

# JTI-rapport

Lantbruk & Industri

## 321

# Investering i styrhjälpssystem till lantbruksmaskiner

Christoffer Anderson



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

---

# 2004



**JTI-rapport**  
Lantbruk & Industri  
**321**

# Investering i styrhjälpsystem till lantbruksmaskiner

*Investing in steer aid systems for farm machinery*

Christoffer Anderson

© JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2004

Citera oss gärna, men ange källan.

ISSN 1401-4963



# Innehåll

|   |    |
|---|----|
| Förord.....   | 5  |
| Sammanfattning.....                                     | 7  |
| Summary.....  | 7  |
| Bakgrund.....   | 8  |
| Globalt positioneringssystem – GPS.....                 | 9  |
| Differentiell globalt positioneringssystem – DGPS ..... | 9  |
| Real Time Kinematic – RTK.....                          | 10 |
| GPS i lantbruket .....                                  | 10 |
| Guidning .....  | 12 |
| Autostyr .....  | 13 |
| Tröskor .....   | 13 |
| Laserpilot.....   | 13 |
| Syfte.....  | 14 |
| Material och Metod.....                                 | 14 |
| Studiebesök .....                                       | 14 |
| Förutsättningar .....                                   | 15 |
| Begränsning.....  | 16 |
| Beräkningar .....                                       | 16 |
| GPS.....  | 16 |
| Abonnemang.....   | 17 |
| Laserpilot.....   | 18 |
| Läglighetskostnader.....                                | 18 |
| Kapacitet.....  | 19 |
| Arealbehov.....   | 19 |
| Investeringsutrymme .....                               | 20 |
| Resultat .....  | 20 |
| Autostyr i praktiken.....                               | 20 |
| Tröskor .....   | 22 |
| Laserpilot.....   | 22 |
| GPS.....  | 24 |
| Insatsmedel.....  | 26 |
| Investeringsutrymme.....                                | 26 |
| Diskussion.....   | 28 |
| Slutsatser.....   | 29 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Referenser .....                 | 30 |
| Internet .....                   | 30 |
| Personliga meddelanden.....      | 30 |
| Bilaga 1. Kapacitetstabell ..... | 31 |

## Förord

Teknikutvecklingen inom lantbruket går otroligt snabbt. Det senaste inom teknik för växtodling är utnyttjande av globalt positioneringssystem (GPS). GPS går att använda inom området bland annat genom att systemet styr traktorn över fältet. Denna teknik ställer dock höga krav på lantbrukaren. Förutom att utrustningen är dyr, vilket resulterar i att alla inte har möjlighet att använda sig av den, krävs även ett stort intresse och kunnande för teknik från lantbrukarens sida.

Undersökningens syfte är att undersöka de ekonomiska förutsättningarna för att svenska lantbrukare ska kunna ta del av den nya tekniken.

Studien är genomförd av bitr. forskare Christoffer Anderson med hjälp av forskningsledare Lars Thylén.

Projektet är finansierat av Kungliga Skogs- och Lantbruksakademin (KSLA)

Uppsala i juni 2004

*Lennart Nelson*

Chef för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik





## Sammanfattning

Användandet av styrhjälpsystem inom lantbruket ökar och intresset är stort. Dock är den nya tekniken dyr och kräver att lantbrukaren är intresserad av och har kunskap om datateknik.

För att ekonomiskt motivera en investering i styrhjälpsystem krävs en ordentlig kalkyl. Att göra sådana kalkyler generella är svårt och kräver att man minimerar antalet faktorer som ändras vid jämförelsen mellan två system.

Syftet med denna studie var att undersöka det arealunderlag som under svenska förhållanden krävs vid en investering i denna typ av utrustning. Vid en studieresa till Kalifornien besöktes University of California Davis (UC Davis) och lantbruksmässan World Ag Expo. Dessutom gjordes studiebesök hos två lantbrukare. Syftet med resan var att i praktiken studera användandet av GPS i lantbruket samt att ta del av praktiska erfarenheter.

Nästa del i projektet var att utföra beräkningar av arealbehov. Detta gjordes under två förutsättningar. I den första beräkningen var förutsättningen att investeringen i styrhjälpsystemen skulle finansieras av inbesparade rörliga kostnader i form av arbetskostnader och bränsle. I den andra vägdes läglighetskostnader samt rörliga kostnader mot investeringen.

Ytterligare en beräkning gjordes, vilket var att beräkna investeringsutrymmet för gårdar i Sverige. Detta gjordes genom att beräkna inbesparade rörliga kostnader efter investering i styrhjälpsystem genom att sätta samman en enkel beskrivning av de operationer som genomförs på två spannmålgårdar i Sverige.

För att investera i styrhjälpsystem som endast ska användas på tröska krävs ett arealunderlag, för en 25 fot tröska, på mellan 300 och 400 hektar. Skillnaden beror på om man väljer att investera i den billigare tekniken (laserpilot) eller den lite dyrare (GPS).

Resultatet av undersökningen visar att man årligen kan minska de rörliga kostnaderna med ungefär 4 000 kr per hundra hektar vid användandet av styrhjälpteknik.

Genom att använda styrhjälpsystem kan man minska arbetstiden, då hela redskapets bredd kan utnyttjas på ett helt annat sätt än tidigare. Man kan öka arbetstiden per dygn p.g.a. att man inte är lika beroende av siktförhållanden som t.ex. mörker och dimma. En lantbrukare som har problem med axlar och leder kan arbeta längre pass eftersom det inte är lika fysiskt krävande att köra en maskin utrustad med t.ex. autostyrssystem.

## Summary

The use of steering aid systems on farms is increasing and many farmers are interested. The most important disadvantage is still the price. In order to invest in this technology a lot of personal devotion and funding would be required from the farmer.

To be able to motivate a steering aid financially there is a need for a thorough cost estimate. To make those calculations from a general point of view is hard and it is necessary to minimise the number of dynamic factors when comparisons are being made.

The aim of this study was to calculate the acreage needed under Swedish conditions to invest in this type of equipment. The first part of the project was carried out as a field trip to California where a visit to the University Of California Davis (UC Davis) and a visit at the World Ag Expo as well as two farm visits were included. The goal for this trip was to study the use of GPS at work and talk to farmers about their experiences.

The second part of the project contained the calculations regarding the need for acreage. This was carried out under two conditions. Under the first condition the investment should be financed by lower fuel and labour costs. The second condition included the cost for timeliness in addition to lower fuel and labour costs.

Another calculation was made, to estimate the space of investment for different sizes of farms in Sweden. This was made by calculating the total saved costs in fuel and labour after an investment in steering aid system by choosing simple lines of operations for two different sizes of grain farms in Sweden as examples.

The required acreage to invest in a steering aid system is between 300 to 400 hectare (740 to 990 acre) if it is used only on a 25-foot combine. The acreage interval presented above is caused by the difference in price in between the Laser Pilot technique, or the more expensive GPS technique.

The result from the study of the space of investment shows that there is about 4 000 SEK per 100 hectare and year to invest in this type of equipment.

By using steering aid systems a farmer would be able to decrease the number of passes by utilising the whole width of the implement more efficiently than before. It is also possible to increase the length of the working day since the operations becomes less dependant on good visibility. Therefore, it is no problem working during night-time or fog. In addition, a farmer that has physical problems, such as aching joints would be able to work longer hours because working a machine equipped with steering aid is not as physical demanding.

## **Bakgrund**

Lantbruket är en bransch där teknikutvecklingen gått snabbt framåt. Många av de tekniska innovationer som appliceras i lantbruket är till för att underlätta för lantbrukaren samtidigt som det ska öka lönsamheten inom företaget. I många fall krävs det dyra investeringar för att få tillgång till denna teknik, vilket gör att investeringarna inte alltid är lönsamma för alla lantbrukare.

En av de senaste innovationerna inom lantbruket är teknik för självstyrning eller guidning över fältet. Detta kan ske på olika sätt, antingen genom satellitnavigering (GPS) eller genom olika typer av sensorer. Det finns även utrustning för att styra redskapen efter traktorn, vilket minskar noggrannheten med vilken föraren måste köra på fältet.

Tekniken för självstyrning eller guidning är mycket avancerad och ställer höga krav på lantbrukarens teknik- och datakunskaper. De flesta lantbrukare som investerar i dessa system gör det för att de tycker att det är intressant med ny teknik samt att det kan vara något för framtiden.

