

# Satelliter och flyg

## lyfter jordbruket till nya höjder

Av Per Frankelius

**Inför vårbruket 2013 lanserade Väderstad-Verken såmaskiner som kommer ihåg var varje bill sått och som stänger av sektion för sektion allteftersom de kör in över en kil av redan sådd gröda. Precisionen är på centimeternivå. I september visades ännu en nyhet: ett system baserat på iPad i patentsökt robust hållare med anpassade kontrollknappar, berättar Crister Stark. Jordbrukssektorn är mitt inne i en högteknologisk revolution som har flera kopplingar till både rymd- och flygteknologi.**

Den ekologiska lantbrukarens dröm, redskap som automatiskt luckrar exakt mellan två plantor, är redan verklighet. I dag kan man också placera gödning precis och bara där det behövs. Obemannade flygplan och helikoptrar övervakar, och gör insatser på, varje liten del av åkern. Här följer några huvuddrag i precisionsjordbrukets utveckling.

### GPS-teknologin i jordbruket

Efter att ryssarna skjutit upp Sputnik den 4 oktober 1957 tog "rymdkapp-löpningen" fart. I National Aeronautics and Space Act – dokumentet som lade grunden till NASA 1958 – skrevs att ett av satsningens åtta mål var att bereda väg för civila applikationer.

1969 föreslog vd i Aerospace Corporation, Ivan Getting, ett satellitbaserat navigationssystem. Men president Nixons vetenskaplige rådgivare Lee duBridge var skeptisk. Efter flera veckors övervägande sa han nej med motivet att det var för många organisationer som skulle behöva samsas. 1972 hade US Navy och USAir Force inlett egna initiativ. Bradford Parkinson, överste i US Air Force, ledde Joint Program Office (JPO) och lyckades

under en helg 1973 få parterna att samordna insatserna.

I juni 1974 beslutade JPO att Rockwell International skulle få bygga systemet, Global Positioning System (GPS). I februari 1978 testades en prototyp efter att första satelliten, NavStar, skjutits upp. 1994 var systemet i drift med 24 satelliter.

I april 1995, efter 12 miljarder investerade dollar, ansågs systemet klart. Dock hade man tidigt lagt in funktionen "selective availability" som gjorde att civila användare inte fick lika exakta och kontinuerliga signaler. Efter att ett koreanskt plan flugit vilse och blivit nedskjutet av ryska armén 1983 lovade president Reagan att man skulle vara mer generös med signalerna. Efter påtryckning från lobbygrupper beslutade slutligen president Clinton att släppa signalerna helt fria, vilket skedde 2 maj 2000. Precisionen var nu 15–20 meter.

Man insåg tidigt möjligheterna med GPS i jordbruket. Montana State Univer-

Med infraröd kamera kan man få fram bilder som visar variationer i grödors hälsotillstånd.





Alla lantbrukare vet att olika delar av ett fält varierar i flera avseenden.

sity hade 1986 börjat fundera på ett GPS-baserat system för att anpassa gödning på det mest biologiska och kostnadseffektiva sättet. Försöket genomfördes i augusti 1990 nära Power i Montana.

Men inte minst jordbruket behövde bättre precision. Vid Stanfords GPS-laboratorium gjordes försök med pseudoliter ("pseudo-satelliter"), sändare på marken som kompletterar satelliterna. En teknik, utvecklad av TAU Corporation i Los Gatos och Magnavox i Torrance, kom att kallas "differential GPS" (DGPS) där fasta stationer med känd position korregerar GPS-signalerna. Precisionen blev 1 meter. 1992 genomförde agronomen Mitch Schefcik och elektronikexperten William Bauer i Nebraska experiment att med DGPS styra bekämpningsmedel för sockerbetor.

En förfinad teknologi, med snabbare uppdatering, var Real-Time Kinematic (RTK) som kommersialiserades av Trimble i Sunnyvale med start 1992. Nu

uppnåddes, genom att använda dubbla frekvensband, precisionen ca 2 cm.

### Nya teknologikombinationer

Den första produkten för att mäta skördeutbytet under gång var Yield Monitor 2000, som efter flera prototyper lanserades 1992, dock utan ihopkoppling med GPS. Al Myer hade fått idén redan 1986 och grundade Ag Leader Technology för att kommersialisera sin uppfinning. Spannmålsflödet mättes med en "full plate impact sensor".

