK

Av Lena Haby, SLU Alnarp, Område Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet och Johan Mickelåker, DataVäxt AB. [lena.haby@ltj.slu.se](mailto:lena.haby@ltj.slu.se). Tel. 040-415151

Detta är en sammanfattning av den fullständiga projektrapport som publicerats i LTJ-fakultetens rapportserie.

## BAKGRUND

Fältförsök genomförs årligen på flera olika platser. Ofta sker det slutgiltiga beslutet om försökets placering i fält strax innan de behandlingar som man avser studera ska genomföras. Försöket ”gränsas” för att skördemätningarna ska representera lika stor yta i varje försöksparcell, samt för att enklare orientera sig i försöket. Precision i gränsningen är viktig för att undvika onödig variation i skörderesultatet. Markering och gränsning av fältförsök är resurskrävande och kräver minst två personer. Sprutning för gränsning utförs vanligtvis med ryggspruta. Sprutning, och framför allt insamling av markörer efter sprutning, innebär nära kontakt med och exponering av bekämpningsmedel. Automatiska styrsystem som används i jordbruket skulle kunna användas för att med hög precision navigera i fältförsök. Positionsbestämning via GNSS (Global Navigation Satellite Systems, exempelvis GPS) av registreringar i fältförsök skulle kunna användas för att underlätta hantering av försöksdata, samt minska risken för fel.

### Automatiska styrsystem

Automatiska styrsystem för lantbruksmaskiner kan med hjälp av GNSS styra fordon med hög precision och används frekvent i jordbruket. Med RTK-mottagare (Real-Time Kinematic) erhålls en noggrannhet på ca +/-2 cm (Tucker m.fl., 2002). System för automatisk styrning kan kopplas till i stort sett alla fordon med hydrauliskt styrsystem (Martinsson, pers. medd., 2008).

### Positionering via GNSS

GIS (geografiska informationssystem) används för att hantera information med geografisk koppling, t ex digitala kartor. Instruktioner och dokumentation från fältförsök skulle med fördel kunna hanteras i datorbaserat GIS. Med hjälp av automatisk positionering skulle registreringar i fält kunna kopplas till en viss försöksruta med hjälp av GIS. Tidigare studier har visat att GNSS-teknik kan användas för att effektivisera utförandet av fältförsök, framför allt genom att fler försöksrutor kan anläggas med samma resurser, vilket innebär ett bättre underlag för den statistiska utvärderingen (Jørgensen m.fl., 2007).

## SYFTE

Projektet bestod av två delar. Första delen av projektet syftade till att få till stånd två i praktiken användbara system för GNSS-baserad navigation vid åtgärder i fältförsök, samt att studera möjligheter och hinder för att använda denna teknik. Andra delen i projektet syftade till att ge förslag på hur registreringar och åtgärder i försöken kan dokumenteras och analyseras med hjälp av GNSS och GIS.

## MÅL

Det övergripande målet var att hitta metoder som effektiviserar försöksutförandet, vilket alla intressenter av fältförsök vinner på. Förhoppningen var att projektet skulle visa att det är möjligt att lägga ut försök med mindre resurser. En viktig aspekt var att projektet kunde visa

på metoder för att enkelt öka antalet upprepningar, och därmed säkerheten i försöken, utan att kostnaderna behöver öka i samma omfattning.

## MATERIAL OCH METODER

### Del 1

Första delen av projektet syftade till att få till stånd två i praktiken användbara system för GNSS-baserad navigation vid åtgärder i fältförsök, samt att studera möjligheter och hinder för att använda denna teknik. Detta utfördes hos HS Malmöhus och HS Konsult. I samarbete med maskinleverantör monterades ett styrsystem för automatisk styrning på den försöksspruta som används vid Hushållningssällskapet i Malmöhus. Befintliga funktioner för navigering kunde användas. En annan utrustning monterades på en försöksmaskin hos HS Konsult. Systemen användes i patrullernas ordinarie arbete och utvärderades på så vis i verkliga situationer under en längre tid. Hos HS Malmöhus utfördes en tidsstudie vid gränsning av två olika blockarrangemang, en ”fyrklöver” (se Figur 1) med 5 led och en ”fyra” (se Figur 2) med 10 led i vårkorn, både med traditionell manuell metod och med en autostyrd självgående försöksspruta. Tidigare erfarenhet har visat att manuell gränsning tar längre tid när blocken är arrangerade i ”fyrklöver”, jämfört med ”fyra rader”. Parcellstorleken var 3\*9 meter.