Med denna teknik kan lantbrukaren spara pengar genom högre kapacitet, mindre spill och bättre effektivitet. Dessutom finns det andra fördelar som är svåra att värdera som t.ex. minskad belastning på föraren. Då denne inte behöver koncentrera sig på att styra kan han ha en mer avslappnad arbetsställning och istället fokusera på maskinen/redskapets inställningar.

## Globalt positioneringssystem – GPS

GPS är ett amerikanskt positioneringssystem som började byggas upp under mitten av 1980-talet. Systemet består av 24 satelliter som är utplacerade i 6 banplan. Satelliterna befinner sig på 20 200 km höjd. Satelliterna är utplacerade så att man alltid kan ta emot signaler från minst fyra samtidigt (Eklund, 2003).

För att använda GPS-systemet krävs en mottagare, vilken tar emot signaler från satelliterna. Dessa finns i en rad olika utföranden allt ifrån de billiga, enkla, handhållna systemen till de dyra, avancerade systemen. Det som skiljer dessa åt är ofta noggrannheten. De enkla, billiga kan ha en noggrannhet på ett par meter och används ofta till olika friluftaktiviteter som jakt och fiske. De lite mer avancerade systemen, som bl.a. används för vägbeskrivning och kan underlätta t.ex. ambulanstransporter, kostar lite mer men har högre noggrannhet. De dyra systemen används ofta i t.ex. entreprenadmaskiner där kraven på noggrannhet är höga. Vilken noggrannhet man har beror på vilket system man använder och om man använder sig av någon typ av korrektionssignal (Eklund, 2003).

De två vanligaste systemen för GPS-utrustning med hög noggrannhet är DGPS och RTK.

## Differentiell globalt positioneringssystem – DGPS

Till de applikationer som en GPS används till inom lantbruket är oftast en noggrannhet på två meter inte tillräcklig. Använder man sin GPS på tröskan för att skördekartera kan denna noggrannhet kanske vara tillräcklig, men vill man ha högre precision får man använda en DGPS.

En DGPS fungerar som en vanlig GPS fast med det tillägget att man utnyttjar ytterligare en signal. En referensstation sänder en korrektionssignal och talar om för mottagaren hur den ska kompensera för felet i position. Med en DGPS kan man komma ner på en noggrannhet på plus-minus 10-20 centimeter (Ekfäldt, 1996).

Det finns olika typer av korrektionssignaler (Algerbo m.fl., 1998; KTH, 2004):

- **Egen referensstation.** Lantbrukaren kan ha en referensstation på sin gård. Stationens position är noga utmätt och referensstationen tar emot samma signal som den mobila mottagaren på maskinen. Eftersom referensstationens position är känd kan den beräkna felet och skicka en signal till den mobila mottagaren som sedan korrigerar felet och anger rätt position.

- **EPOS-systemet.** Runt om i Sverige finns tolv EPOS-stationer med fasta GPS-mottagare. Informationen om felvisningen sänds via Kaknästornet ut på riksnätet för radions P3. En speciell EPOS/RDS-mottagare ansluts till GPS-mottagaren som sedan korrigerar för felet. Eftersom korrigeringen sänds via P3-sändarna, täcks landet in fullständigt. Detta system kräver dock att lantbrukaren skaffar ett abonnemang.
- **Sjöfartens system.** Genom en internationell organisation, kallad IALA, finns ett system med korrektionssignaler att tillgå. Ett av syftena med organisationen är att göra sjöfarten säkrare och varje land med kust skall ha ett antal referensstationer som kan hjälpa till att guida fartyg. Signalen från referensstationen sänds via långvågsbandet och kräver en annan, dyrare typ av mottagare än till EPOS-systemet. Detta system är dock abonnemangsfritt för användaren och täcker in största delarna av södra Sverige.
- **Satellitbaserade system.** Istället för att använda sändare på marken kan man använda särskilda satelliter till att sända korrektionssignaler. Ett antal referensstationer, som är placerade på noga utmätta platser, tar emot signaler från GPS-satelliterna och skickar därefter en signal till speciella korrektionssatelliter. Dessa korrektionssatelliter skickar signalen vidare till GPS-mottagaren. Korrektionssatelliten fungerar således som en spegel av signalen från referensstation till GPS-mottagare. Den europeiska varianten av detta heter EGNOS (Euro Geostationary Navigation Overlay Service) och den amerikanska varianten WAAS (Wide Area Augmentation System). Dessutom finns det ett antal satellitbaserade system som är kommersiella, bl.a. Omnistar.

### Real Time Kinematic – RTK

En högprecisions-GPS, så kallad RTK, beräknar positionen lite annorlunda än en DGPS. Med ett RTK-system mäter man inte enbart tidsskillnaden mellan signalerna utan även fasförskjutningen mellan signalerna. På så vis kan man nå den höga noggrannhet man eftersträvar (Trimble, 2004).

I detta system används en referensstation placerad på en känd punkt och en eller flera rörliga mottagare (s.k. roverenhet). Mätnoggrannheten med en RTK är ungefär 10 mm i horisontalplanet och 20 mm i vertikalplanet (Husgafvel, 2004).

### GPS i lantbruket

En GPS-utrustning på en lantbruksmaskin går att använda till många ändamål. Styrning eller guidning, skördekartering (avkastningskarta över ett fält), styrda insatser (t.ex. varierad utsädesmängd eller gödselmedelsmängd), ruttplanering, markkartering m.m. I mitten av 1990-talet kom de första systemen till Sverige där GPS-utrustningen användes till skördekartering på tröskor. I slutet av 1990-talet kom de första systemen för guidning av t.ex. traktorn över fältet och något år senare fanns teknik för att utrustningen skulle styra traktorn själv.

En GPS-enhet består av ett antal delar: En mottagarenhet (antenn, figur 1), en kontrollbox (stor box, figur 2) och eventuellt en loggdator (liten box, figur 2).



*Figur 1. GPS-antenn på en John Deere. Foto: Christoffer Anderson*



*Figur 2. Kontrollbox och loggdator till en Trimble Autostyrutrustning. Foto: Christoffer Anderson*

## Guidning

Den enklare varianten av styrhjälpsystem med GPS-utrustning innebär s.k. guidning. Framför föraren sitter en ljusramp som via en rad lysdioder visar hur föraren ska köra (figur 3). Ljusrampen visar om föraren ligger rätt i linje med draget eller om man måste justera i höger- eller vänsterled.



*Figur 3. Traktor utrustad med ljusramp för guidning. Foto: Christoffer Anderson*

Guidning fyller samma funktion för föraren som användandet av spårmarkör på maskinen (figur 4).



*Figur 4. Spårmarkören gör ett spår i den obehandlade delen av fältet så att föraren vet var han ska köra nästa drag. Foto: Väderstad Verken AB*

## Autostyr

Den mer avancerade GPS-tekniken innebär att traktorn styrs över fältet med hjälp av mottagarenhet, kontrollbox och styrenhet. Det vanligaste är att styra traktorn i raka drag fram och tillbaka över fältet, men de flesta tillverkare har även programvara som gör det möjligt att köra i cirklar, kurvor m.m.

Genom att investera i autostyrteknik till traktorer, kan man utföra vissa operationer 24 timmar om dygnet istället för enbart under de ljusa timmarna som tidigare (Turkovich, pers. medd., 2004). Eftersom föraren inte behöver styra maskinen kan denne vara koncentrerad på redskapets egenskaper och därmed öka dess kapacitet. En annan fördel är att det ofta går att öka hastigheten eftersom tekniken fungerar lika bra i högre hastigheter, medan föraren har svårt att hålla samma precision om hastigheten ökar. Dessutom blir det inte lika tröttsamt att köra maskinen eftersom föraren kan slappna av mer och därmed inte vara lika uttröttad efter en dags arbete.

Den höga noggrannheten på endast ett fåtal centimeter gäller för mottagaren placerad på t.ex. traktorn. Redskapet som utför arbetet, ofta kopplad till maskinen, måste därför vara riktigt inställt så att noggrannheten går att överföra till detta. Ett redskap kopplat till traktorns trepunktslyft kan röra sig ca 10 cm i sidled, vilket gör att de 2 cm noggrannhet som GPS:en ger inte utnyttjas på ett bra sätt. Detta ställer höga krav på föraren som måste göra de korrekta inställningarna av redskapet för att kunna utnyttja GPS:ens höga precision. Detta är särskilt viktigt där man radodlar växter som sockerbetor, grönsaker, potatis, jordgubbar m.m. (Upadhyaya, pers. medd., 2004; Gomes, pers. medd., 2004)

## Tröskor

Precis som till traktorer är det möjligt att använda GPS-utrustningen till att styra tröskan. En fördel med detta är att utrustning för skördekartering samtidigt går att applicera på tröskan till en förhållandevis liten kostnad.