Några framsynta lantbrukare – precisionjordbrukets pionjärer – började anamma och utveckla kombinationer av de nya teknologierna. I september 1992, ett år efter Kuwaitkriget, skrevs en artikel i *Seattle Times* om lantbrukaren John Ruth vid Amana Farms. Genom att använda en sensor på tröskan som läste av skördeutbytet varannan sekund allteftersom tröskan gick framåt – i kombination med kartprogramvara, en databas och



2005 inleddes försök med flygplanet SmartOne. Syftet var att ta fram fotokartor över ogräsförekomst eller skillnader i kväveinnehåll. JTI, SLU och Lantmännen låg bakom projektet. SmartPlanes AB i Skellefteå tog produkten till marknad. Några "early adaptors" anskaffade första generationen av systemet 2008. Numera är tredje generationens system i drift – över hela världen.

"the same satellite system that navigated troops through the Kuwaiti desert", som han själv uttryckte det – kunde han se exakt hur mycket havreskörd en viss del av åkern gav. Traditionellt hade man bara analyserat vad hela fält gav.

Med GPS blev också autostyrning möjlig. Från början kom indikatorsystem där

föraren själv justerade med ratten med hjälp av en rad av lysdioder. Autopiloter på traktorer lanserades sedan i Australien 1997 av företaget Beeline. Traditionellt används käppar för att traktorföraren ska kunna sikta rätt på fälten. Med autostyrning kan man minska felkörning med 10 procent.



Artikelförfattaren Per Frankelius är docent vid Linköpings universitet.

Begreppen för den nya jordbruksmetoden var satellit, prescription, precision eller sitespecific farming. Med tiden kom precision agriculture att dominera. Grundtanken är att om man för varje liten del av fältet har viktig information kan man anpassa och rikta insatser såsom sådjup, gödning, bekämpningsmedel m.m. med precision. Exempel på koordinatsatt information kan vara biomassamängden i växande gröda, mognad, förekomst av ogräs eller insekter samt halt av kväve, fosfor, kalium, kalk, koppar och magnesium. Även markfukt, jordsammansättning (inkl. mullhalt), jordpackning och förstås skörden per ytenhet – inte bara mängden utan också sådant som fukt- och proteinhalt – kan vara av intresse.

### Innovationernas spridning

Spridningen av precisionsjordbruk gick långsamt i början, och det hade sina skäl. Systemen var krångliga och dyra. Hopkok

gjordes av olika delsystem som hade svårt att samverka.