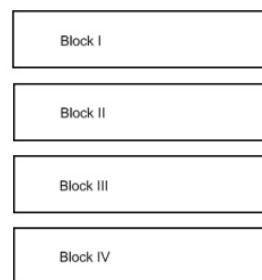
Körgångarna var 3 meter breda. Observera att försöken endast gränsades – inga behandlingar utfördes i försöken. Utgångsläget för alla gränsningar var en utstakad yta, markerade med en flagga i vardera fyra hörn. Måtten på ytan var alltså endast grovt uppmätta, men vinklarna var korrekta, dvs. vinkelräta. Tiden för manuell gränsning togs från att utrustningen hämtades från bilen vid försöket tills att den åter låg insamlad i bilen. Blandning av sprutvätska ingick i tiden. Tiden för GPS-gränsning togs från att maskinen var startad, datorn inställd och maskinen stod framme vid försöket tills att sista linjen sprutats. Blandning av sprutvätska ingick inte här. Tidsstudien utfördes utan upprepningar.

Att göra en korrekt tidsmätning var svårt eftersom det även i normala fall kan uppstå visst trassel för försökspersonalen, men i olika omfattning från gång till gång. Att avgöra vad som är ”normal” tid är därför svårt. Totala driftsstopp pga. ovana exkluderades dock.

I den manuella gränsningen skedde vissa moment parallellt.



Figur 1. Blockarrangemang - fyrklövern



Figur 2. Blockarrangemang – fyra / fyra rader

Precisionen för gränsningen bedömdes i efterhand genom att kontrollera noggrannheten av de olika metoderna för gränsning av fältförsök. Detta gjordes med en GNSS-utrustning av fabrikat Topcon modell GR-3. Korrigering skedde med hjälp av Swepos nätverks-RTK.

### Autostyrning hos HS Malmöhus

Hos HS Malmöhus monterades Trimble EZ-Guide 500 RTK med EZ-Steer 500 på den nya försökssprutan (Figur 3). Befintligt RTK-nät från DataVäxt användes för RTK-korrektion.



Figur 3. Träning med GNSS-styrd spruta

### Autostyrning hos HS Konsult AB

HS Konsult använde under projektet en MacTrac redskapsbärare ([www.mactrac.se](http://www.mactrac.se)) (Figur 4) tillsammans med en spruta som kan användas för gränsning av försök. MacTrac utrustades med Trimble EZ-Guide 500 RTK och EZ-Steer 500 (se [www.datavaxt.se](http://www.datavaxt.se)).

En hos HS Konsult befintlig RTK GPS-mottagare (Trimble MS750) med tillhörande radio användes som basstation i projektet.



Figur 4. MacTrac redskapsbärare

### Del 2

Andra delen i projektet syftade till att beskriva ett system för säkrare datainsamling i fält med hjälp av GNSS. Grundtanken är att positionen för inläst data om försöksrutorna registreras med en GNSS-mottagare, för att på så sätt kunna avgöra vilken ruta som data tillhör (Figur 5). Risken att komma fel i rutordning och därmed registrera avläsningar på fel rutnummer skulle därmed minimeras. Automatisk registrering av diverse mätningar i fältförsök kan registreras i en digital kartfil, exempelvis i ESRI Shape-format, där uppgifter om platsen är lagrade som attribut till en punkt. Uppgifterna behöver kopplas till nummer för försöksrutorna för vidare statistisk bearbetning. Denna koppling kan göras via punktens koordinater om försökets lokalisering också är definierad i GIS, t.ex. som en polygonfil.