Tröskningsarbetet är ofta tidspressat för att få rätt gröda tröskad vid rätt tidpunkt. Genom att en GPS-enhet styr tröskan och låter föraren koncentrera sig på att maximera tröskans kapacitet, kan man höja avverkningen och minska läglighetskostnaderna.

## Laserpilot

Förutom att använda GPS till styrning av tröskan har trösktillverkaren Claas (2004) utvecklat en kamera som via en laserstråle känner av skillnaden mellan det otröskade och det tröskade. Kameran placeras längst ut på sidan av skärbordet enligt figur 5. Det finns två versioner av detta system. I ena versionen, placeras laserpiloten endast på ena sidan av skärbordet vilket leder till att föraren måste köra tegkörning. I den andra, placerar man en kamera på båda sidor av skärbordet och kan därmed köra tröskan fram och tillbaka som vanligt.



Figur 5. Claas laserpilot. Foto: Claas KGaA mbH

## Syfte

Syftet med denna undersökning var att beräkna arealunderlag och investeringsutrymme vid investering i styrhjälpsystem till lantbruksmaskiner. Genom denna undersökning kan lantbrukare få hjälp i beslutsfattandet vid investering i denna typ av teknik.

## Material och Metod

Projektet genomfördes i två steg

1. Ett studiebesök i Kalifornien, där användandet av denna teknik är stor.
2. Beräkning och analys av ekonomiska förutsättningar för investering i styrhjälpsystem för svenska förhållanden.

## Studiebesök

Syftet med studiebesöket var att i praktiken studera användandet av guidning och autostyr på lantbruksmaskiner.

I Kalifornien besöktes först UC Davis (University of California Davis). Professor Upadhyaya visade den forskning som bedrivs där inom precisionsjordbruk. Mycket av forskningen inom precisionsjordbruk och GPS-applikationer riktas mot odling av processtomater eftersom det är en viktig gröda för lantbrukarna i området kring San Fransisco.



Därefter besöktes lantbruksmässan World Ag Expo ([www.worldagexpo.com](http://www.worldagexpo.com)), en stor lantbruksutställning som årligen hålls i Tulare (CA). Här visar över 1 600 utställare från hela världen upp sina produkter. Alla stora tillverkare av GPS-utrustning till lantbruksmaskiner finns representerade, vilket gör det möjligt att inhämta mycket kunskap och information.

I resan ingick även studiebesök på två gårdar i San Joaquin Valley (CA). På dessa gårdar använder man autostyr på sina traktorer, men även skördekarteringsutrustning på sina tröskor och bomullsplockare. Här testades autostyrutrustning i praktiken samtidigt som information om lantbrukarnas egen kunskap och erfarenhet av systemen samlades in.

## Förutsättningar

Att göra ekonomiska beräkningar som är generella är mycket svårt eftersom det är en rad olika faktorer som påverkar kalkylerna. Resultatet av beräkningar av arealunderlag och besparingar vid olika investeringar bör tolkas som riktlinjer.

En förare av en lantbruksmaskin utnyttjar inte hela redskapets bredd pga. svårigheterna med att köra rakt. Vid t.ex. harvning utnyttjas endast ca 90 % av harvens bredd pga. att föraren inte vill lämna delar av fältet obearbetat (Beeline, 2004). Denna egenskap kallas vingelmån.

För att minimera antalet faktorer som varierar har följande antaganden gjorts.

*Tabell 1. Antaganden gjorda för att utföra beräkningar.*

| Antagande                              | Värde        |
|--|--------------|
| Arbetskostnad förare                   | 180 kr/h     |
| Bränslepris                            | 5,9 kr/liter |
| Kalkylränta                            | 7 %          |
| Vingelmån med maskiner med spårmarkör  | 2 %          |
| Vingelmån med maskiner utan spårmarkör | 10 %         |
| Vingelmån för tröskor: 9 till 16 fot   | 1 fot        |
| Vingelmån för tröskor: 17 till 30 fot  | 2 fot        |

Användning av autostyrteknik på lantbruksmaskiner gör det möjligt att öka hastigheten och på så vis även kapaciteten, eftersom autostyrsystemet kan hålla samma precision vid höga hastigheter. En förare kan däremot inte hålla samma precision om hastigheten ökar för mycket. För att minska antalet faktorer som varierar antas att förändringen i kapacitet (hektar/timme) endast beror på att man med denna teknik kan utnyttja redskapets fulla bredd. Dessutom görs inga beräkningar gällande t.ex. bättre utträskning pga. att föraren i tröskan har mer tid till att justera inställningar på tröskan.

I beräkningarna har endast kostnaden för styrhjälp-utrustningen använts för att beräkna arealunderlaget, då kostnaden för maskinerna (traktor, tröska m.m.) anses vara konstant oberoende om styrhjälp-utrustning finns applicerad eller inte.

De inbesparade kostnader som ska täcka investeringskostnaden för styrhjälp-utrustningen antas därför vara de rörliga kostnaderna, i form av arbets- och bränslekostnader, samt läglighetskostnaderna vid de operationer där de tillämpas.

För att göra beräkningar av läglighetskostnaderna har antaganden enligt tabell 2 gjorts.

*Tabell 2. Förutsättningar för beräkning av läglighetskostnader (Axenbom m.fl., 1988; Agriprim, 2004).*

| Antagande                      | Värde                             |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Område                         | Götalands södra slättbygder (Gss) |
| Sannolikhet för tjänligt väder | 61 %                              |
| Läglighetseffekt skörd         | 38 kg/ha, dag                     |
| Avräkningspris (vårvete)       | 101 öre/kg                        |

Ett antagande som gjorts i undersökningen är att DGPS-systemen har samma precision som ett RTK-system. Så är dock inte fallet. Använder man ett DGPS-autostyrsystem till tröskan kan man inte utnyttja skärbordet till 100 % eftersom det inte är sådan precision i en DGPS. Detta antagande är gjort för att förenkla beräkningarna samt att syftet med undersökningen är att visa på möjligheterna med tekniken och hur lantbrukare bör resonera vid en eventuell investering.

## Begränsning

I Sverige är produktionen av spannmål störst rent arealmässigt, varför denna undersökning begränsas till sådana jordbruksföretag. Omsättningen per hektar på spannmålgårdar är inte lika stor som på gårdar med andra typer av grödor, t.ex. grönsaker, potatis och sockerbetor. Detta medför att en investering i styrhjälpssystem på spannmålgårdar kräver ett större arealunderlag.

## Beräkningar

Efter genomförd studieresa och sammanställning av insamlad information genomfördes beräkningar av arealunderlag för svenska förhållanden.

Den första delen var att beräkna kostnaderna för GPS-utrustningen samt för laserpiloten.

## GPS

Priserna på DGPS-utrustning varierar till största del beroende på vilket system och vilken noggrannhet man eftersträvar, inte så mycket på tillverkare. Den årliga kostnaden för ett guidningssystem ligger på mellan 4 000 och 8 000 kronor och

för ett autostyrssystem mellan 15 000 och 25 000 kronor (tabell 3). I båda fallen har en avskrivningstid på åtta år valts pga. att tekniken antas ha lite kortare livslängd än vad traktorn har (normal 10-12 år). Samtidigt har ett förhållandevis högt restvärde satts, 30 %, eftersom användandet av denna teknik ökar vilket gör andrahandsmarknaden intressant för dem som inte kan motivera investering i ny utrustning.

Tabell 3. Beräkning av årskostnaden för DGPS utrustning.

| Utrustning            | Årskostnad | Inköpspris          | Antal år | Restvärde (%) | Restvärde (kr) | Ränta (7 %) | Avskrivning |
|-----------------------|------------|---------------------|----------|---------------|----------------|-------------|-------------|
| <b>Guidning</b>       |            |                     |          |               |                |             |             |
| AMS <sup>1</sup>      | 7 584      | 57 535              | 8        | 30            | 17 261         | 2 431       | 5 034       |
| EZ-Guide <sup>2</sup> | 4084       | 31 000 <sup>3</sup> | 8        | 30            | 9 300          | 1 310       | 2 713       |
| <b>Autostyr</b>       |            |                     |          |               |                |             |             |
| AMS <sup>1</sup>      | 24 519     | 186 000             | 8        | 30            | 55 800         | 7 859       | 16 275      |
| Ag132 <sup>3</sup>    | 15 288     | 116 000             | 8        | 30            | 34 800         | 4 901       | 10 150      |

1. John Deere AMS (Jordy, pers. medd., 2004).
2. Trimble DGPS Ag124 (Berger, pers. medd., 2004).
3. AgGPS EZ-Guide Plus, 31 000 kr.

