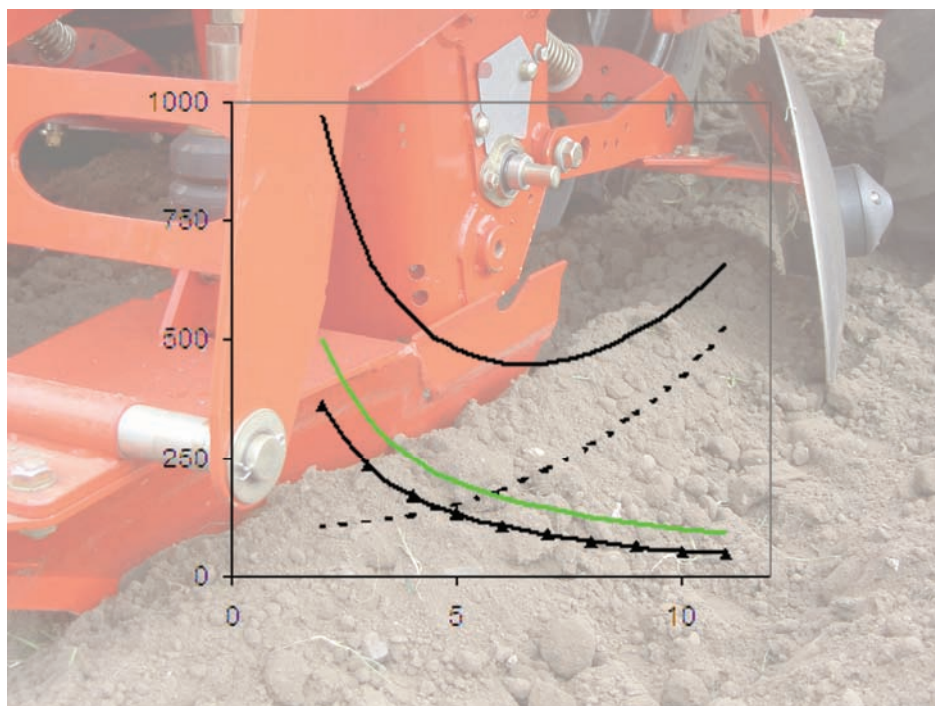


# Maskinkostnader i potatisodling

*Machinery costs in potato production*

Fredrik Hallefält & Johan Nilsson



I denna serie publiceras kompendier och meddelanden från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publikationer finns på [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se).

The issues in this series of publications are listed at [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se).

**Fredrik Hallefält** är forskningsingenjör vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik.

**Johan Nilsson** är forskningsassistent vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik.

## **FÖRORD**

Maskinkostnader står för en stor del av potatisodlingens totala kostnader. Samtidigt är maskiner en förutsättning för effektivitet i produktionen. Maskinernas kapacitet är avgörande för antalet arbetstimmar och för att hinna utföra odlingsåtgärderna i rätt tid utan att produktkvaliteten blir lidande. Noggrann maskinplanering kan hjälpa odlaren till ökat odlingsnetto.

Detta kompendium redovisar grunderna i maskinkalkylering och lyfter fram verktyg för att effektivisera gårdens maskinanvändning. Vår förhoppning är att ge värdefulla tips för den som är väl insatt i potatisproduktionens maskinplanering, men också ge övriga en inblick i hur man kan arbeta för att skapa en kostnadseffektiv maskinpark på potatisgården.

Finansiering av detta projekt har skett genom SydSvensk Potatisforskning (SSP).

Alnarp i december 2006

Håkan Schroeder



## SAMMANFATTNING

Maskinkostnaderna står för en stor del av jordbrukets totala kostnader och kostnaden för maskiner har ökat mer de senaste 30 åren än intäkterna från produkterna. För att öka odlingens ekonomiska netto är det god idé att se över gårdens maskinsystem och maskinkostnader. Inom potatisproduktionen står maskinkostnaderna för en större del än inom växtodling i genomsnitt.

Syftet med denna rapport är att öka kunskapen om maskinkostnader, maskinsystem och maskinsamverkan för potatisproduktion, samt att lyfta fram verktyg för att kvantifiera de ekonomiska effekterna av olika alternativ. Första delen ger därför allmän teori om maskinkalkylering, medan andra delen ger tips om hur effektivisering och samverkan kan ske, samt metoder för att värdera olika maskinstrategier.

Grundläggande för maskinplanering är att skilja på fasta och rörliga kostnader. Fasta kostnader är oberoende av om och hur mycket en maskin används, medan den rörliga kostnaden ökar ju mer maskinen används. Därför påverkas de olika av olika förändringar i maskinanvändning. För att sänka de fasta kostnaderna per produktionsenhet krävs ökad produktion. För att sänka de rörliga kostnaderna behöver kapaciteten ökas. Kort sagt ska maskinerna användas på stor areal under kort tid för att minimera kostnaden.

Val av maskiner påverkar inte bara maskinkostnaden utan även arbetskostnad och läglighetskostnader. Därför bör alla dessa kostnader ingå i analys av maskinsystem för att kunna hitta den ekonomiskt optimala maskinparken. Läglighetskostnaderna är svåra att kvantifiera. En alternativ metod är att bedöma antalet tillgängliga timmar för odlingsåtgärden.

Fältens storlek, form och placering har stor betydelse för kapaciteten och därmed de rörliga kostnaderna. Potatisodlingens stora utsädes- och skördemängd ställer andra krav på fältets längd än för övriga grödor. Högre kostnader för insatsmedel ökar vikten av minimerad överlappning. Breda körspår kan öka kapaciteten och öka produktkvaliteten, samtidigt som investeringskostnader för radodlingshjul kan minskas.

Minskning av de fasta kostnaderna kan göras genom att öka arealunderlaget. Alternativ till att utöka den egna produktionen kan vara olika former av maskinsamverkan. Olika metoder för känslighetsanalys kan vara användbara verktyg för att bedöma hur olika strategier påverkar den egna ekonomin.

Slutligen ges tips på hur enskilda odlingsåtgärder kan effektiviseras för att ge sänkta maskinkostnader. Precisionsodling ger nya möjligheter att effektivisera användningen av insatsmedel, som därmed kan ge lägre rörliga kostnader. Näringstillförseln till potatis har också stor inverkan på produktkvaliteten, vilket gör att platsspecifik tillförsel av gödsel kan öka intäktssidan, speciellt för produkter där kvaliteten har stark påverkan på priset.

## SUMMARY

Machinery costs are a significant part of the total costs on a farm and machinery costs have increased faster than the value from production the last 30 years. To increase the profit from plant production, it is a good idea to pay attention to the machinery system and machinery costs on the farm. For potato production, machinery costs is a bigger fraction of the total costs than in plant production in general.

The objective of this report is to enhance knowledge about machinery costs, machinery systems and co-operation of machinery in potato production. The report presents different methods to quantify the economical effects of different alternatives. The first part gives basics in calculation of machinery costs. The second part shows how to improve machine efficiency and how co-operation of machinery can be done. A method to evaluate different machinery strategies is presented.

Basic knowledge in calculation of machinery costs is to distinguish between fixed and running costs. Fixed costs are independent of if, and to what extent, a machine is used, whereas running costs increase the more hours or hectares the machine is used. Depending on if a cost is fixed or running, different changes in machinery use will affect the cost in different ways. To decrease a fixed cost, you need to increase production. To decrease a running cost, you need to improve capacity. In short, a machine should be used on as many hectares as possible, but for as short time as possible.

Choosing machinery influences not only machinery costs, but also costs for labor and timeliness costs. Thus, all of these costs have to be considered together to make the economically best machine selection. Timeliness costs are difficult to quantify. An alternative method is to estimate the available hours for each field operation.

Field size, shape and location are of main importance for capacity, hence also of importance for the running costs. The heavy amounts of seed and harvested products in potato production will make the optimal field length different from other crops. Higher input costs will raise the importance of minimizing overlap. Wide tracks for each tramline can increase capacity and improve product quality, and also decrease costs for crop row tires.