Figur 5. Avläsningar i försök kan göras med GNSS-mottagare kopplad till handdator (t v). Här visas en Recon handdator med Trimble AgGPS 332-mottagare i ryggsäck. Mjukvara för att registrera avläsningar och orientera sig i försök kan vara exempelvis Farm Site Mate från FarmWorks. Moderna, handhållna GNSS-mottagare med Windows Mobile som operativsystem gör att alla funktioner kan paketeras i en enda handhållen enhet. Trimble GeoXH (t h) kan ge decimeter-noggrann positionering men kräver då att en extern antenn används

Metoden skulle kunna användas för att verifiera manuella avläsningar, men framför allt för att på ett enkelt sätt relatera data från framtida mätteknik till rätt ruta. Med automatisk avläsning i ett försök krävs också automatisk registrering av vilken försöksruta som inläst data tillhör. Annars krävs mycket manuellt arbete i efterhand. I detta projekt har en arbetsmetodik för ogräsräkning med hjälp av bildanalys utarbetats. Målet har inte varit att få fram ett helt färdigt verktyg som direkt kan användas i fält, utan snarare att beskriva metoden för hur ett sådant verktyg skulle kunna konstrueras.

## RESULTAT

### Del 1

Båda försökspatrullerna har använt gränsningsutrustningen relativt mycket under ordinarie arbete i deras fältförsök under sommaren och hösten 2009. Båda patrullerna är mycket nöjda med den nya gränsmetoden och har bestämt sig för att investera i utrustning för att fortsätta gränsa med GNSS även efter att projektet avslutas.

Alla tycker att tekniken fungerar bra. Spårstyrningsdisplayen är lätt att manövrera och förstå sig på. Den mobila basstationen är knepigare och kräver ett större teknisk kunnande och intresse.

Försökspatrullen på HS Malmöhus har gränsat en hel del försök med långa sträckor (100-150 m), vilket de tycker fungerar suveränt bra och ger ett spikrakt resultat.

HS Malmöhus har bara gränsat försök som inte varit utlagda manuellt. HS Konsult däremot, har även gränsat med GNSS i försök som varit manuellt uppmätta. Då var det tydligt att precisionen för de två olika systemen är olika. Den GNSS-styrda sprutan hamnar inte i de gränser som tidigare mätts upp för hand. Detta beror på att vid manuell uppmätning så utgår man inte från samma mätpunkt hela tiden, eftersom längden på måttbandet normalt är kortare än försöket. Detta leder lätt till ett mätfel där vissa block eller rutor blir något för smala och andra något för breda. I vanliga fall är inte detta något problem eftersom inte hela parcellens bredd skördas, men med efterföljande GNSS-gränsning riskerar man att gränserna hamnar in i skördeytorna. För att göra detta fel så litet som möjligt, så började HS Konsult att gränsa mitt i försöket och körde sen utåt mot respektive ytterkant av försöket (istället för att köra alla linjer i tur och ordning från höger till vänster i försöket). I försök som kräver att man gränsar i tidigare manuellt definierade ytor (ex. sortförsök) så vore det bästa att även ha mätt upp försöken med GNSS. Detta för att undvika skillnader i mätresultat mellan de två olika metoderna varigenom man riskerar att hamna fel med gränserna.

Ingen av de två patrullerna har provat att använda digitala körlinjer som på förväg ritas upp i GIS. De har inte heller provat att komma tillbaka för att köra efter samma GNSS-linjer igen (ex. att både så och senare gränsa med GNSS i samma försök). Försökspatrullen på HS Malmöhus har kontrollmätt flera av sina GNSS-gränsade försök och gränsningarna är väldigt exakta.

Ett problem som båda patrullerna råkat ut för är att GNSS-mottagare ibland tappar kontakten med basstationen eller att antalet satelliter över horisonten varit för få. Detta medför att autostyrningen inaktiveras. Kontakten med basstationen kan brytas om avståndet mellan sändare och mottagare blir för långt eller om det kommer störande hinder i vägen såsom kuperad terräng. Vid några tillfällen då satellittäckningen över försöket inte varit tillräcklig för att autostyrningen skulle fungera, så har HS Konsult höjt gränsen för maximalt PDOP (Positional (3D) dilution of precision). Detta innebär att man ökar autostyrningens tolerans för den bristande satellittäckningen. På så vis har de då ändå kunnat fortsätta att nyttja autostyrningen. Detta ger en försämrad precision, men hur mycket noggrannheten i det praktiska gränsningsarbetet har försämrats vet de inte.