I undersökningen har endast uppgifter från två tillverkare använts. Det finns ytterligare ett par märken på marknaden, vilka uppgifter inte hämtats in från.

Vill man ha ett system med högre noggrannhet än det som ett DGPS-system kan prestera får man, som tidigare nämnts, investera i ett RTK-system. Detta är dock väsentligt dyrare och ställer högre krav på den som handhar. Denna beräkning, som redovisas i tabell 4, visar att ett RTK-system till ett lantbruk årligen kostar cirka 42 000 kronor. En mottagarenhet, rover, och den kringutrustning som krävs för autostyr (27 500 kr per år) samt en basstation, referensstation, (ca 15 000 kr) är inkluderat i den summan.

Tabell 4. Beräkning av årlig kostnad för ett RTK-system.

| Utrustning | Årskostnad | Inköpspris <sup>1</sup> | Antal år | Restvärde | Restvärde (kr) | Ränta (7 %) | Avskrivning |
|------------|------------|-------------------------|----------|-----------|----------------|-------------|-------------|
| Rover      | 27 536     | 209 000                 | 8        | 30 %      | 62 700         | 8 830       | 18 288      |
| Basstation | 14 624     | 111 000                 | 8        | 30 %      | 33 300         | 4 690       | 9 713       |
| Summa      | 42 160     | 320 000                 |          |           |                |             |             |

1. RTK Autopilot (Berger, pers. medd., 2004)

## Abonnemang

Det finns, som tidigare nämnts, en rad olika sätt att få tillgång till den referenssignal som krävs för att få hög noggrannhet med en DGPS. I tabell 5 redovisas olika abonnemang och kostnaderna för dessa. Något abonnemang tillkommer inte till ett RTK-system eftersom man där använder sig av en egen referensstation.

Tabell 5. Olika abonnemang och priser för DGPS.

| Referenssignal | Bindningstid | Pris    | Årskostn. | Anm.                          | Källa           |
|----------------|--------------|---------|-----------|-------------------------------|-----------------|
| Långvåg        |              |         | Gratis    | Fungerar utefter kusterna     | Husgafvel, 2004 |
| Epos           | 12 månader   |         | 6 000     | Sänder via FM-bandet          | Husgafvel, 2004 |
| Epos           | 12 månader   |         | 3 496     | LRF rabatt                    | LRF             |
| Epos           | 36 månader   | 8 960   | 3 299     | 7 % ränta, LRF rabatt         | LRF             |
| Epos           | 60 månader   | 12 480  | 2 933     | 7 % ränta, LRF rabatt         | LRF             |
| EGNOS          | -            | -       | -         | Planerad start mitten 2004    |                 |
| Omnistar VRS   | 12 månader   |         | 12 000    |                               | Husgafvel, 2004 |
| Omnistar HP    | 12 månader   |         | 20 000    | dm noggrannhet                | Husgafvel, 2004 |
| SF 1           | 12 månader   | € 500   |           | John Deeres: +/- 30 cm noggr. |                 |
| SF 2           | 12 månader   | € 1 000 |           | John Deeres : +/- 5 cm noggr. |                 |

Eftersom abonnemangskostnaden tillkommer på dessa system stiger den årliga kostnaden. Kan man utnyttja långvågen utmed kusterna har man dock ingen abonnemangskostnad. Lantbrukare som är medlemmar i LRF får rabatt på sin abonnemangskostnad och betalar då ca 3 000-3 500 kronor per år.

## Laserpilot

Vid beräkning av den årliga kostnaden för laserpilot har en avskrivningstid på åtta år använts. Detta är lite kortare tid än vad man räknar med på själva tröskan, men eftersom utrustningen innehåller mycket avancerad teknik och är placerad på ett utsatt ställe (stor risk för stötar och annat slitage) anses det vara rimligt. Det höga restvärdet, 30 %, anses dock ändå gå att motivera eftersom tekniken är eftertraktad och innebär många fördelar för användaren. Beräkning av årskostnaden för laserpilot redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Beräkning av årlig kostnad för laserpilot.

| Utrustning | Årskostnad | Inköpspris <sup>1</sup> | Antal år | Restvärde | Restvärde (kr) | Ränta | Avskrivning |
|------------|------------|-------------------------|----------|-----------|----------------|-------|-------------|
| Enkel      | 6 589      | 50 000                  | 8        | 30 %      | 15 000         | 2 113 | 4 375       |
| Båda       | 9 093      | 69 000                  | 8        | 30 %      | 20 700         | 2 915 | 6 038       |

1. Källa LMB, pers. medd., 2003

## Läglighetskostnader

För att kunna väga in läglighetskostnaderna i beräkningarna användes formeln enligt ekvation 1. De totala läglighetskostnaderna beräknas genom att multiplicera läglighetseffekten (38 kg/ha,dag enligt tabell 2) med avräkningspriset (101 öre per kg), multiplicera detta med totala arealen (A) och antalet arbetsdagar arbetet beräknas ta (T). Dividera detta sedan med två.

$$LK = \frac{L * A * T}{2}$$

LK: Totala läglighetskostnaderna [kr]

L: Läglighetseffekt \* pris [kr/ha, dag]

A: Areal [ha]

T: antal arbetsdagar - 1 [dagar] (på grund av att en dag är den optimala ska antalet arbetsdagar decimeras med en dag)

*Ekvation 1. Formel för beräkning av läglighetskostnader (Axenbom m.fl., 1988).*

## Kapacitet

För att beräkna redskapens kapacitet har formeln enligt ekvation 2 används.

$$C = \frac{S * w * e}{10}$$

C: effektiv arealkapacitet [ha/h]

S: hastighet, [km/h]

w: nominell arbetsbredd [m]

e: arbetsteknisk verkningsgrad  
[0 < e < 1] (se bilaga 1)<sup>1</sup>

1. Arbetsteknisk verkningsgrad: Den del av tiden som maskinen arbetar på fältet, dvs. totala tiden minus vändningar, tanktömning, påfyllnad av insatsmedel, justering av maskin m.m.

*Ekvation 2. Formel för beräkning av kapacitet (Witney, 1988)*

För att beräkna kapacitetsökningen vid användandet av denna typ av utrustning har två kapaciteter beräknats. En där hela redskapets bredd utnyttjats, t.ex. vid autostyr, och en där endast en del av redskapets bredd utnyttjats. Vid användandet av spårmarkör antas att 98 % av maskinens bredd kan utnyttjas. I bilaga 1 redovisas kapaciteten för de olika maskiner som används i beräkningarna, både vid fullt utnyttjad bredd och vid endast del av redskapets bredd utnyttjad.

## Arealbehov

Vid analys av arealbehovet för investering i styrhjälpsystem där de rörliga kostnaderna ska täcka investeringskostnaden användes formeln enligt ekvation 3.

$$\left( \frac{B}{E} + D \right) * K = G$$

B: Årliga kostnaden för styrhjälpsutrustningen inkl. abonnemang [kr]

E: Rörlig timkostnad för aktuell maskin [kr/h]

D: Kalkylerad användningstid [h]  
(se bilaga 1)

K: Kapacitet (full arbetsbredd) [ha/h]

*Ekvation 3. Formel för beräkning av arealunderlag.*

Vid beräkning av arealunderlag där hänsyn tagits till rörliga kostnader och läglighetskostnader har målsökningsfunktionen i Excel använts. Formlerna för arealbehov och läglighetskostnader sattes samman i formeln enligt ekvation 4.

$$B = LK + RK$$

B: Årliga kostnaden för styrhjälpsutrustningen [kr]

LK: Läglighetskostnader [kr]

RK: Totala rörliga kostnader [kr] (rörliga kostnaden per timme multiplicerat med antalet användningstimmar)

*Ekvation 4. Formel för beräkning av arealbehov där hänsyn tagits till både rörliga kostnader och läglighetskostnader.*

De olika faktorerna skrevs in i Excel. För att söka arealbehovet användes målsökningsfunktionen. Detta genom att sätta totalkostnaden för LK + RK lika med B.