Increased production is the way to decrease fixed costs per produced unit. Alternatives to increase your own production are different forms of co-operation with other farmers. Different methods for sensitivity analysis can be useful tools to compare different strategies in machinery selection.

Finally, the report shows different ways to improve single field operations. Precision agriculture gives new possibilities for effective use of inputs, i.e. decrease the running costs. Nutrient supply to the potato crop is of great importance for product quality. Hence, site-specific fertilizing can increase profit, especially in crops where price is strongly influenced by quality.

# Innehållsförteckning

INLEDNING .....	1
BERÄKNING AV MASKINKOSTNADER.....	1
Maskinkostnader .....	1
Arbetskostnad.....	3
Läglighetskostnader .....	3
Optimal maskinkapacitet.....	5
EFFEKTIVISERING AV MASKINSYSTEM I POTATISODLINGEN .....	7
Ökad kapacitet.....	7
Fältets storlek och form.....	7
Undvik gröda på vändteg .....	10
Breda körspår .....	10
Maskinsamverkan och maskinstrategi.....	11
Känslighetsanalys.....	12
Val av maskinstorlek.....	14
Effektivisering av enskilda åtgärder i fält .....	17
Jordbearbetning .....	17
Stensträngläggning .....	17
Kupning.....	17
Sprutning .....	17
Upptagning .....	18
Precisionsodling ger fler möjligheter .....	18
SLUTSATS .....	20
REFERENSER.....	21
Tryckta referenser .....	21
Internetreferenser.....	21





## Inledning

Maskinkostnaderna har blivit en allt mer betydelsefull post i jordbrukarens resultaträkning. Medan avräkningspriset på matpotatis är tre gånger högre idag än för trettio år sedan, är maskinkostnaderna fyra gånger högre och kostnaderna för inhyrda maskintjänster sju gånger högre (Grönwall & Eriksson, 2001). Det svenska jordbrukets årliga inköp av maskiner och redskap är drygt fyra miljarder kronor. Av jordbrukets totala kostnader under 2005 stod maskinkostnaderna för ca 28% (SCB, 2006).

Förändringar i omvärldens förutsättningar kräver anpassning av produktionssystem och eftersom maskinkostnaderna tar en allt större del av lantbrukets utgifter finns det anledning att se över effektivitet och utnyttjande av maskinparken. Effektivare maskinsystem är en betydande faktor för att sänka produktionskostnaderna.

Potatisodlingens specialmaskiner låser en stor del av företagets kapital. Avancerade upptagare ökar underhållskontot. För fabrikspotatisen som produktionsgren står maskinkostnader för ca 37 % av särkostnaderna. Motsvarande för höstveteproduktion är 30 % (Agriwise, www). För potatisproducenten är det alltså extra betydelsefullt att ha koll på maskinkostnaderna.

Syftet med denna rapport är att öka kunskapen om maskinkostnader, maskinsystem och maskinsamverkan för potatisproduktion, samt att lyfta fram verktyg för att kvantifiera de ekonomiska effekterna av olika alternativ.

Första delen tar upp grunderna i maskinkalkylering. Fortsättningen beskriver olika sätt att effektivisera maskinanvändningen samt verktyg för att värdera olika mekaniseringsalternativ. Rapporten ger inte direkt svar på hur stora maskinkostnaderna blir för den enskilda gården. Istället förmedlas tips som kan vara användbara för den som gör egna kalkyler och lägger upp sin egen maskinstrategi. Det är huvudsak potatisodlingens fältmaskiner som behandlas i rapporten, men beräkningsprinciperna kan användas på liknande sätt även för lagerlokaler, sorteringsutrustning etc.

## Beräkning av maskinkostnader

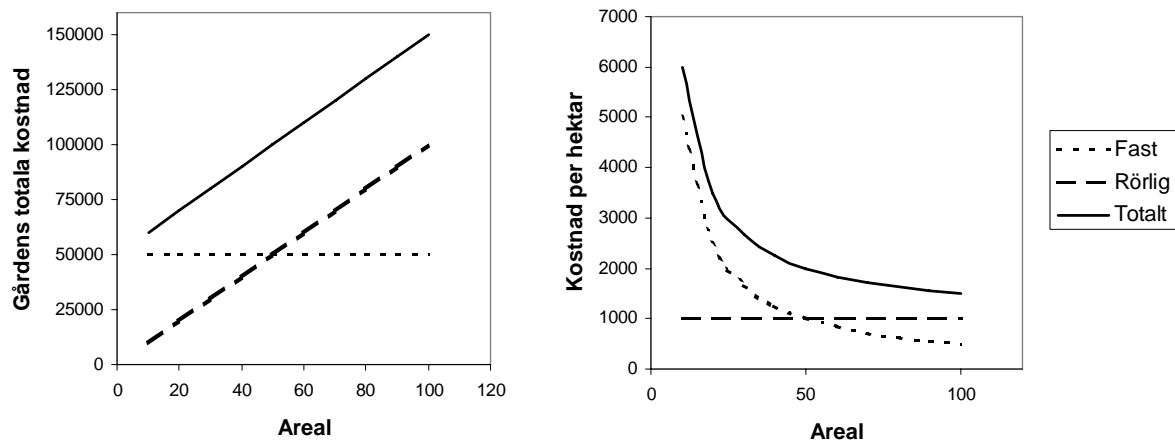
Maskinkostnader är lantbrukarens kostnader för att köpa, använda och underhålla gårdens maskiner. Eftersom maskinparkens kapacitet i stor utsträckning även påverkar arbetskostnader och s.k. läglighetskostnader, bör även dessa tas med i en analys av gårdens maskinsystem och kostnader. Nedan beskrivs kort vad de olika kostnaderna innebär och hur de påverkar maskinplaneringen.

### ***Maskinkostnader***

De huvudsakliga kostnaderna för att hålla maskiner är:

- Värdeminskning
- Ränta
- Försäkring och eventuell skatt
- Förvaring
- Drivmedel
- Underhåll

Kostnaderna delas upp i fasta och rörliga kostnader. Fast kostnad innebär att kostnaden är oberoende av om och hur mycket maskinen används, medan rörlig kostnad stiger i takt med hur mycket maskinen utnyttjas. Enligt ovanstående lista kan värdeminskning, ränta, försäkring och förvaring hänföras till fasta kostnader, medan drivmedel och underhåll är rörliga. Det finns flera exempel på kostnader som inte enbart är fasta eller rörliga. Till exempel kommer värdeminskningen att öka för en maskin som används mycket (dvs värdeminskningen är delvis en rörlig kostnad) och även en maskin som inte används alls kräver ett visst underhåll (dvs underhåll kan vara en delvis fast kostnad). Om en kostnad är fast eller rörlig är avgörande för hur den påverkas av förändringar i maskinutnyttjande. Figur 1 visar schematiskt hur maskinkostnaden påverkas av ökat utnyttjande, beroende på om kostnaden är fast eller rörlig.



**Figur 1. T v** visar hur fasta och rörliga kostnader påverkar gårdens totala kostnad. **T h** visar hur kostnaden per produktionsenhet påverkas av fasta och rörliga kostnader.

Olika rådgivningsorganisationer och maskinstationsföreningar redovisar listor med maskinkostnader för olika maskiner (t.ex. Algerbo & Ohlsson, 2003; Eriksson, 2005). Bakomliggande kalkyler redovisar medelårskostnaden för maskinen. I samband med redovisningen av dessa listor anges vilka förutsättningar och ingångsdata som har använts för beräkningarna. Listorna kan användas som vägledning, men för att få en korrekt bild av den egna gårdens maskinkostnader bör kalkylerna anpassas efter egna förutsättningar.