*Författarnas kommentar:*

*Om GNSS-mottagaren inte har kontakt med tillräckligt många satelliter eller om satellitkonstellationen (hur satelliterna är lokaliserade på himlen) är för dålig slutar autostyrningen att fungera. Maskinen fortsätter då i samma riktning som tidigare och föraren får ta över styrningen. Om det inte finns några markeringsvimplar att flukta efter kan det vara svårt för föraren att på egen hand navigera rätt. Därför är det troligtvis mest lämpligt att avbryta arbetet och invänta bättre satellitkonstellation. Detta problem bör i de flesta fall kunna undvikas genom förberedelser. Dålig GNSS-kvalitet beror oftast på två orsaker. Dels kan det orsakas av dålig satellitkonstellation (enligt ovan), vilket kan kontrolleras på förhand. Den andra orsaken är förlorad korrektion vilket uppstår när mottagaren på försöksutrusningen kommit för långt ifrån basstationen för RTK-korrektion alternativt befinner sig där det är dålig täckning med korrektionssignal via telefon eller radio. Detta avhjälpas genom att välja det alternativ för RTK-korrektion som är bäst anpassat för ändamålet, dvs. har bäst täckning på platsen. Som tidigare nämnt kan det dessutom vara en möjlighet att höja autostyrningens toleransnivå för låg GNSS-kvalitet. För att föraren ska vara beredd om autostyrningen kopplas ur så är det viktigt att bevaka hur GNSS-kvaliteten förändras på monitorn för autostyrningen.*

HS Konsult tycker knappt att GNSS-kvaliteten på skärmen behöver studeras eftersom det känns direkt i maskinen när autostyrningen inte längre är inkopplad. Därmed är risken att köra fel mycket liten. Det är troligen så att autostyrningen hela tiden småkorrigerar maskinen vilket ger upphov till små ryckningar. Dessa upphör då autostyrningen kopplar ifrån.

Ett annat problem tycker HS Malmöhus är att man måste köra en viss sträcka innan man kommer fram till försöket och ska starta sprutan för att autostyrningen ska hinna styra in ekipaget rätt. Detta kan ibland vara svårt om försöket ligger lite trångt till. Dessutom kan det ibland av olika anledningar vara önskvärt att kunna stanna till precis framme vid försöket.

*Författarnas kommentar: I detta projekt har vi använt "Trimble EZ-Steer 500" hos båda försökspatrullerna, vilket kopplas på ratten. Denna utrustning är relativt lätt att installera och är billigare än "Trimble Autopilot" som kopplas till hydrauliken för styrningen. EZ-Steer 500 har enklare terrängkompensering (endast två dimensioner) och saknar styrvinkelgivare, vilket innebär att den bara fungerar om man kör rakt fram och fungerar dåligt om man kör extremt långsamt (t ex när man stannar). Autopiloten, som har full terrängkompensering i alla dimensioner samt exaktare styrning via hydraulik med styrvinkelgivare för återkoppling, har inte dessa begränsningar. Vid vändning får man styra manuellt efter pilar på skärmen. Eftersom man inte har pinnar i försöket att styra efter så kan det vara svårt för föraren att pricka rätt. Därför kräver autostyrningen, oavsett styrsystem, en viss sträcka för att hinna rätta till felet.*

I den fullständiga LTJ-rapporten beskrivs lämplig arbetsgång för GNSS-gränsning.

### Tidsstudie

I tabell 1 sammanfattas tidsåtgången för de olika gränsningsmetoderna. Med tiden avses klocktid. Detta innebär att för en "fyra" så blir den lönegrundande tiden 88 minuter med manuell gränsning och 24 minuter med GNSS-gränsning. För en "fyrklöver" så blir den lönegrundande tiden 60 minuter med manuell gränsning och 12,5 minuter med GNSS-gränsning.

Tabell 1. Tidsåtgång vid gränsning av två olika försöksdesigner med två olika metoder

	<b>"Fyra"</b>	<b>"Fyrklöver"</b>
<b>Manuellt</b>	<b>2 personer á 44 minuter</b>	<b>2 personer á 30 minuter</b>  (Under testet deltog tre personer (normalt är man bara två). Därför blev tiden något kortare. Tid för tre personer var 23 minuter vilket uppskattas till 30 minuter för två personer (vilket är så lång tid som det brukar ta för försökspatrullen))
<b>GNSS</b>	<b>1 person á 24 minuter</b>	<b>1 person á 12,5 minuter</b>

Utifrån kontrollmätning av de olika gränsade försöken kan man dra slutsatsen att ur kvalitetssynpunkt är det inte möjligt att särskilja metoderna. Båda resulterade i en gränsning av god kvalitet med raka gränser och en enhetlig rutstorlek.