### Investeringsutrymme

För att beräkna det investeringsutrymme som finns på gårdsnivå för denna typ av teknik sattes en rad operationer samman för att enkelt beskriva odling av spannmål. Detta gjordes för två storlekar på gårdar, 100 och 500 hektar.

Arbetstidsåtgången med styrhjälpsystem samt utan dessa system jämfördes. Det resulterade i ett antal inbesparade arbetstimmar. Dessa timmar multiplicerades sedan med den rörliga kostnaden för den aktuella operationen och slutligen summerades de totala inbesparade kostnaderna.

Denna summa visar det årliga investeringsutrymmet till styrhjälpsystem, oavsett om det är guidnings- eller autostyrssystem.

## Resultat

Resultatdelen är uppdelat i två sektioner. Den ena beskriver användandet av autostyrssystem och dess fördelar medan den andra visar beräkningar gällande arealunderlag och storleksbehov för investering i denna teknik.

### Autostyr i praktiken

Kalifornien är ett stort jordbruksområde i västra USA. Där bedrivs odling av många olika sorters grödor. I San Joaquin Valley, dit denna studieresa gick, finns huvudsakligen tomatodlingar och bomullsplantager. Man odlar inte mycket spannmål eftersom odling av tomater och bomull ger ett betydligt högre netto. Vete har dock en avkastning på mellan 8 och 10 ton per hektar (Hughes, pers. medd., 2004).

Både tomater och bomull odlas i rader, men tomater odlas på upphöjda bäddar med två rader tomater i varje bädd (figur 6). I detta område får man i snitt mellan 100 och 130 mm regn varje år, vilket gör det nödvändigt att bevattna odlingarna. För

att spara på vattnet, som är en bristvara, droppbevattnas tomaterna, dvs. man gräver ner en slang under raden av tomater och punktbevattnar. Slangen gör dock att man måste vara mycket försiktig när man radhackar ogräs så att den inte kommer till skada. Man måste med andra ord köra lite längre ifrån slangen för att vara på den säkra sidan (Hughes, pers. medd., 2004; Turkovich, pers. medd., 2004).



Figur 6. Tomatodling på upphöjda bäddar.

På gårdar som odlar grönsaker finns stora möjligheter till att denna teknik ska vara lönsam efter inte alltför lång tid. Jeremy Hughes Farms (pers. medd. 2004) har investerat i autostyrteknik till sina bandgående traktorer av märket John Deere. Utnyttjandegraden har därvid ökat, då man kunnat minska antalet traktorer och förare samtidigt som man har kunnat utöka arbetsdagen till 24 timmar per dygn. Tidigare var man bunden till dygnets ljusa timmar, 10 timmar per dag under säsong. Detta har lett till minskade maskinkostnader, minskade läglighetseffekter samt ökad avkastning.

På Jeremy Hughes Farms investerade man i sin första GPS-autostyrutrustning till traktorer år 2000. Man har även GPS-utrustning för skördekartering på sin bomulls-plockare och GPS-guidning på sin självgående spruta. Traktorerna är utrustade med Trimble RTK-GPS (figur 7) och man har en egen referensstation placerad på verkstadstaket. Investeringskostnaden på \$15 000 (ungefär SEK 112 500, \$1 = SEK 7,50) för referensstationen delade man med nio andra lantbrukare inom samma område. Referensstationen har en räckvidd på cirka 14 miles (cirka 22 km) och ger en noggrannhet på mindre än en tum (2,5 cm) (Hughes, pers. medd., 2004).

Hughes (pers. medd., 2004) räknar med att GPS-utrustningen kostar dem ca \$12,5 (SEK 94) per acre (cirka \$30 [SEK 225] per hektar). Detta ska jämföras med de totala hektarkostnaderna som ligger runt \$4 000 (SEK 30 000) per hektar för tomatodling.



Figur 7. John Deere 8400T utrustad med Trimble Autostyr under tomatsådd.  
Foto: Christoffer Anderson

Ett problem som alltid uppkommer i radodlade växter är att skördemaskin och såmaskin inte alltid samverkar så bra. Detta problem kommer man bort ifrån med autostyr på traktorn som drar såmaskinen. Huges använder en 6-radig bomulls-plockare och en 20-radig såmaskin. Detta hade inte varit möjligt utan autostyr, eftersom en människa inte kan köra så rakt som krävs för att det ska fungera.

Användningen av GPS i lantbruket ökar markant i Kalifornien. Fler och fler lantbrukare ser fördelar med denna teknik. Bara i delstaten säljs över 100 enheter per år. Med ett styckepris runt \$50 000 (SEK 375 000) är det en värdefull marknad för de olika tillverkarna (Upadhyaya, pers. medd., 2004).

## Tröskor

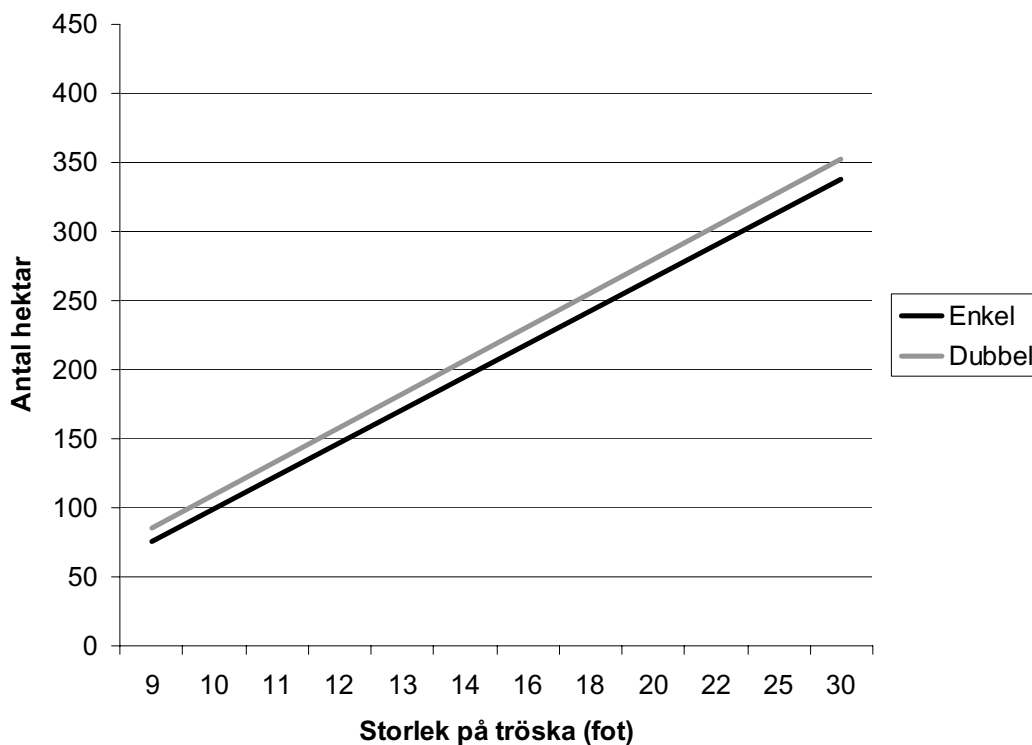
Om man investerar i en laserpilot, enkel eller dubbel, eller om man använder GPS-utrustningen enbart på sin tröska, är det förhållandevis enkelt att beräkna arealunderlaget för denna utrustning. Detta eftersom arbetsbredden på redskapet är konstant och inte varierar som för en traktor.

## Laserpilot

I figur 8 visas det arealunderlag som behövs för att genom inbesparade arbets- och bränslekostnader kunna motivera en investering i laserpilot till sin skördetröska.

Orsaken till att ett större arealunderlag behövs för de större tröskorna redovisas i figur 9. Nämnaren (nederst) i formeln är bredden på tröskan, i fot, och täljaren (överst) är vingelmånen, i fot. En fot vingelmån är mer på en liten tröska än på en stor. Det gör att den procentuella vinsten av att utnyttja hela skärbordets bredd är större på en liten tröska än på en stor.