För att maskinkostnadskalkyleringen ska vara användbar i driftsplaneringen bör man redovisa kostnaden per produktionsenhet, t.ex. kr per ha. För att göra detta behöver maskinens kapacitet beräknas. Den teoretiska kapaciteten beror på maskinens nominella arbetsbredd (d.v.s. avdrag för eventuell överlappning) och framföringshastighet och kan beräknas genom

$$C_t = \frac{S * w}{c}$$

Teoretiska kapaciteten,  $C_t$ , anges i ha/h om framföringshastigheten,  $S$ , anges i km/h och arbetsbredden,  $w$ , anges i meter.  $c$  är då konstant 10.

Den teoretiska beräkningen stämmer med verkligheten om man kör med maskinen på ett oändligt långt, rakt fält i konstant hastighet, och aldrig behöver tanka eller göra några justeringar på maskinen. I praktiken blir det dock både vändningar, tid för inställning och justering, påfyllning av insatsvaror, tömning av skördade produkter samt mindre reparationer i fält. För att ta hänsyn till detta anger man hur stor andel av den totala tiden i fält som används till nyttigt arbete, d.v.s. den arbetstekniska verkningsgraden,  $e$ .

$$e = \frac{\text{tid för nyttigt arbete}}{\text{total tid i fält}}$$

Den effektiva kapaciteten,  $C$ , blir då

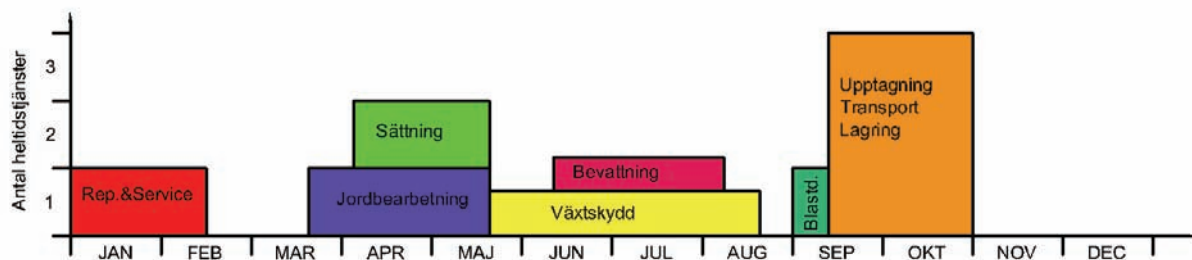
$$C = \frac{S * w}{c} * e$$

Beroende på typ av maskin kan den arbetstekniska verkningsgraden i praktiken variera mellan ca 50 – 90 %. Typiska värden för plog är ca 85 %, medan det för en potatisupptagare kan vara 60 %. Värdet skiljer från gård till gård och från fält till fält. T.ex. beror antalet vändningar på arbetsbredd samt fältets form och storlek. För noggranna beräkningar bör kalkylering av maskinkapacitet anpassas till den enskilda gården och justeras för olika alternativ i driftsplaneringen.

### Arbetskostnad

I arbetskostnaden ingår bruttolön och arbetsgivaravgift alternativt sociala avgifter. Dessutom tillkommer försäkringspremier, kostnad för sjukfrånvaro, skyddskläder etc. I beräkningarna bör man också ta hänsyn till att personalen inte kan arbeta effektivt på fältet 100 % av arbetstiden, utan en del tid går åt för t.ex. fortbildning, information, planering och administration. Arbetskostnaden per tidsenhet är oberoende av vilka maskiner som används, men maskinkapaciteten avgör hur många arbetstimmar som krävs för att utföra arbetet vilket påverkar arbetskostnaden per hektar.

Det är speciellt viktigt att arbetskostnaden ingår i analys av maskinsystemet om det finns alternativ sysselsättning för personalen. Arbetskostnaden blir då en rörlig kostnad. Även om man ser arbetskostnaden som en fast kostnad är det bra att beräkna arbetsbehovet på gården för att se till att personalens arbetstimmar räcker till. Inom lantbruket är det vanligt med säsonsarbete och arbetstoppar. Om arbetsbehovet beräknas för varje vecka eller månad på året kan driftsledaren bedöma behovet av personal för olika tidpunkter på säsongen. God planering kan minska kostnaden för extra personal och övertidsarbete.



Figur 2. Exempel på arbetsbehov under säsongen inom potatisproduktion.

### Läglighetskostnader

Tidpunkten då olika fältarbeten utförs påverkar i hög grad grödans avkastning. T.ex. resulterar senare sättdpunkt i kortare vegetationsperiod, vilket ger lägre skörd. Allt för sen upptagning kan ge skador på knölnarna, vilket resulterar i kvalitetsavdrag med minskad ekonomisk avkastning som följd. Läglighetseffekten är alltså (oftast) ingen verklig kostnad, utan snarare minskning av intäkt. Denna minskning av intäkt kan hanteras som en kostnad och kallas därför för läglighetskostnad. Läglighetseffekten varierar mycket från år till år. Detta innebär att beräkningar som tar hänsyn till läglighetseffekten endast lämpar sig för medelårskalkyler

(Axenbom *m.fl.*, 1988). Den stora variationen innebär också att det är svårt att få fram säkra data för hur stor läglighetskostnad som man ska räkna med.

Axenbom *m.fl.* (1988) förenklar läglighetseffekten till ett linjärt förhållande mellan avkastning och tid från optimal tidpunkt, och redovisar siffror på läglighetseffekt för sättnings- och upptagning av potatis. För att beräkna hur många dagar olika fältarbeten tar, redovisas även värden för sannolikheten för tjänlig väderlek. En sammanställning av dessa värden finns i Tabell 1. Genom nedanstående samband beräknas den sammanlagda läglighetskostnaden, *LK*.

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

där *L* är läglighetseffekten per dag, *A* är arealen och *T* är antalet dagar – 1 som det tar att utföra fältarbetet.

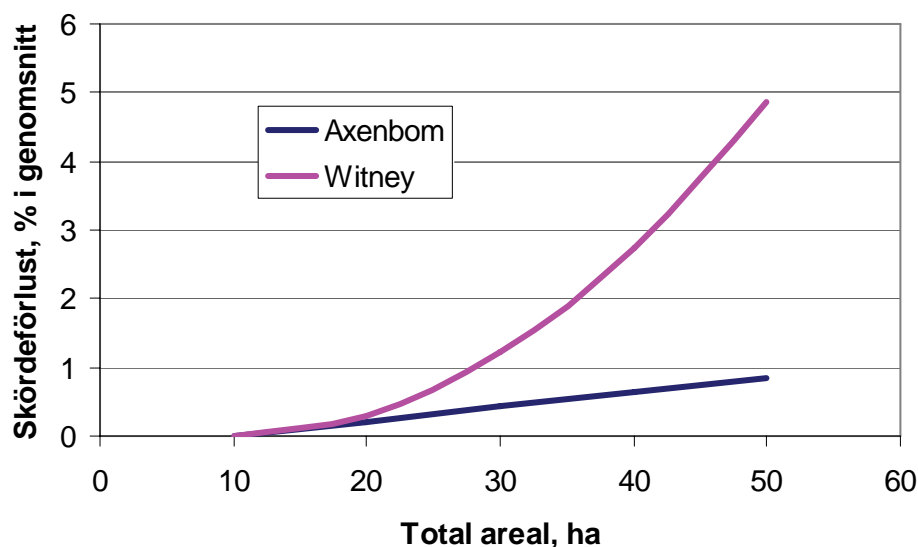
**Tabell 1. Sammanställning av data om läglighetseffekt från Axenbom *m.fl.* (1988)**

Produktionsområde	Sannolikhet för tjänligt väder		Läglighetseffekt, kg/ha, dygn	
	Vårbruk,sättnings	Upptagning	Vårbruk,sättnings	Upptagning
Gss	67	63	115	100
Gmb	72	78	115	110
Gns	73	66	115	110
Ss	73	68	140	120
Gsk	67	56	110	110
Ssk	72	69	140	120
Nn	71	66	140	120
Nö	72	69	140	120
Genomsnitt, landet	71	67	127	114
Gss	Götalands södra slättbygder			
Gmb	Götalands mellanbygder			
Gsk	Götalands skogsbygder			
Gns	Götalands norra slättbygder			
Ss	Svealands slättbygder			
Ssk	Svealands skogsbygder			
Nn	Norrländ nedre			
Nö	Norrländ övre			

Witney (1995) beskriver istället läglighetskostnaden med parabelfunktionen

$$y_{ov} = \frac{K_{t2} * (t_2 - t_1)^2}{3}$$

där  $y_{ov}$  är den totala läglighetskostnad i % av optimal skörd,  $K_{t2}$  är läglighetskoefficienten,  $t_1$  är dagen då arbetet startar och  $t_2$  är dagen då arbetet avslutas. För sättnings- och upptagning av potatis anges  $K_{t2}$  till  $9,13 * 10^{-3}$ . Några värden för läglighetseffekt vid upptagning redovisas inte.