## Sammanfattning av de två gränsningsmetoderna

### Manuell gränsning

- + Lätt att styra var sprutmedlet ska hamna
- Kräver minst två personer (Figur 6)
- Sprutning för gränsning utförs vanligtvis med ryggspruta → nära kontakt med och exponering av bekämpningsmedel (Figur 7)
- Kan vara tungt samt ge upphov till snedbelastningar på kroppen vid sprutning
- Tidskrävande



Figur 6. Dragning av markeringssnören vid manuell gränsning

### GNSS-gränsning

- + Kräver endast en person
- + Avsevärt snabbare än manuell gränsning (en tidsbesparing på ca 75 %)
- + Mindre tungt arbete
- + Minskad kemikalieexponering
- + Andra kemiska preparat som ger snabbare effekt än Roundup men ur hanteringssynpunkt är farligare, ex Reglone, kan användas. Detta skulle möjliggöra att gränsning av försök kan utföras dagen innan en bekämpning, så att sprutföraren vid



Figur 7. Manuell sprutning

bekämpningen nästa dag har tydliga gränser att köra efter.

- Lära känna tekniken (går dock relativt snabbt)
- Kräver ett visst antal synliga satelliter och kontakt med RTK-korrektionssignal. Med god planering och förberedelser så är detta oftast inget problem
- Med autostyrning som kopplas på ratten har sprutan svårt att hitta kursen efter stopp eller backning. För att inte få en krokig linje i starten måste sprutan därför startas i farten. Detta problem finns inte om man investerar i en dyrare styrutrustning som istället kopplas på hydrauliken för styrningen
- Det krävs en viss körsträcka fram till försöket för att maskinen ska hinna styra in i exakt rätt spår
- Alternativ 1: Gränsa direkt utan förberedande databehandling
- Alternativ 2: Rita ut försöket, inkl. körlinjer, i GIS (på kontoret). Kör enligt de digitala körlinjerna (styrfil) i fält. Detta alternativ ger möjligheten att planera försökets placering i förhållande till fältets övriga körspår. Det är också möjligt att ta hänsyn till befintliga data om fältet, t ex mätningar med EM 38, skördemätningar, tidigare försöksplacering etc.

## Del 2

Denna metod är tänkt att användas för att bedöma variation av ogräsmängd inom försöksplatsen, vid eller strax innan bekämpningstillfället. Metoden har ursprungligen utarbetats i SLF-projektet ”Bildanalys som ett redskap för platspecifik ogräsbekämpning”. Här presenteras ett sätt att anpassa dessa verktyg till att registrera data i fältförsök. Metoden kan sammanfattas i tre delar:

1. Fotografering med positionsregistrering
2. Bildanalys
3. Data till rätt rutnummer

### Fotografering med positionsregistrering

Grundtanken för att länka insamlade data från bildanalys är att positionen för den fotograferade ytan registreras. I förestående SLF-projekt gjordes detta genom att synkronisera GNSS-mottagarens och kamerans klockor, flytta med mottagaren vid fotografering och i efterhand sortera ut vilken position som hör till varje foto. Detta kräver extra manuell datahantering och/eller specialprogram (Börjesson m.fl., 2008; Samor, 2005). Idag finns det dock fler och fler kameratillverkare som ger möjligheten att koppla en GNSS-mottagare direkt till kameran. Fotografiets position sparas då direkt i bildfilens metadata, Exif (Exchangeable Image File Format) (Nikon, [www](http://www.nikon.com)).