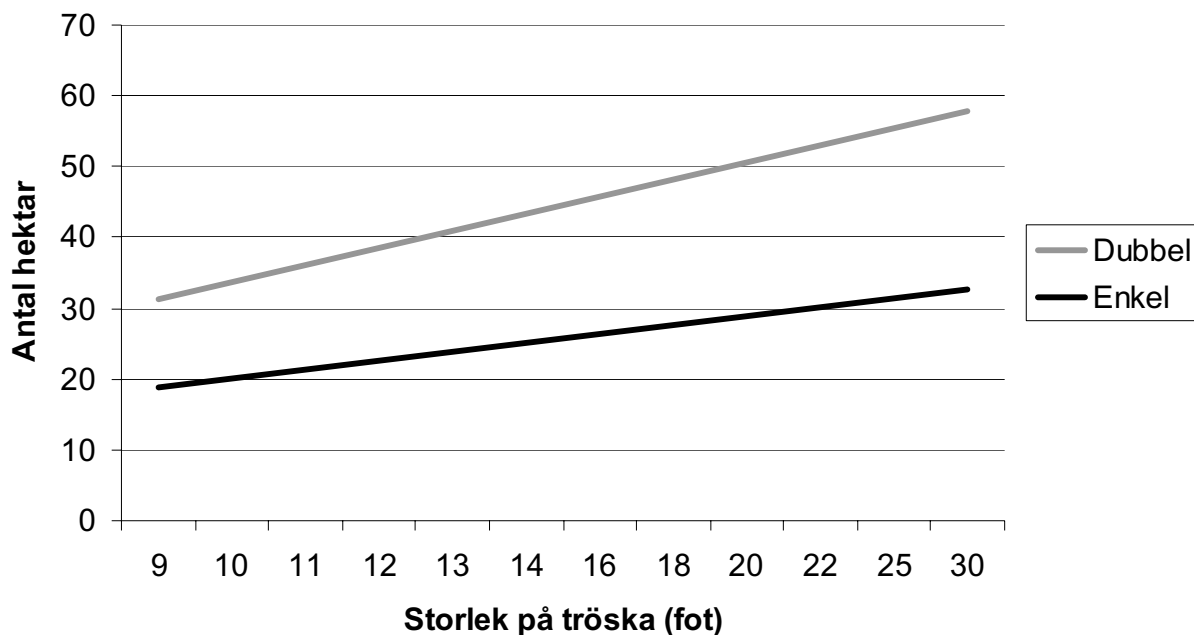
Figur 8. Det arealunderlag som behövs för att inbesparad arbets- och bränslekostnad ska betala en investering i laserpilot till tröskan.

$$\frac{1}{9} = 0,11 > \frac{2}{30} = 0,067$$

Figur 9. Orsaken till mindre arealunderlag för en mindre tröska är att den procentuella vinsten är större om man kan utnyttja hela skärbordets bredd på en liten tröska jämfört med en stor.

De besparingar man gör genom att ha en liten tröska kan snabbt försvinna genom att läglighetskostnaderna blir alltför höga. Genom att utnyttja hela skärbordets bredd, kan man få hela skörden tröskad snabbare och på så vis minska läglighetskostnaderna.

Om läglighetskostnader vägs in tillsammans med rörliga kostnader får man ett resultat som redovisas i figur 10. Detta visar att det krävs ett betydligt mindre arealunderlag om man tar hänsyn till läglighetskostnaderna.



Figur 10. Det arealunderlag som krävs för att ekonomiskt motivera investering i laserpilot. Både inbesparade läglighetskostnader och rörliga kostnader ska finansiera investeringen.

## GPS

En GPS på tröska går att använda till mer än bara styrning av tröska. Vanligaste användningsområdet för GPS på tröska är till skördekartering. Det är inga problem att kombinera dessa två system, under förutsättning att man har tillräckligt noggrann GPS. Dessa antaganden gör att kostnaderna för GPS-utrustningen skall fördelas mellan dessa två system. Dessutom kan man flytta GPS-enheten från tröska till t.ex. traktorn och på så vis fördela kostnaderna ytterligare.

Vid de gjorda beräkningarna antogs att hela investeringen för GPS-utrustningen ska täckas av inbesparade kostnader (rörliga kostnader+läglighetskostnader) för tröska.

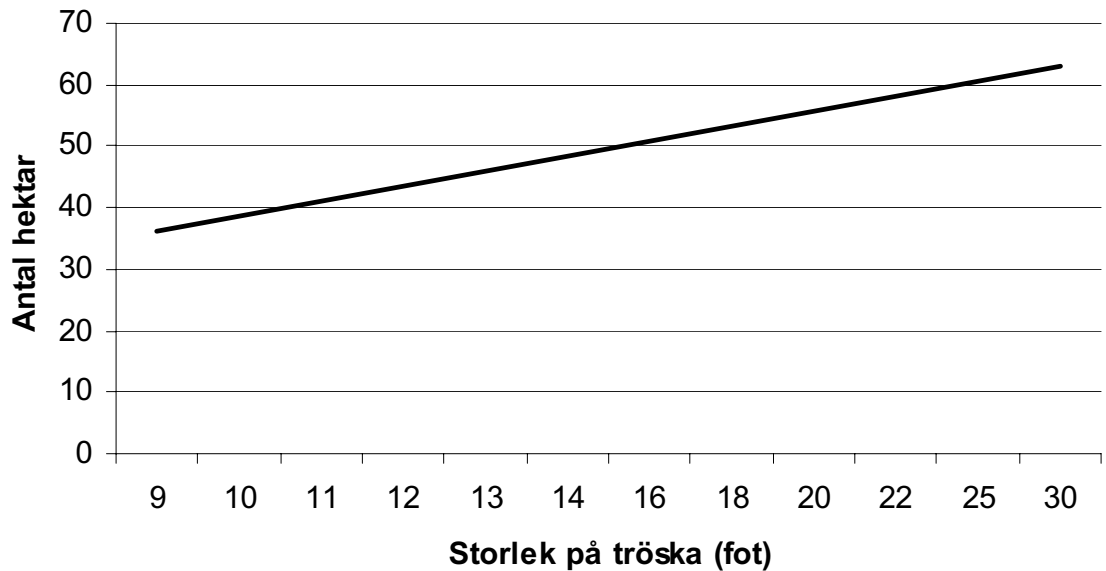
Den första beräkningen visar arealunderlaget som krävs för att täcka denna investering med inbesparade rörliga kostnader, figur 11.

Precis som fallet med laserpilot visar diagrammet ett mindre arealbehov för en mindre tröska.

Om man väger in läglighetskostnaderna i denna analys får man ett resultat som även i detta fall skiljer sig från det tidigare. Om läglighetskostnader samt rörliga kostnader ska betala investeringskostnaden för denna investering, får man ett resultat som redovisas i figur 12.



Figur 11. Det arealunderlag som krävs för att ekonomiskt motivera investering i GPS-autostyrteknik till en skördetröska. Investeringen ska finansieras med inbesparade rörliga kostnader.



Figur 12. Arealunderlaget som krävs vid investering i GPS-autostyr till tröskan. Inbesparade rörliga kostnader och läglighetskostnader ska betala investeringen.

## Insatsmedel

Att beräkna inbesparad mängd insatsmedel, dvs. handelsgödsel, bränsle, utsäde, bekämpningsmedel m.m., vid användandet av denna teknik är svårt, allt beror som så ofta på vilka förutsättningarna är.

I tidigare analyser antas vingelmånen vid sådd vara 2 %. I realiteten innebär det att man har en överlappning halva tiden och en mista halva tiden. Summan av detta blir att det går åt lika mycket utsäde oavsett om man använder autostyrteknik eller om man använder spårmarkör.

Vid vissa operationer är det dock möjligt att man kan spara in på insatsmedel. Det är sådana arbeten som utförs på fält där föregående drag inte syns eller är mycket svårt att se. Som exempel kan nämnas spridning av handelsgödsel (PK) på plog-tiltorna på hösten och totalbekämpning av vallar eller stubb efter tröskan. Här kan man kanske räkna med 10 % överlapp för att minimera risken för mistor. Att sätta siffror på detta är dock mycket svårt och väldigt varierande från fall till fall.

## Investeringsutrymme

Att enkelt definiera det arealunderlag som krävs för att investera i denna typ av teknik är svårt. Man måste ta hänsyn till en mängd olika faktorer, vilka alla påverkar beräkningarna.

För att ge några riktlinjer om vilket arealunderlag som behövs, har investeringsutrymmet för två gårdar, 100 och 500 hektar, beräknats.

Förutsättningar och resultat av analysen redovisas i tabell 7. Det investeringsutrymme som redovisas är den totala insparade kostnaden i form av bränsle och arbete, dvs. de rörliga kostnaderna.