**Figur 3. Jämförelse av värden för läglighetseffekt vid sättning av potatis mellan Axenbom *m.fl.* (1988) och Witney (1995). I exemplet har följande antagande gjorts: skördenivå 30 ton/ha, maskinkapacitet 10 ha/dag, läglighetseffekt "Axenbom" 127 kg/dag, ingen hänsyn tagen till väderlekens tjänlighet.**

I Figur 3 framgår det att olika värden och modeller för att beräkna läglighetseffekten ger skilda resultat, vilket tyder på att beräkningen blir osäker. Dessutom saknas värden för att beräkna läglighetseffekten för flertalet arbetsmoment på potatisfältet. En annan väg att gå för att ta hänsyn till lägligheten är att sätta upp värden för det genomsnittliga antalet tillgängliga timmar i fält för olika arbetsmoment (se nedanstående exempel). Värdet används sedan i maskinplaneringen genom att dimensionera maskinkapaciteten så att man inte överskrider de tillgängliga timmarna i fält. Antalet tillgängliga timmar får bestämmas utifrån erfarenheter och förutsättningar från den enskilda gården, eftersom kvalitetskrav, väderlek, markens bärighet etc. varierar.

*Exempel:*

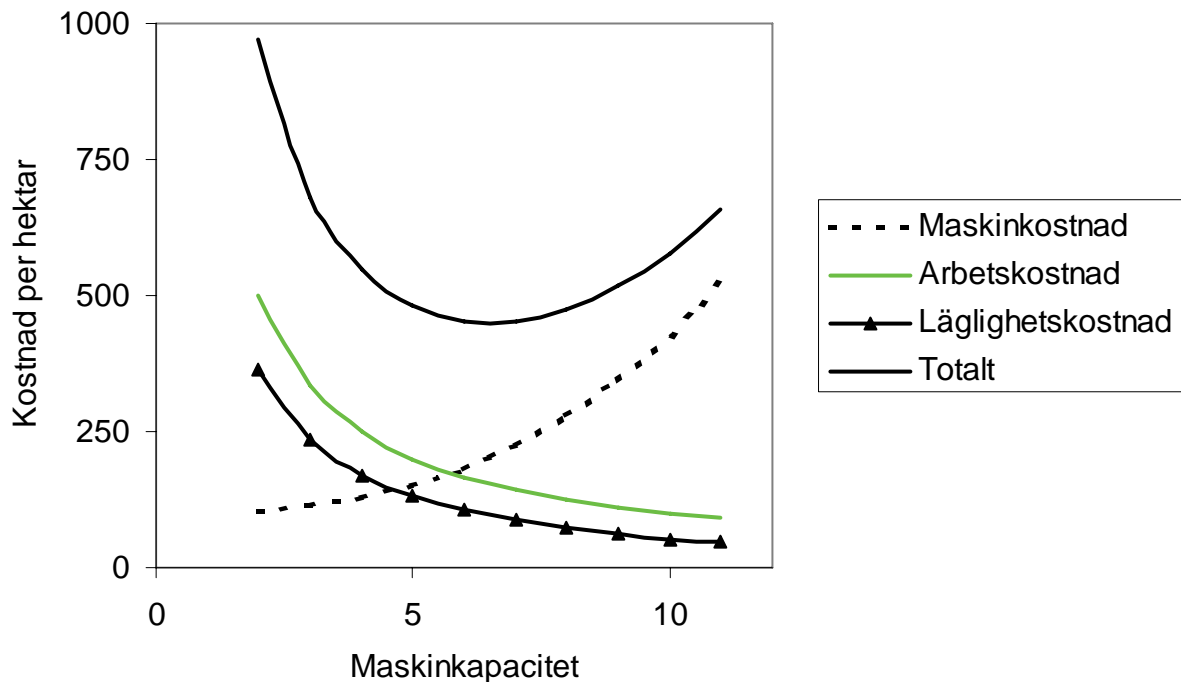
*Ungefärligt antal tillgängliga timmar för sättning av potatis kan vara ca 80 tim/år. Med en fyrradig sättnare, med en effektiv kapacitet på 0,7 ha/tim, hinner man ca 56 ha/år. Motsvarande siffror för potatisupptagare kan vara 300 tim/år. En enradig maskin med kapaciteten 0,15 ha/tim klarar 45 ha per år.*

*Bladmögelbekämpningar kan behöva göras ungefär var sjunde dag under sommaren. Hela potatisarealen behöver alltså hinna sprutas inom sju dagar. Vid sprutning får potatisblasten inte vara fuktig, vilket gör att man inte kan spruta för tidigt på morgonen eller för sent på kvällen. Med hänsyn både till bekämpningseffekt och till miljö kan man inte heller spruta vid för höga vindhastigheter. Eftersom det brukar blåsa mer mitt på dagen, har man bara några få timmar på sig att utföra bekämpningen. Dessutom kan man inte räkna med att vädret är tillfredsställande alla dagar. Anta att man kan spruta två timmar på morgonen, två timmar på eftermiddagen, tre av sju dagar. Totalt blir det då 12 timmar tillgängligt för varje behandling. Med kapaciteten 8 ha/tim blir det möjligt att hinna med 96 ha.*

### **Optimal maskinkapacitet**

Ökad maskinkapacitet kostar mer men gör att arbetskostnaden minskar. Ökat arealunderlag minskar de fasta maskinkostnaderna per hektar men kan göra att läglighetskostnaden ökar. Sambanden gör att maskinkostnad, arbetskostnad och läglighetskostnad ska vägas samman för

att fastställa den ekonomiskt optimala maskinkapaciteten för gården (Figur 4). Optimal maskinkapacitet erhålls när den totala kostnaden minimeras.



**Figur 4. Högre maskinkapacitet på gården ger ökade maskinkostnader, men ger lägre arbets- och läglighetskostnader. För att hitta rätt storlek på maskinerna ska man ta hänsyn till alla tre kostnaderna och finna minimum för den totala kostnaden (ca 6 på x-axeln).**

Ibland kommer flera arbetsmoment att kunna utföras på samma tidpunkt i potatisfältet, speciellt under vårbruket. Ovanstående beräkningsmetod tar inte hänsyn till detta, vilket kan göra att läglighetseffekten kan underskattas. Olika simuleringsmetoder och linjärprogrammering kan användas för att analysera hela gårdens maskinpark. Metoderna är relativt komplicerade att använda och behöver fastställda data för läglighetseffekt. Ett enklare sätt att ta hänsyn till arbetsmoment som överlappar varandra är att sätta upp en tidsaxel över odlingsäsongen där varje fältaktivitet skrivs in. Man får då en överblick som kan visa att tillgängliga resurser räcker till vid alla tidpunkter, både när det gäller arbetskraft och exempelvis traktorer (jämför med Figur 2).