För att i efterhand kunna relatera fotografiets position med rätt rutnummer krävs det att GNSS-mottagarens noggrannhet är tillräcklig för att verkligen hamna i rätt försöksruta. Kraven på mottagaren beror alltså på hur stora försöksrutorna är samt hur nära rutans gränser man avser att ta fotografier. De mottagare som levereras av kameratillverkarna är oftast av typen utan korrektion, vilka har en osäkerhet på flera meter. Om det till kameran går att ansluta en extern GNSS-mottagare är det enklare att välja en mottagare med hög precision och därmed minska risken för fel positionsangivelse. På marknaden finns GNSS-mottagare med cm-precision, med s.k. RTK-korrektion (Trimble, [www](http://www.trimble.com)). Överföring av positionsdata mellan kamera och GNSS-mottagare sker enligt standarden NMEA 0183 (Nikon, [www](http://www.nikon.com); Trimble, [www](http://www.trimble.com)). Figur 8 visar exempel på utrustning.



Figur 8. Exempel på utrustning som behövs för att samla in positionsangivna fotografier. Kamera (tv), GNSS-mottagare (th), samt kabel för att överföra positionsdata mellan kamera och mottagare (mitten)

### Bildanalys

Metoden i SLF-projektet ”Bildanalys som ett redskap för platspecifik ogräsbekämpning” ger möjlighet att beräkna flera olika parametrar i ett foto taget rakt uppifrån i en spannmålsgröda. Bildanalysen bygger på följande processer:

- Indexering av rött, grönt och blått för att skilja växtlighet från markyta
- Tröskling av föregående index för att bestämma gräns mellan markyta och växter
- Identifiering av grödradernas område som tas bort från fortsatt analys
- Beräkning av ogräsens antal och storlek



För att bildanalysen ska ge rättvisande resultat ställs vissa krav på hur fotografiet är taget. Viktigast är tidpunkten då fotografering utförs. Grödan får inte vara större än att det går att urskilja grödraderna och inte heller så stor så att den skymmer ogräsen mellan raderna. Ju fler ogräs som täcks av grödans blad, ju svårare är det att särskilja gröda och ogräs. Mer detaljer om bildanalysen finns att läsa i Börjesson, m.fl., (2008).

Bildanalys enligt ovan kan i dagsläget endast utföras på datorer med utvecklingsverktyget Matlab. Under 2009 har försök gjorts för att utveckla en fristående programvara som skulle göra det möjligt för varje försöksutförare att själv utföra bildanalysen. Projektet nådde dock inte hela vägen fram till en färdig programvara, utan kräver ett fortsatt arbete. I LTJ-rapporten går det att läsa mer om denna programutveckling.

I bildanalysprogrammet exporteras resultatet i ett databasformat som kan öppnas i exempelvis MS Excel.

### **Data till rätt rutnummer**

De data som samlas in (i detta exempel fotografiet) registreras med en position, dvs. en punkt. Men försöksrutorna är ytor (polygoner på kartan). Man måste alltså ta reda på inom vilken polygon som varje punkt har hamnat. Denna länkning kan enkelt göras i ett GIS (geografiskt informationssystem). Först måste både fotopunkter och försöksrutor in i detta GIS. Exemplet som använd här är hämtat från ArcGIS (ESRI, USA).

### Fotopunkter till GIS

Fotografiets positionsangivelse finns lagrat i filens Exif. Det finns flera olika sätt att läsa Exif-data. Vill man manuellt läsa Exif-data för en enskild fil kan man i Windows Utforskare högerklicka på filen, välja Egenskaper, klicka Sammanfattning och Avancerat. För att enkelt göra sammanställningar för flera filer finns gratis programvara att hämta via Internet, exempelvis ViewNX (Nikon, [www](http://www.viewnexus.com)). Öppna programmet, markera de bildfiler som önskas och välj Arkiv/Exportera fil- och kamerainformation.... Då skapas en textfil med tabell över alla Exif-data som finns till bildfilerna. Textfilen kan öppnas i Windows Excel och där läggas samman med resultaten från bildanalysen. Därefter kan den sammanslagna tabellen läggas till som lager i ArcGIS och sparas i ArcGIS filformat för kartor, sk. Shape.

### Försöksrutor till GIS

En digital karta av försöksrutorna kan skapas genom att mäta in rutorna med en GNSS-mottagare i fält, alternativt genom skärmdigitalisering utifrån exempelvis ett flygfotografi över försöksplatsen. Detta sker med välkända metoder, men kan skilja sig beroende på vilken utrustning och programvara som används. Detaljerna för detta moment redovisas inte här. Slutresultatet ska vara en kartfil där varje försöksruta definieras av en polygon, där polygonens rutnummer finns angivet i filens attributtabell.