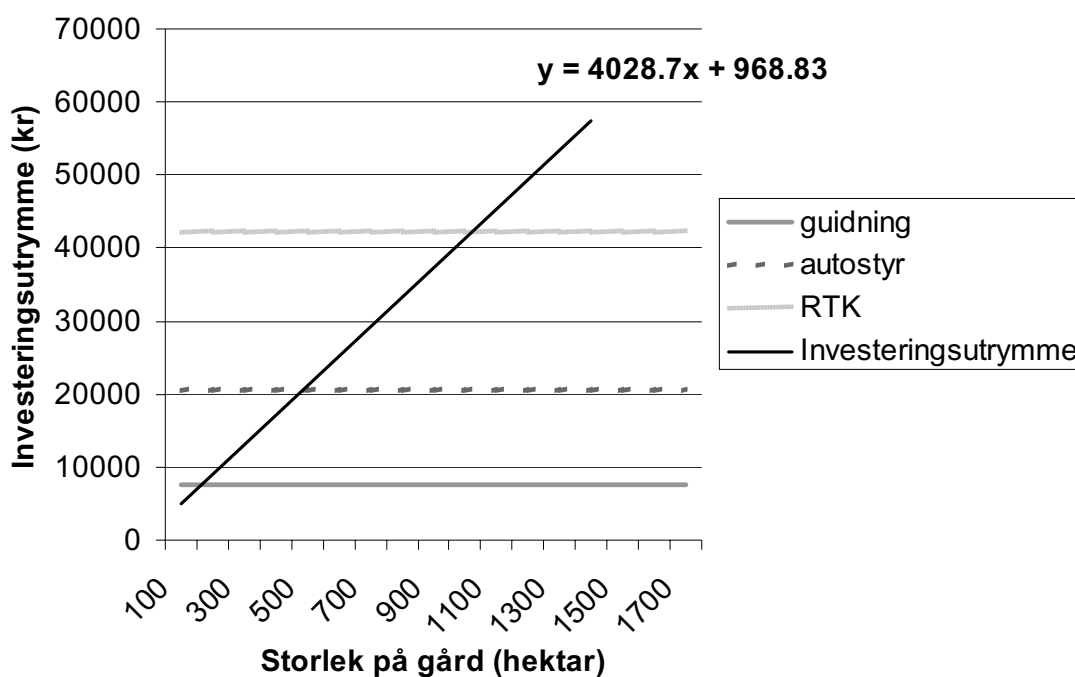
Resultatet visar att på en 100 ha stor gård går det att investera ungefär 5 000 kr per år i styrhjälpteknik medan på en 500 ha stor gård ungefär 21 000 kr. Det gör att på en 100 ha stor gård skulle man kunna investera 5000 gånger 8 = 40 000 kr i styrhjälpsystem, utan hänsyn taget till ränta. På en 500 ha stor gården är samma investeringsutrymme ca 160 000 kronor, vilket är det ungefärliga priset för ett autostyrssystem.

Eftersom dessa uppgifter är beroende på en rad olika faktorer och varierar kraftigt från fall till fall kan man göra enkla generaliseringar för att ge riktlinjer för de arealunderlag som krävs.

Med hjälp av de två exemplen i tabell 7 kan ett samband mellan storlek på gård och investeringsutrymme skapas. Ritar man en rät linje mellan dessa storlekar på gårdar och förlänger denna (extrapolerar) får man ett samband enligt figur 13. Lutningskoefficienten är 4029, vilket ger ett investeringsutrymme per 100 ha och år på ca 4 000 kr.

Tabell 7. Det årliga investeringsutrymmet för två olika storlekar på gårdar.

| Storlek (hektar brukat per år) | Operation <sup>1</sup> | Storlek på maskin | Kapacitet med GPS (ha/h) | Kapacitet utan GPS (ha/h) | Rörliga kostn., RK. (kr/h) | Totalt antal timmar årligen med GPS | Totalt antal timmar årligen utan GPS | Totalt Årlig RK |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| <b>100</b>                     | Kultivering            | 15 pinnar         | 1.8                      | 1.7                       | 269                        | 54                                  | 61                                   | 1625            |
|                                | Harv                   | 6 m               | 4.1                      | 3.7                       | 269                        | 25                                  | 27                                   | 731             |
|                                | Sådd                   | 4 m               | 2.24                     | 2.20                      | 322                        | 45                                  | 46                                   | 293             |
|                                | Vält                   | 6 m               | 4.1                      | 3.7                       | 269                        | 25                                  | 27                                   | 731             |
|                                | Handelsgödsel          | 12 m              | 5.3                      | 5.2                       | 251                        | 19                                  | 19                                   | 97              |
|                                | Spruta                 | 12 m              | 5.3                      | 5.2                       | 251                        | 19                                  | 19                                   | 97              |
|                                | Skörd                  | 16 fot            | 1.44                     | 1.35                      | 307                        | 69                                  | 74                                   | 1423            |
|                                | <b>Summa:</b>          |                   |                          |                           |                            |                                     |                                      |                 |
| <b>500</b>                     | Kultivering            | 25 pinnar         | 3.2                      | 2.9                       | 375                        | 156                                 | 173                                  | 6479            |
|                                | Harv                   | 9 m               | 6.1                      | 5.5                       | 375                        | 82                                  | 91                                   | 3401            |
|                                | Sådd                   | 6 m               | 3.4                      | 3.3                       | 375                        | 149                                 | 152                                  | 1138            |
|                                | Vält                   | 9 m               | 6.1                      | 5.5                       | 375                        | 82                                  | 91                                   | 3401            |
|                                | Handelsgödsel          | 24 m              | 10.6                     | 10.3                      | 269                        | 47                                  | 48                                   | 259             |
|                                | Spruta                 | 24 m              | 10.6                     | 10.3                      | 269                        | 47                                  | 48                                   | 259             |
|                                | Skörd                  | 30 fot            | 2.7                      | 2.5                       | 467                        | 185                                 | 198                                  | 6174            |
|                                | <b>Summa:</b>          |                   |                          |                           |                            |                                     |                                      |                 |



Figur 13. Investeringsutrymmet är ungefär 4 000 kr per 100 hektar.

<sup>1</sup> Eftersom inte autostyr används till plöjning finns den operationen inte med i listan.

I figur 13 finns även årskostnaden för de tre olika GPS-systemen inlagt; guidning, autostyr och RTK. För att ekonomiskt motivera en investering i ett guidnings-system behövs ca 200 ha, för ett autostyrssystem bör man ha ett arealunderlag på ca 500 ha och för ett RTK-system ca 1 200 ha.

## Diskussion

Det finns många fördelar med dessa typer av system, men ekonomin är en nackdel. Väger man in läglighetskostnaderna i analyserna är arealbehovet inte så stort. Detta ska dock tas med viss försiktighet. Faktorerna för läglighetskostnaderna är utformade så att de ska täcka nio av tio år. Vidare innehåller de stora felmarginaler. Vid investering i denna teknik är det därför viktigt att göra analyser över varje enskilt fall och undersöka vad som händer om förutsättningarna ändras. Annars är det stor risk att detta blir en dyr "leksak".

En stor fördel med dessa typer av system är att man förlänger arbetsdagen. Genom att inte behöva styra maskinen själv minskar kravet på sikt. Föraren behöver inte se lika mycket, därför kan man utföra alla operationer dag som natt, i dimma och regn. Detta gör att man ökar användningstiden på maskinen samtidigt som läglighetskostnaderna minskar eftersom arbetet kan bli klart på färre antal dagar. Det kan resultera i att på ett stort lantbruk, med många maskiner, kanske man kan minska maskinparken genom att man kan använda befintliga maskiner i större utsträckning.

### Guidning

Att ha en GPS-utrustning med guidning till sin traktor kan vara en fördel under svåra siktförhållanden, t.ex. nattetid eller vid arbete på fält där sprutspår eller märken efter spårmarkör saknas. Att ersätta spårmarkören/sprutspår med guidningsutrustning ses inte som ett alternativ. Eftersom precisionen i draget ändå hänger på förarens förmåga att följa instruktionerna från utrustningen, blir inte noggrannheten högre med denna teknik jämfört med att använda t.ex. spårmarkör.

I de beräkningar som har gjorts antas att precisionen är lika stor med ett guidnings-system som med autostyr. I praktiken är det inte så, eftersom föraren inte har samma förmåga att framföra maskinen lika rakt som med autostyrutrustning.