Inom spannmålsodlingen står arealstöd för en relativt stor andel av intäkterna, till skillnad från potatisodlingen där produktens värde står för huvuddelen. Ett högre produktpris gör att den ekonomiska kalkylen påverkas mer av läglighetskostnader, vilket gör att det är viktigare att ta hänsyn till läglighetskostnader i potatisproduktion än i spannmålsproduktion. Med optimal maskinpark i spannmålsproduktion får man godta att t.ex. vart femte år skörda en del med sämre kvalitet. Potatisproduktion med högre produktvärde och hårdare kvalitetskrav ställer alltså högre krav på att ha en maskinkedja med tillräcklig kapacitet.

Förhoppningsvis har kompendiets första del gett läsaren en inblick i hur olika kostnader påverkas av förändringar i produktionen och omvärlden, samt hur maskinkostnad, arbetskostnad och läglighetskostnad påverkas och påverkas av varandra. Det enskilda företagets storlek, struktur och produktionsinriktning är avgörande för att kunna sätta siffror på de olika kostnaderna och därför måste beräkningar göras med den egna gården som utgångspunkt för att finna den optimala maskinkapaciteten.

# Effektivisering av maskinsystem i potatisodlingen

## Ökad kapacitet

Att öka kapaciteten är en viktig faktor för att sänka gårdens totala maskinkostnader. Besparingen uppkommer i första hand p.g.a. att de rörliga kostnaderna (som oftast är beroende av hur lång tid åtgärden tar) minskar. Om kapacitetsökningen även innebär att man hinner med fler hektar under odlingssäsongen, sänks även de fasta kostnaderna.

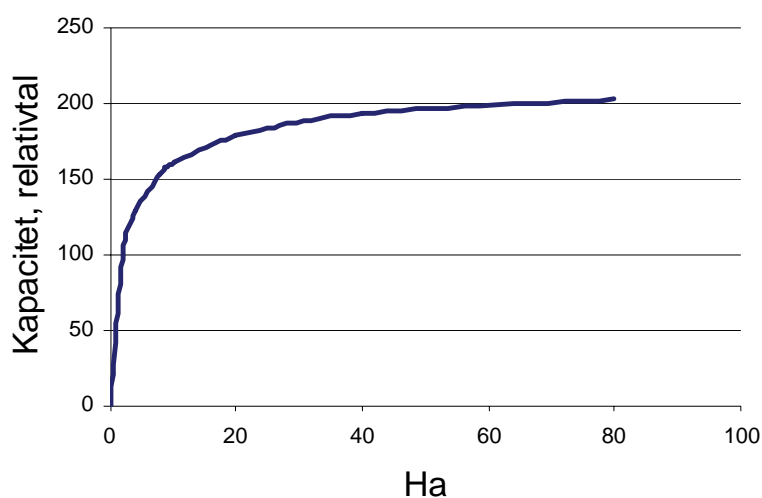
Två faktorer som tydligast påverkar maskinkapaciteten är körhastighet och arbetsbredd. Ökad körhastighet innebär ofta större slitage och underhåll samt ökat effektbehov. Större arbetsbredd innebär dyrare maskininköp. I detta avsnitt berörs några viktiga faktorer för att öka andelen produktivt arbete i fält och därigenom öka kapaciteten, utan att nödvändigtvis öka kostnaderna.

## Fältets storlek och form

Fältstorleken påverkar maskinernas kapacitet genom att spilltid för transporter mellan fälten minskar, likaså tid för utfällning och inställning av redskap, körning av yttersta draget etc (Hallefält, 2005). Antag att denna extra tid för att börja på nytt fält är ca 20 minuter. För små fält blir dessa 20 minuter en större andel av den totala tiden i fält, än för ett större fält. Den arbetstekniska verkningsgraden,  $e$ , blir då lägre, vilket innebär att kapaciteten blir lägre även om det är samma maskin som används på samma sätt i båda fallen (se Tabell 2). Fältets storlek påverkar den arbetstekniska verkningsgraden mer för maskiner med stor arbetsbredd än för små. Kapacitetsökningen vid större fält är inte linjär (se Figur 5), vilket innebär att om man redan har stora fält så kommer inte kapaciteten påverkas nämnvärt genom att öka fältets storlek ännu mer.

Tabell 2. Exempel på hur kapaciteten påverkas av fältstorlek

Fältstorlek (ha)	Nyttigt arbete (min)	Tid för vändning (min)	Tid för förberedelser (min)	Arb. tek. verkningsgrad	Teoretisk kapacitet (ha/h)	Effektiv kapacitet (ha/h)
4	80	10	20	73%	3,0	<b>2,2</b>
1	20	8	20	42%	3,0	<b>1,3</b>



Figur 5. Diagrammet visar hur fältets storlek påverkar den effektiva kapaciteten.

För många fältarbeten, som t.ex. plöjning och harvning, innebär ökad fältlängd (längd på kördragen) också ökad kapacitet, eftersom mindre tid i fält går åt till vändning. Inom potatisodlingen förekommer det däremot flera odlingsåtgärder där det innebär problem om kördragen blir för långa (Hallefält, 2005). Vid bevattning innebär ökad fältlängd att det krävs längre slang på bevattningsmaskinen. För att få plats till längre slang på rullen krävs det att man minskar slangdimensionen, vilket i sin tur leder till ökat effekt- och energibehov vid bevattning (se Tabell 3). Även om maskinen används på kortare fält kvarstår det höga effektbehovet, eftersom vattnet i alla fall måste pumpas igenom hela slangen. Det blir alltså gårdens längsta fält som avgör energiförbrukningen vid bevattning. Bäst utnyttjat bevattningssystem fås om fälten på gården har samma längd.

**Tabell 3. Längre bevattningsslang gör att slangdiametern behöver minskas för att få plats. Längre och mindre slang innebär större tryckförlust i slangen, vilket kräver mer effekt och energi vid bevattning. I tabellen visas exempel på kostnadsskillnaden mellan två maskiner**

Spridarhastighet	m/tim	25	
Arbetsbredd	m	48	
Giva per bevattningstillfälle	mm	20	
Antal bevattningstillfällen	ggr	6	
		Maskin 1	Maskin 2
Slangdiameter	mm	93	73,5
Slanglängd	m	300	600
Skillnad energiförbrukning	kWh/ha	63,3	
Elpris, rörlig kostnad	kr/kWh	0,8	
Kostnadsskillnad	kr/ha	<b>51</b>	

Ett annat tillfälle där långa fält kan ställa till problem är vid sättning och upptagning. Långa rader kan innebära att sättpotatisen tar slut i tanken, resp. upptagarens tank blir full, innan man har kört ett varv eller når fältets andra ände. Långa fält kan innebära att påfyllning och tömning behövs i fältets båda ändar, eller ännu oftare, vilket ställer högre krav på genomtänkt logistik.

Fältets bredd påverkar inte maskinkapaciteten nämnvärt. Fältets bredd i förhållande till redskapets arbetsbredd påverkar däremot hur mycket överlappning som uppstår vid det sista draget på fältet, vilket i sin tur påverkar hur väl maskinkapacitet och insatsvaror utnyttjas. Stora arbetsbredder ger ökad anledning till att ha fältbredd med jämna multipler av arbetsbredden.