### Sammanlänka fotopunkter och försöksrutor

När både fotopunkter och försöksrutor är inlagda som lager i ArcGIS behöver dessa länkas samman. Högerklicka på ett av dessa lager, välj "Joins and Relates" och "Join...". Följ dialogrutan och välj vad du vill att din nya fil ska heta. Den nyskapade filen innehåller en attributtabell med alla data sammanlänkade. Sammanlänkningen gjordes utifrån objektens rumsliga samband. Attributtabellen kan exporteras för att öppnas i exempelvis MS Excel eller något databasprogram.

## **DISKUSSION**

De deltagande hushållningssällskapen önskar en fortsättning på projektet enligt punklistan nedan.

### Intressanta utvecklingsområden

- Projektet har visat att teknik för GNSS-gränsning finns och fungerar. För att öka användningen behöver rutiner för olika arbeten, kanske i form av en manual, utarbetas.
- En annan intressant vidareutveckling är att undersöka hur GNSS som monteras på försöksutrustning kan användas för dokumentation till certifieringsprogram av olika åtgärder såsom ex. sprutning.
- Dokumentation av försöksplatsen med GNSS-koordinater skulle vara intressant för att gå bakåt i historiken på ett fält. Detta för att undvika att försök delvis läggs över en gammal försöksyta vilket då ger olika förutsättningar inom den nya försöksytan. Detta är mest av intresse på försöksgårdarna där man lägger ut mycket försök varje år. Vid försök ute hos vanliga lantbrukare är risken troligen obefintlig att försöksplatser från tidigare år påverkar.

### **PUBLIKATIONER**

Projektet har publicerats i en mera omfattande rapport än denna i LTJ-fakultetens rapportserie. Denna publikation finns i Epsilons öppna arkiv (<http://epsilon.slu.se/>), fritt tillgänglig på nätet. Samma rapport har även publicerats på Fältforskningsenhetens hemsida, [www.ffe.slu.se](http://www.ffe.slu.se), under aktuellt, publikationer, utrustning samt i nyhetsrullen.

En populärvetenskaplig artikel har skickats för publicering i HS Malmöhus och HS Kristianstads medlemstidning Skånska Lantbruk, nr. 2 - 2010 samt i HS Konsults medlemstidning HS Medlemskontakt, nr. 2 - 2010.

### **ÖVRIG RESULTATFÖRMEDLING TILL NÄRINGEN**

Resultaten har redovisats under Fältforskningsenhetens möte med ogräs- och växtskyddskommittén i Lidköping den 8 september 2009, samt för en grupp intresserade forskare, rådgivare och försökspersonal i Alnarp den 19 januari 2010.

Projektet har utförts i nära samarbetet med försöksutförare från olika delar av Sverige, där Hushållningssällskapen täcker in de flesta aktörerna. Genom att forskningen utförts i samarbete med användarna så tros informationsspridning till stor del kunna ske ”ryktesvägen”

### **REFERENSER**

- Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. & Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platspecifik ogräsbekämpning. Precisionsodling och pedometri, Teknisk Rapport nr 13. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara
- Jørgensen, R.N., Sørensen, C.G., Sjøgaard, H.T., Kristensen, K. & Christensen, S. 2007. Methodology for a labor extensive and semi-automatde field trial design using autoguidance and conventional machinery. 6th European Conference in Precision Agriculture, Skiathos, Greece, 3-6 juni 2007.
- Martinsson, Johan. Dataväxt. Personligt meddelande, september 2008
- Nikon, www. Digitalkameror – Systemkameror – Professional. Information om tillbehöret GPS Cord MC-35. 2009-08-27. [www.nikon.se](http://www.nikon.se)
- Samor, L. 2005. Georeferering av digitala foton. D-uppsats 2005:38, Luleå tekniska universitet, Luleå
- Trimble, www. Receivers. 2009-08-27. <http://www.trimble.com/agriculture/receivers.aspx>
- Tucker, M., Pockness, S., Vellidis, G., Thomas, D., Perry, C., Kvien, C. & Wells, N. 2002. Evaluation of a DGPS RTK Agricultural Vehicle Guidance System. Annual International Meeting/CIGR XVth World Congress, Chicago, USA