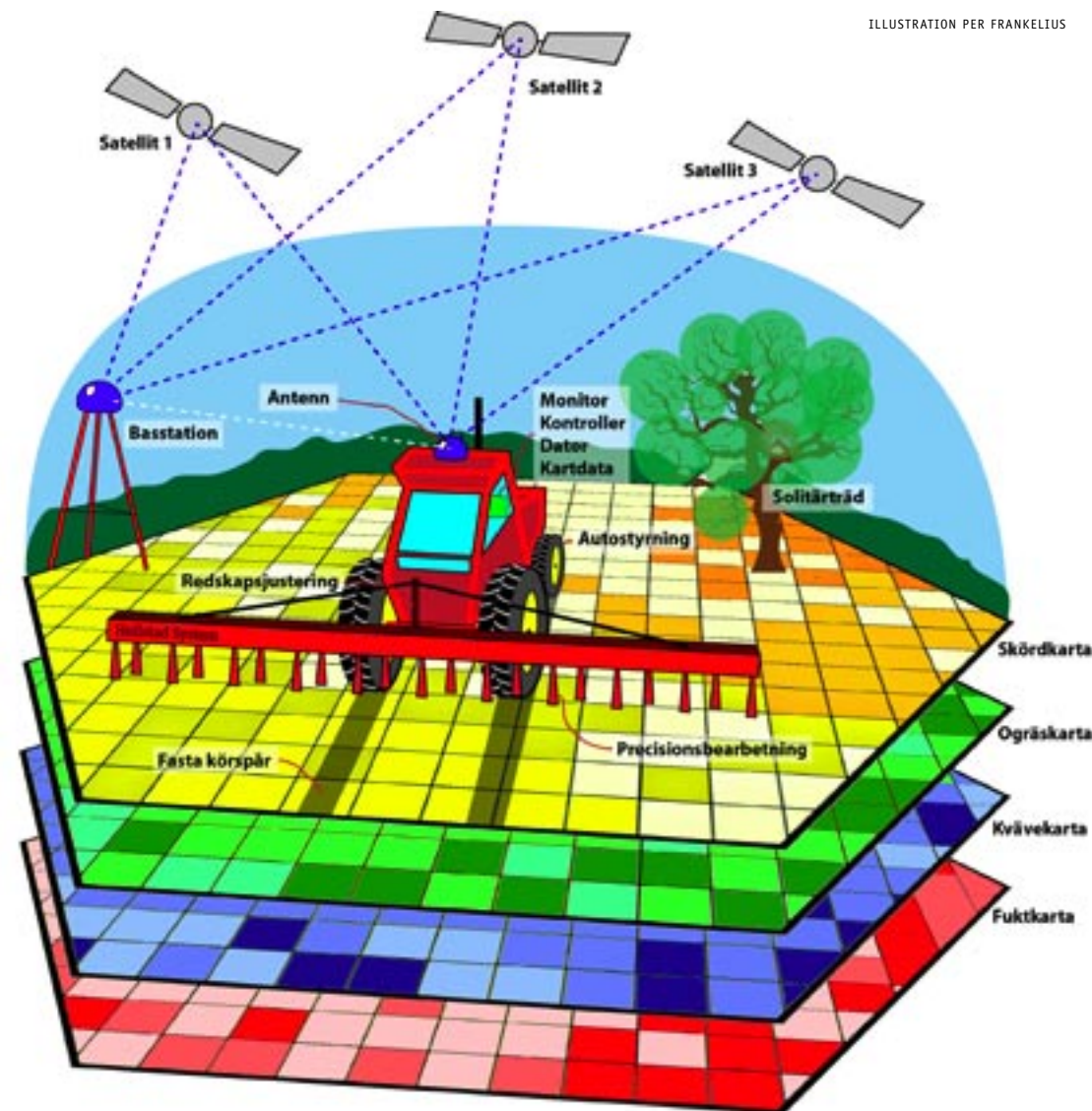
Teknik och användarvänlighet förfinades med tiden samtidigt som priset gick ner. Rockwell lanserade ett allt-i-ett-paket 1996 (deras "Vision System") bestående av GPS-antenn, monitor, kontroller och programvara för skördekartering, fältnavigering och anpassning av fältinsatser. Nyckeln till framgång har varit kundkännedom, att involvera slutanvändare och omvandling av kundkännedom till rätt kunderbudanden som sedan kommuniceras professionellt. Innovation kan definieras som "något radikalt nytt som vinner insteg i samhället". Marknadsföring spelar alltså stor roll för att realisera innovationer.

I Sverige började skördekartering att diskuteras 1994. GPS användes också tidigt för att styra rätt vid körning efter fasta körspår. Den tekniken (Controlled Traffic Farming) innebär att med autostyrning alltid köra på exakt samma ställe på fältet och därför undvika markpackning på resten av fältet.

Torbjörn Djupmarker och hans son Johan på Hedåkers Säteri var pionjärer när det gäller att kombinera skördekartering och växtodlingsprogram med GPS. De startade företaget DataVäxt 1996. Omkring år 2000 köpte de en GPS-antenn avsedd för båtar och kopplade samman ett system för automatisk analys av exempelvis gödningsgiva. På deras gård såg också Sveriges första autostyrda tröska dagens ljus, med teknologi från Trimble.

2005 hade 15 procent av alla amerikanska lantbrukare GPS på sina traktorer eller tröskor. Genom det kunde de spara 5 procent av såväl gödningen som bekämpningsmedel.