#### *Exempel:*

*Sättaren som används är tvåradig med arbetsbredden 1,5 meter. Sättning blir därmed möjlig ända ut i fältkanten, så när som på 1,5 meter. Sprutan har däremot en arbetsbredd på 24 meter. I sämsta fall blir det en remsa på 1,5 meter kvar att spruta till det sista draget på fältet. Ur bladmögel synpunkt är det inte acceptabelt att lämna denna remsa obesprutad, vilket gör att ett extra drag behöver köras med sprutan. Även om det finns exempelvis 6 meters delavstängning på sprutan blir det då ca 4,5 meter som sprutas dubbelt. Med fältlängden 400 meter och sju bladmögelbehandlingar blir det totalt 1,26 ha "onödig" besprutning. Ungefärlig behandlingskostnad är ca 207 kr/ha (Agriwise, www), vilket ger en total kostnad på 261 kr. Denna extra kostnad ska bäras av fältets yttersta två rader (0,06 ha), vilket ger en ökad kostnad per ytenhet med 4350 kr per ha. Förutom den extra kostnaden innebär dubbelsprutning ökad risk för resthalter i produkten samt ökad miljöbelastning.*

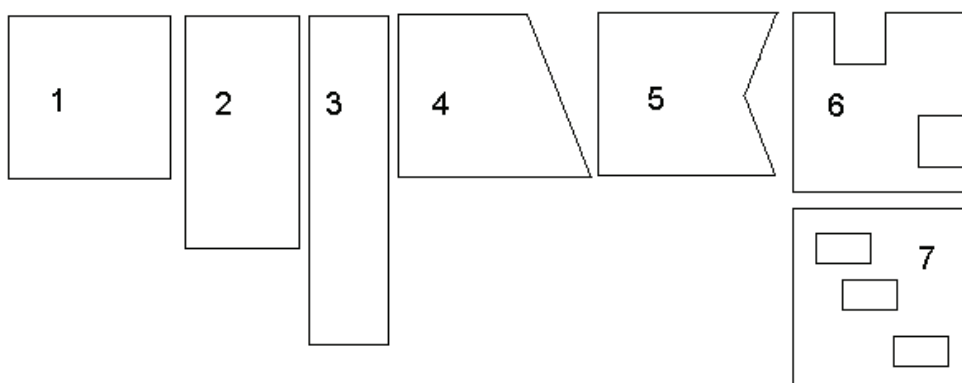


Bevattningsmaskinens arbetsbredd är av samma anledning också viktig att ta hänsyn till vid planering av fältens bredd. För att få rimlig skördenivå och kvalitet måste all areal bevattnas även om det bara kvarstår en smal remsa inför det sista bevattningsdraget. Visserligen är det möjligt att ställa om en bevattningskanon så att den bevattnar ett smalare område, men det tar en stund att göra detta och sedan återställa den efteråt. Likaså ska man komma ihåg att det tar lika lång tid att dra ut och göra en bevattningsmaskin klar oberoende om dess fulla arbetsbredd används eller inte.

Flera tidigare studier har visat hur fältets form påverkar maskinkapaciteten. Ett exempel visas i Tabell 4 och Figur 6.

**Tabell 4. Olika fältformers (Figur 6) inverkan på maskinkapaciteten (Sturrock *m.fl.*, 1977)**

<b>FÄLTFORM</b> (10 ha)	<b>Minuter/ha</b>	<b>Rel</b>
<b>1 Fyrkant</b>	56,6	108
<b>2 Rektangel (2:1)</b>	54	103
<b>3 Rektangel (4:1)</b>	52,4	<b>100</b>
<b>4 Standardform</b>	59,5	114
<b>5 Inbuktingar</b>	59,1	113
<b>6 Tomter</b>	60,5	115
<b>7 Åkerholmar</b>	62	118



**Figur 6. Fältformer som avses i beräkningarna i Tabell 4.**

Det framgår av Tabell 4 och Figur 6 att kilar och hinder sänker kapaciteten avsevärt. Kilar innebär överlappning, med de nackdelar som beskrivs ovan, men innebär också att det tar ungefär dubbelt så lång tid att utföra fältarbeten på den areal som bildar kilen, jämfört med ett rakt kördrag.

När det gäller hinder, som t.ex. kraftledningsstolpar, och fältets hörn, går det ofta lätt att jordbearbeta och sätta potatis intill stolparna och in i hörnen. Däremot blir det stora problem vid både bevattning, växtskydd och upptagning. Hela maskinkedjan bör tänkas igenom och sänkningen i maskinkapacitet bör vägas mot den relativt lilla ytan som det ofta handlar om.

För potatisodling är transporter till och från fältet viktigare än för många andra grödor. Både utsäde (sättpotatis) och skörd väger betydligt mer än för exempelvis spannmål. Stora mängder vatten transporteras också med sprutan till ett potatisfält. Vid alla fältarbeten transporteras dessutom traktor och redskap till och från fältet. Potatisfältets placering i förhållande till gården (eller odlingscentrat) har därför avgörande betydelse för gårdens maskinkostnader, framför allt inom potatisodlingen.

Fältets nuvarande form och placering beror på historiska händelser och kan tyckas svåra att ändra på. Skiftesindelning och placering av skyddszoner och uttagen areal ger däremot möjlighet att påverka.

## Vändteg

Med potatis även på fältets vändtegar går det inte att undvika skador och kvalitetsproblem eftersom man kommer att vända med maskinerna i grödan. Upptagarens kapacitet blir lägre på vändtegen eftersom förekomsten av jordkokor och skadade knölar blir högre. Om potatisen ska lagras på fältet behöver ytan jämnas till innan man kan tippa potatisen i stuka på vändtegen. Maskinkapaciteten ökar om man istället sår någon annan gröda på vändtegen, exempelvis gräs eller spannmål. Vid svåra upptagningsförhållanden kan ett sådant underlag dessutom öka bärigheten. Flyttning av bevattningsmaskinen underlättas också om det inte odlas potatis på vändtegar.

## Breda körspår

Körspår kan i potatis anläggas på liknande sätt som förekommer i spannmålsodling, d.v.s. genom att stänga av utmatning av utsäde i vissa bestämda kupor. Detta ger fördelar vid sprutning, konstgödselspridning, bevattning och upptagning. Med breda körspår körs traktorn ovanpå två ”osatta” kupor och därmed undviks skador på intilliggande rader, utan att smala radodlingshjul behöver användas. Avståndet mellan körspåren bestäms utifrån hur bred spruta och bevattningsramp som finns på gården. Systemet underlättas om sprutans bredd är udda multipel av sättares arbetsbredd, exempelvis fyraradig sätare med 75 cm radavstånd och nio sådrag ger  $1,5 \times 4 \times 9 = 27$  meters spruta.

Med breda körspår kan traktorns standarddäck användas, vilket innebär lägre fasta kostnader och ökad framkomlighet. Traditionell användning av radodlingshjul kan på vissa fält ge djupa spår vid återkommande bladmögelbekämpning, speciellt år med mycket nederbörd då bärigheten är dålig och behovet av bladmögelbekämpning stort. Breda däck ger stabilare och jämnare gång för traktor och spruta, vilket ger jämnare bekämpningsresultat och medger högre sprutkapacitet. De breda körspåren ger flexiblare val av spårvidd. Den teoretiska spårvidden vid 75 cm radavstånd är  $3 \times 75 = 225$  cm, men kan anpassas till exempelvis sockerbetsodling med 200 cm spårvidd.

Traditionella sprutspår innebär att traktorhjulen pressar mot potatiskuporna. Följden blir ökad förekomst av jordkokor och skadade knölar vid upptagning. Med breda körspår reduceras även mängden skadad blast, vilket kan vara en viktig inkörspport för sjukdomsangrepp. Ytterligare fördel med breda körspår är att inspektion av potatisfältet underlättas. Det är naturligtvis svårt att värdera denna faktor, men om det innebär att sjukdomar, svamp, insekter etc. upptäcks tidigare kan det vara av stor betydelse.

Tyska undersökningar (Helmke, 1994) visar att potatisraderna intill en utebliven rad ökar skörden med cirka 25 %, d.v.s. halva skördeförlusten från körspåren kompenseras av raderna intill. Kostnaden för utsäde utgår för de uteblivna raderna och används radgödsling minskar även kostnaden för konstgödsel. De uteblivna radernas skördeförlust ersätts delvis med ökad skörd från raderna intill och delvis av sänkta odlingskostnader.