### Autostyr

Denna teknik är dyr och för att det ska vara lönsamt krävs ett stort arealunderlag, vilket kan vara svårt att hitta under svenska förhållanden. Har man dock underlaget kan man få en bra lönsamhet i detta system och öka sin kapacitet.

Systemet ställer även högre krav på den som handhar maskinen än om utrustningen inte finns applicerad.

### Laserpilot

Den största fördelen med detta system är den höga precisionen i förhållande till det låga priset. Att slippa styra tröskan under arbete är något som varje lantbrukare önskar sig. Kan man dessutom se till att utnyttja hela skärbordets bredd ökar man kapaciteten på tröskan på ett enkelt sätt samtidigt som läglighetskostnaderna minskar. Nackdelarna är att utrustningen endast går att använda till att styra

tröskan. Dessutom måste man ha två enheter, en på var sida om skärbordet, om man vill slippa köra tegkörning.

### **Investeringsutrymme**

Detta är den viktigaste delen i undersökningen, men även den som innebär flest variabler. Det investeringsutrymme som räknats fram måste tas med stor försiktighet. Ett investeringsutrymme på 4 000 kr per 100 ha är under de förutsättningar som har gällt i beräkningen. Dessutom är ekvationen i diagrammet (figur 13) baserat på endast två mätvärden, vilket kanske verkar lite. Detta borde dock vara tillräckligt eftersom antalet faktorer som påverkar denna beräkning är stort. Ska man investera i denna teknik krävs att man gör en analys utifrån sina egna förutsättningar och tittar på möjligheterna utifrån det.

## **Slutsatser**

Användandet av GPS inom lantbruket ökar och många lantbrukare är intresserade av denna teknik. Tyvärr är det svårt att ekonomiskt motivera en rad olika investeringar eftersom det är svårt att tjäna/spara några pengar på dessa. Om man använder GPS till guidning och/eller autostyr går det, enligt denna undersökning, dock att spara/tjäna pengar. Denna utrustning kan därför vara intressant för den som är intresserad av GPS och vill använda sig av det.

Lantbrukare som har problem med t.ex. axlar och leder kan ha stor nytta av denna teknik. Att ha möjlighet att slappna av lite under tröskningen för att laserpiloten eller GPS:en styr tröskan kan spara mycket lidande, samtidigt som tekniken kan spara pengar genom mindre sjukskrivning, minskat antal förtidspensioner, lägre sjukvårdskostnader m.m. Dessa kostnader är svåra att räkna på men kan vara av stor vikt.

Det negativa med den nya tekniken är priset, som än så länge är för högt för många medelstora lantbruk. Det finns dock många lantbruk i Sverige som skulle kunna ha stor nytta av denna teknik och kunna höja sin produktivitet och kapacitet.

## Referenser

- Algerbo P-A. & Thylén L., 1998, Teknik för växtanpassad odling, Precisionsodling i Väst, Teknisk Rapport 2, Institutionen för Jordbruksvetenskap, Avdelningen för mark-växter, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.
- Axenbom, Å., Claesson, S., Nilsson, B. & Roos, J., 1988, Handla med beräkning – en enkel metod att välja maskin, Institutionsmeddelande 88:01, Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ekfäldt, C., 1996, Vad är GPS?, Teknik för lantbruket 49, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Eklund, L. (RED), 2003, Geografisk informationsbehandling – Metoder och tillämpningar, Formas, Stockholm.
- Witney, B., 1988, Choosing & Using Farm Machines, Land Technology Ltd, Edinburgh, Scotland UK.

## Internet

- Agriprim, [www.agriprim.com](http://www.agriprim.com), 2004-02-02.
- Beeline Technologies, [www.beeline.ag](http://www.beeline.ag), 2004-02-26.
- Claas KGaA mbH, [www.claas.com](http://www.claas.com), 2004-02-24.
- KTH, [www.e.kth.se/~e97\\_mbl/gps.html](http://www.e.kth.se/~e97_mbl/gps.html), 2004-02-27.
- LRF, [www.medlem.lrf.se](http://www.medlem.lrf.se), 2004-03-22.
- Trimble, [www.trimble.com](http://www.trimble.com), 2004-02-04.

## Personliga meddelanden

- Berger, C., Business Area Manager Hardware, Mowic AB, Järfälla, 2004-06-02.
- Gomes, M., Vice President – Technical Service National Accounts Manager, Precision Farming Enterprises, Inc., Woodland CA, USA 2004-02-11.
- Hughes, J., Jeremy Hugehes Farms, Kerman CA, USA, 2004-02-13.
- Husgafvel, N., Teknisk ansvarig GPS, Mowic AB Järfälla, 2004-03-01.
- Jordy, B., Product Line Manager, Svenska John Deere AB, 2003-10-15.
- LMB, Lantmännens Maskin AB, 2003-10-16.
- Turkovich, T., Button & Turkovich Farm, Davis CA, USA, 2004-02-10.
- Upadhyaya, S., Professor UC Davis, USA, 2004-02-09.



## Bilaga 1. Kapacitetstabell

De kapaciteter som används i beräkningarna redovisas i tabell 1.

Tabell 1. De olika kapaciteter som används i beräkningarna.

| Operation  | Storlek maskin | Årlig användningstid (h) <sup>1</sup> | Vingelmån, del av arbetsbredd | Arbetsteknisk-verkningsgrad | Kapacitet, full arbetsbredd | Kapacitet, del av arbetsbredd |
|------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Sådd       | 4 m            |                                       | 2 %                           | 70 %                        | 2.24                        | 2.20                          |
|            | 6 m            |                                       | 2 %                           | 70 %                        | 3.4                         | 3.3                           |
| Kultivator | 15 pinnar      |                                       | 10 %                          | 85 %                        | 1.8                         | 1.7                           |
|            | 25 pinnar      |                                       | 10 %                          | 85 %                        | 3.2                         | 2.9                           |
| Tröska     | 9 fot          | 100                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 0.8                         | 0.7                           |
|            | 10 fot         | 100                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 0.9                         | 0.8                           |
|            | 11 fot         | 100                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 1.0                         | 0.9                           |
|            | 12 fot         | 100                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 1.1                         | 1.0                           |
|            | 13 fot         | 100                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 1.2                         | 1.1                           |
|            | 14 fot         | 125                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 1.3                         | 1.2                           |
|            | 16 fot         | 125                                   | 1 fot                         | 60 %                        | 1.4                         | 1.4                           |
|            | 18 fot         | 125                                   | 2 fot                         | 60 %                        | 1.6                         | 1.4                           |
|            | 20 fot         | 125                                   | 2 fot                         | 60 %                        | 1.8                         | 1.6                           |
|            | 22 fot         | 125                                   | 2 fot                         | 60 %                        | 2.0                         | 1.8                           |
|            | 25 fot         | 125                                   | 2 fot                         | 60 %                        | 2.3                         | 2.1                           |
| 30 fot     | 125            | 2 fot                                 | 60 %                          | 2.7                         | 2.5                         |                               |

1. Den årliga användningstiden som använd vid beräkning av timkostnaden för maskinen.





## JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik...

... är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik. Vårt arbete ska ge dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vill du få fortlöpande information om aktuell verksamhet och nya publikationer från JTI?

Varje vecka skickar vi ut aktuella *webbnotiser* om aktuell forskning och utveckling, gå in på [www.jti.slu.se](http://www.jti.slu.se) för att anmäla dig (tjänsten är gratis).

Det tryckta nyhetsbrevet *Axplock från JTI* tar främst upp ämnen som rör lantbruk och industri, kommer ut tre gånger per år och är gratis.

Du kan också prenumerera på *JTI-informerar*, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö.

Vill du fördjupa dig ytterligare finns *JTI-rapporterna*, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

*JTI-rapporterna* och *JTI-informerar* kan du beställa som lösnummer från JTI eller hämtar hem gratis som pdf-filer från vår webbplats. Där hittar du också aktuella prislistor m.m.

*För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m., kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):*

tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00

e-post: [bestallning@jti.slu.se](mailto:bestallning@jti.slu.se)



**JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik**

JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Box 7033, 750 07 UPPSALA      Telefon: 018 - 30 33 00

Besöksadress: Ultunaallén 4      Telefax: 018 - 30 09 56

Webbplats: [www.jti.slu.se](http://www.jti.slu.se)      E-post: [office@jti.slu.se](mailto:office@jti.slu.se)