Med facit i hand vet vi att GPS-baserade applikationer kom att bli många, exempelvis förarlösa traktorer. Av stor betydelse har sektionsavstängning (och variabel tilldelning) på såmaskiner, gödnings-spridare eller sprutor haft. GPS kom



Precisionsjordbruket bygger på att varje liten del av fältet har sin egen adress och därmed kan analyseras och bearbetas individuellt. Genom autostyrning och sektionsavstängning av redskap är det inga problem att exempelvis parera ett vackert solitärträd. Precisionsjordbruket gör det alltså möjligt att öka avkastningen samtidigt som man stärker kulturmiljöer.

också att bli centralt för att analysera objekt på gårdar: staket, brunnar, dräneringar, byggnader, rörsystem för bevattning, våtmarker, gränser till grannar samt kulturella objekt såsom stenrösen eller fornminnen.

### Flyget kommer mer och mer

De flesta tänker nog på longitud och latitud när man talar om GPS. Men det är

också möjligt att få höjddata (altitud) med ca 5 cm noggrannhet. GPS är dock bara en av flera nyttor med satelliter. Bilder med information om mark och grödor är nog så viktigt. Men i de här sammanhangen kan flyg vara bättre än satelliter.

Flygfoto används sedan länge för analys av växtlighet eller vattensituation m.m. 2009 lanserades i Sverige också flygplansbaserad höjdkartering av landets



Med ökad precision är det möjligt att värna den biologiska mångfalden på sätt som tidigare inte varit möjligt.

yta. Genom laserpulser och beaktande av vegetationstyp fås nära nog perfekta höjdkurvor för landskapet. 2015 ska hela landets yta vara karterad. Höjddata är viktigt för analys och behandling av bevattning och dränering.

Utveckling pågår av obemannade flyg-

Medins Maskin och Gårdshjälp på Vikbolandet täckdikar sedan 2012 med GPS i kombination med höjddata. Under 2013 anskaffades en radio- och GPS-styrd helikopter som främst används för fotografering av gjorda täckdikningar. Markus Medin förklarar: "Den runda lilla 'pucken' som sitter längst upp på en liten mast är GPS-mottagaren som gör att helikoptern kan flyga en förprogrammerad rutt och sedan landa inom 40 cm från vart den startade helt automatiskt samtidigt som jag följer kamerabilderna live på en monitor från marken alternativt i videogoggles (glasögon med inbyggd tv-skärm)."

farkoster som kan analysera odlingar och värna för t.ex. utbrott av skadeinsekter, svampangrepp och ogräs. IT-visionären Christer Svensson har i dialog med FOI, SGI, SGU, FMV, SAAB SLU och Jordbruksverket diskuterat möjligheten att använda flygbaserade sensorer för att kartlägga markpackning och dräneringsystem. Under ett seminarium på Vreta Kloster 14 december 2012 berättade Lars Sjöström på SAAB att man från flygande farkoster kan få bilder av jordens beskaffenhet även en bit under jordytan – en teknik som utvecklas för minröjning.

Flygplan kan också mäta kvävehalten. Kvävesensorer monterade på traktorns tak som läser av klorofyllhalten i växande grödor finns sedan flera år. Lantbrukaren Axel Lagerfelt på Tolefors gård tillhör dem som funderat på att i stället använda flygfarkoster som bärare av sådana sensorer. SmartPlanes AB arbetar på detta.



Kvaliteten på malkornet avgör ölets kvalitet och korn med hög proteinhalt betingar ett högre pris. Det är idag möjligt att i tröskan genom speciella sensorer sortera malkorn efter proteinhalt och tömma olika kvaliteter i olika vagnar för olika kundtyper.

I framtiden lär vi se mer av flygfarkoster över åkrarna. Intressanta teknikbolag som CybAero i Linköping, Intuitive Aerial i Norrköping och SmartPlanes i Skellefteå driver på och kundintresset ökar.

### Betydelsen för samhället

Tillgången på jordbruksmark är knapp och ständigt under attack från intressen utanför jordbruket. Visserligen skulle man kunna odla upp ny mark eller ta i

Behovet av jordbruksprodukter kommer öka radikalt de kommande 30 åren. Om inget görs kan vi enligt Nobelpristagaren Dan Shechtman förvänta oss radikal ökning av matpriser med stora flyktingströmmar och till och med krig på vår kontinent och på andra håll som följd.