*Exempel: Med 27 meter mellan körspåren och 75 cm radavstånd, blir skördens nettominskning med breda körspår 2,8 % ( $27/0,75 = 36$  rader;  $2/36 * 1/2 = 0,02778$ ). Skördenivån 43 ton/ha med 10 % bortsortering och 5 % lagringsförluster, samt ett avräkningspris för matpotatis på 1780 kr/ton, innebär att intäkten då minskar med 1818 kr/ha.*

*Lägre skörd minskar arbetsåtgången med 1,5 timmar per ton. Med arbetskostnad på 168 kr/tim innebär detta 302 kr/ha. Utsädeskostnaden på 6518 kr/ha uteblir för de osatta raderna, dvs i genomsnitt 362 kr/ha ( $6518 * 2/36 = 362$ ). Netto blir då  $302 + 362 - 1818 = -1154$  kr/ha. Skillnaden blir mindre om skördens värde minskar och utsädeskostnaden ökar. Kalkylen kan alltså se annorlunda ut för fabrikspotatis.*

*Om breda körspår leder till bättre kvalitet och därmed också till att en större andel av skörden kan säljas som matpotatis, eller att maskinkapaciteten ökar, kan breda körspår vara lönsamt. Enligt exemplet ska ytterligare 1,5 % av totalskörden kunna säljas för att ekonomiskt väga upp skördeminskningen.*

*Förutsättningarna i exemplet är hämtade från Områdeskalkylerna i Agriwise (www).*

### **Maskinsamverkan och maskinstrategi**

De fasta kostnaderna kan sänkas genom ökad maskinanvändning, d.v.s. genom att öka antalet hektar som maskinen används på. En lösning kan vara att utöka den egna produktionen (köpa eller arrendera mer mark), en annan kan vara maskinsamverkan med andra odlare.

Maskinsamverkan kan ske genom inköp av tjänster (t.ex. maskinstation, maskinring) eller genom gemensamma inköp av maskiner.

För maskiner som redan är väl utnyttjade är de fasta kostnaderna inte så stor del av den totala maskinkostnaden. Vinsten med utökad areal blir då begränsad. Däremot ökar risken för ökade läglighetskostnader. Maskinsamarbete bör i första hand tillämpas för maskiner med höga fasta kostnader och där arealunderlaget kan ökas utan att riskera att man inte hinner utföra arbetet.

Det är ofta på mindre och mellanstora gårdar som vinsterna med maskinsamverkan är som störst. Stora gårdar har bättre möjlighet att utnyttja maskinparken väl, och har därför mindre att tjäna på att samarbeta med andra. Om man kan klara samarbetet utan att investera i större maskiner, och utan risk för betydande läglighetseffekt, blir samarbetet troligtvis lönsamt. Om den utökade arealen däremot kräver investering i större maskiner bör man göra noggranna maskinkalkyler för situationen innan och efter förändringen.

*Exempel:*

*Maskinkostnaderna för sättnings, kupning och upptagning är ungefär 11800 kr/ha för en odling på 10 ha. Om två odlingar på 10 ha samarbetar sjunker maskinkostnaden till 8200 kr/ha. Detta motsvarar en besparing på 3600 kr/ha eller 36000 kr för varje odlare. För två odlingar på 20 ha blir motsvarande besparing 40000 kr (2000 kr/ha) och för två odlingar på 40 ha 48000 kr (1200 kr/ha). Totalbesparingen på grund av samarbetet skiljer sig inte så mycket mellan de olika odlingsstorlekarna, men besparingen per hektar är betydligt större för den mindre odlingen.*

Värdering av den egna arbetskostnaden, speciellt i ett mindre företag, kan ha stor betydelse för vilket maskinalternativ som ska väljas. För inhyrda tjänster ska man räkna med nyttan av den extra arbetskraft som ingår i kostnaden, men man ska också värdera vilken alternativ arbetslön man själv kan få på den friställda tiden. Samarbete och inköp av tjänster ställer högre krav på planeringen. Fler resurser, både maskiner och personal, ska samordnas. Vid maskinsamverkan och inköp av maskinstationstjänster krävs bra kommunikation mellan parterna, så att uppdraget utförs på rätt sätt och vid rätt tidpunkt. Samarbete ger möjlighet att minska maskinkostnader, men ger även möjlighet till extra personal vid arbetstoppar (exempelvis vid upptagning). Räknar man med att få hjälp av grannen bör man även räkna med att ställa upp när grannen vill ha hjälp. Maskinsamarbete kan ge högre underhållskostnad och ställer högre krav på underhållsrutiner, eftersom maskinerna används av flera förare.

Snabba förändringar på lantbruksmarknaden ställer högre krav än tidigare på att snabbt kunna anpassa sin produktion till de nya förutsättningarna. Ständiga förändringar ökar behovet för väl genomtänkt strategi för företaget. Detsamma gäller för gårdens maskiner och maskininköp, d.v.s. det behövs en genomtänkt maskinstrategi. Arbetet med strategin kan delas upp i flera steg, där det första är att tänka igenom målet med produktionen och maskinparken. Därefter värderar man olika alternativ på maskinparken: dels nuvarande maskiner och dels

olika sätt att förändra. Tredje steget blir att sätta upp en handlingsplan för att nå målet. Slutligen behövs uppföljning av resultatet. En genomarbetad maskinstrategi kan vara speciellt värdefull i akuta situationer, t.ex. om potatissättaren går sönder mitt i vårbruket och man snabbt behöver investera i en ny maskin. Man ska dock ha med sig att maskinstrategin ska vara dynamisk och bör revideras om förutsättningarna för produktionen förändras (Sandal, 2006).

### **Känslighetsanalys**

Maskinkalkylering med detaljerad kunskap om maskinanvändning är grunden för att ta korrekta beslut om maskinstrategier. Korrekt bild av maskinkostnader kan fås genom att göra egna beräkningar efter den egna gårdens unika förutsättningar. Inför förändringar, med flera olika osäkra faktorer, kan det med traditionell maskinkalkylering bli mycket beräkningar för att jämföra olika senarion. Olika metoder för känslighetsanalys kan då vara ett bra verktyg för att bedöma olika faktorerers inverkan på slutresultatet. Känslighetsanalys kan alltså visa vilken faktor som är viktigast att förbättra för att minska maskinkostnaden.

Tabell 6 visar exempel på hur känslighetsanalys kan genomföras. Som utgångspunkt för beräkningarna har en grundkalkyl gjorts med förutsättningar enligt Tabell 5.

**Tabell 5. Förutsättningar för beräkning av grundkalkyl till känslighetsanalys**

	Enhet	Sättare	Kupare	Upptagare
Inköpsvärde/ Återanskaffningsvärde (Å)	kr	185 000	40 000	950 000
Kalkylperiod	år	12	12	12
Restvärde	% av Å	20	20	20
Förvaringskostnad, 100 kr/m <sup>2</sup>	kr	2500	3000	3000
Underhållskostnad	kr/(tim*(Å/1000))	0,8	1,5	0,4
Drivmedelsförbrukning	kr/tim	100	72	128
Arbetskostnad	kr/tim	200	200	400
Kapacitet	ha/tim	0,7	1,8	0,3

**Tabell 6. Resultatet av känslighetsanalys som visar minskad maskinkostnad i % när olika faktorer har förbättrats med 10 % jämfört med grundkalkylen**

Minskad maskinkostnad (%)

Areal

<b>Upptagare 2 radig</b>	<b>10 ha</b>	<b>20 ha</b>	<b>40 ha</b>	<b>80 ha</b>
Återanskaffningsvärde, -10 %	8	7	6	5
Värde vid försäljning, +10 %	1	1	1	0
Kalkylperiod, +10 %	6	4	2	1
Realränta, -10 %	2	1	1	1
Kapacitet, +10 %	3	4	6	7
Underhållskostnad, -10 %	1	2	2	3
Drivmedelsåtgång, -10 %	0	0	1	1
Areal, +10 %	7	5	3	2