FOTO PER FRANKELIUS



Högteknologin kräver finansiell styrka och inlärningsförmåga. Långt ifrån alla har tid, pengar och kunskap för att ta till sig precisionsjordbruk. Risken finns för utslagning av mindre lantbruk. Dock kan information via organisationer som AgroVäst och Hushållningssällskapen bidra till att den nya metoden får så bred spridning som möjligt.

bruk tidigare nedlagd åkermark, men globalt sett är jordbruksmarken relativt svår att öka. Samtidigt kommer behovet av livsmedel att öka med 75 procent fram till 2050. Därtill kan läggas ökat behov av foder, energigrödor och fibrer. Som om allt detta inte vore nog: behov finns också av att värna naturen, att skapa ett hållbart jordbruk.

För att möta dessa utmaningar krävs innovation. Med precisionsmetoder kan man öka avkastningen. Det också möjligt att minska bränsleförbrukningen, reducera mängden bekämpningsmedel och inte minst uppnå nära nog perfekt näringsbalans i jordarna. Jordbrukaren kan också öka sin lönsamhet genom att t ex minska kostnaderna för insatsvaror.

Jordbruket är en framtidsbransch. Låt oss ta Kalifornien som exempel. Där finns Silicon Valley och Hollywood. Men den

ekonomiskt viktigaste näringen är faktiskt jordbruket. Flygteknologi kan lyfta denna globala bransch till nya höjder. Men för att lyckas måste vi nog forska mer om innovation från ett användarperspektiv. Det är slutanvändarnas behov, intresse, kunskap och betalningsförmåga som allra mest avgör om innovationer blir verklighet, det vill säga om nya koncept vinner insteg på marknaden. ■

*Källor: se sida 192.*

#### Per Frankelius

Docent vid Linköpings universitet. Hans forskning handlar om innovation, marknadsföring och omvärldsanalys. Nyligen fick han patent på en precisionsharv.

## APPENDIX

Källförteckning till artikeln "Satelliter och flyg", sidan 94:

Steven J. Dick och Roger D. Launius: "Introduction". I Steven J. Dick och Roger D. Launius (Red.): Societal Impact of Spaceflight. Washington: National Aeronautics and Space Administrations (NASA), 2007, s. IX–XV.

Bradford W. Parkinson: "Introduction and heritage of NAVSTAR, the Global Positioning System". I Bradford W. Parkinson och James J. Spiker, Jr. (Red): Global Positioning System: Theory and Applications. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996, s. 3–28.

Rick W. Sturdevant: "NAVSTAR, the Global Positioning System: A Sampling of Its Military, Civil, and Commercial Impact". I Steven J. Dick och Roger D. Launius (Red.). Societal Impact of Spaceflight. Washington: National Aeronautics and Space Administrations (NASA), 2007, s. 331–352.

Carolyn Peterson: Precision GPS Navigation for Improving Agricultural Productivity. GPS World vol. 2, nr 1 (Januari 1991), s. 38–44.

Carole Sugarman: Cultivating Change: High-Tech Could Transform Heartland, Seattle Times, 10 september 1992.

John Deere: broschyr för 6030-serien.

Per Frankelius: Questioning two myths in innovation literature, Journal of High Technology Management Research, vol. 20, nr 1, 2009, s. 40–51.

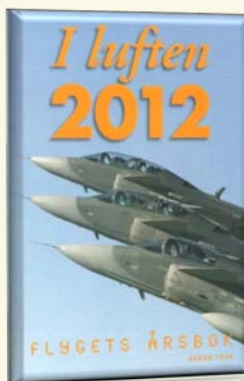
Associated Press: "GPS Goes Down on the Farm – Technologies Can Help Some Farms Cut Costs", 29 november 2004, MSNBC, <http://www.msnbc.msn.com/id/6608881/> ( 2 augusti 2013).

High Level Expert Forum: How to Feed the World in 2050. Rom: Office of the Director, Agricultural Development Economics Division Economic and Social Development Department , 2009.

# Komplettera samlingen

1 årgång 295 kr    2 årgångar 395 kr    3 årgångar 595 kr

Priserna gäller inom landet. Moms och frakt ingår.



**flygboken.se**

Tel 08-611 8300 • Fax 08-28 72 00 • [order@flygboken.se](mailto:order@flygboken.se)