<b>Sättare</b>	<b>10 ha</b>	<b>20 ha</b>	<b>40 ha</b>	<b>80 ha</b>
Återanskaffningsvärde, -10 %	7	6	5	4
Värde vid försäljning, +10 %	1	1	0	0
Kalkylperiod, +10 %	4	3	2	1
Realränta, -10 %	2	1	1	1
Kapacitet, +10 %	3	4	5	7
Underhållskostnad, -10 %	1	1	2	2
Drivmedelsåtgång, -10 %	1	1	1	1
Areal, +10 %	7	5	4	2

<b>Kupare</b>	<b>10 ha</b>	<b>20 ha</b>	<b>40 ha</b>	<b>80 ha</b>
Återanskaffningsvärde, -10 %	6	5	4	3
Värde vid försäljning, +10 %	1	1	0	0
Kalkylperiod, +10 %	4	3	2	1
Realränta, -10 %	1	1	1	0
Kapacitet, +10 %	3	4	6	7
Underhållskostnad, -10 %	0	0	1	1
Drivmedelsåtgång, -10 %	1	1	1	2
Areal, +10 %	8	6	3	2

I Tabell 6 framgår det att faktorer som påverkar de fasta kostnaderna (återanskaffningsvärde, värde vid försäljning, kalkylperiod, ränta, areal) har störst betydelse för de mindre gårdarna, medan det är faktorer som påverkar de rörliga kostnaderna (kapacitet, underhåll, drivmedel) som har störst betydelse för de med större areal. För väl utnyttjade maskiner är alltså maskinkapacitet och bränsleförbrukning mycket viktigare än inköpspris. Om man är speciellt intresserad av några enstaka faktorer kan känslighetsanalysen utföras i fler steg (Tabell 7).

**Tabell 7. Resultat av känslighetsanalys med avseende på areal- och kapacitetsökning.**

Relativ maskinkostnad

**Sättare: 1681 kr/ha = index 100**

Areal (ha)	20	22 (+10%)	24 (+20%)	26 (+30%)	28 (+40%)	30 (+50%)
0,7	<b>100</b>	95	90	87	83	81
0,77 (+10%)	96	91	86	83	80	77
0,84 (+20%)	93	88	83	80	76	74
0,91 (+30%)	90	85	81	77	74	71
0,98 (+40%)	88	83	78	75	71	69
01,05 (+50%)	86	81	76	73	69	67

**Kupare: 410 kr/ha = index 100**

Areal (ha)	20	22 (+10%)	24 (+20%)	26 (+30%)	28 (+40%)	30 (+50%)
1,8	<b>100</b>	95	91	87	84	82
1,98 (+10%)	96	91	87	83	80	78
2,16 (+20%)	92	88	83	80	77	74
2,34 (+30%)	90	85	80	77	74	71
2,52 (+40%)	87	82	78	74	71	69
2,7 (+50%)	85	80	76	72	69	67

**Upptagare: 6067 kr/ha = index 100**

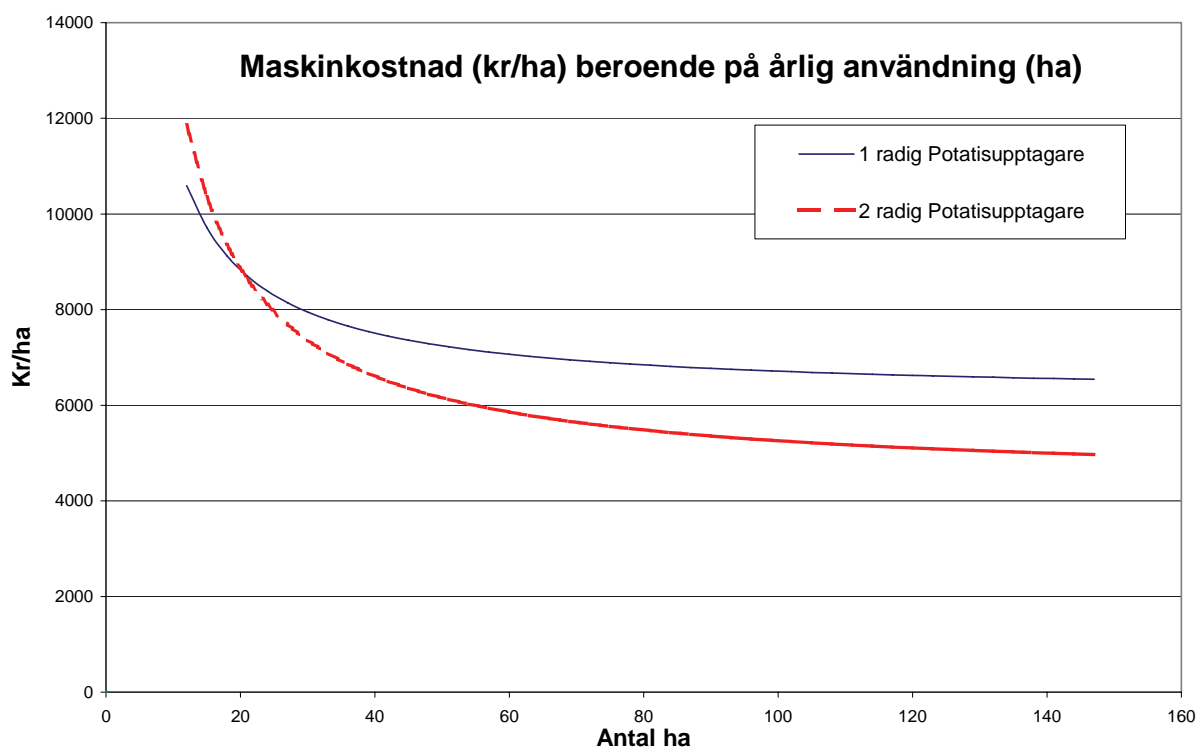
Areal (ha)	20	22 (+10%)	24 (+20%)	26 (+30%)	28 (+40%)	30 (+50%)
0,15	<b>100</b>	96	93	91	89	87
0,165 (+10%)	95	91	88	85	83	81
0,18 (+20%)	90	86	83	81	79	77
0,195 (+30%)	86	82	79	77	75	73
0,210 (+40%)	83	79	76	74	71	70
0,225 (+50%)	80	76	73	71	69	67

### Val av maskinstorlek

Små maskiner innebär oftast lägre fasta kostnader (avskrivning och ränta) men högre rörliga kostnader (p.g.a. låg kapacitet), medan det är tvärt om för stora maskiner. Logiskt blir då små maskiner mer lämpliga till liten areal och stora maskiner till stor areal. Men var går gränsen för det ekonomiskt bästa valet av maskinstorlek? Genom att studera maskinkalkyler för olika maskinstorlek går det att beräkna vilken maskinstorlek som är bäst för det aktuella arealunderlaget. Där kurvorna i Figur 7 korsar varandra bildas en brytpunkt för den areal då det är lämpligt att välja den större upptagaren. Tabell 9 visar brytpunkter för ytterligare maskiner för potatisodlingen. Förutsättningar för beräkningarna är de samma som redovisas i Tabell 5, med tillägg enligt Tabell 8.

Tabell 8. Olika maskiners effektbehov, kapacitet och återanskaffningsvärde som har använts för beräkning av brytpunkter.

Maskin	Effektbehov (kW)	Kapacitet (ha/h)	Återanskaffningsvärde (kr)
2-radig potatissättare	50	0,3	75 000
4-radig potatissättare	70	0,7	185 000
2-radig potatisskupare		0,9	30 000
4-radig potatisskupare		1,8	40 000
12 m buren spruta	60	4,0	110 000
24 m bogserad spruta	70	8,0	360 000
1-radig potatisupptagare	60	0,2	500 000
2-radig potatisupptagare	90	0,3	950 000



Figur 7. Kurvornas korsning visar brytpunkten för val av maskinstorlek. För gårdar med mindre än 25 ha blir maskinkostnaden lägre med den 1-radiga upptagaren, men om potatisodlingen är större än 25 ha är det bättre att välja den 2-radiga upptagaren.

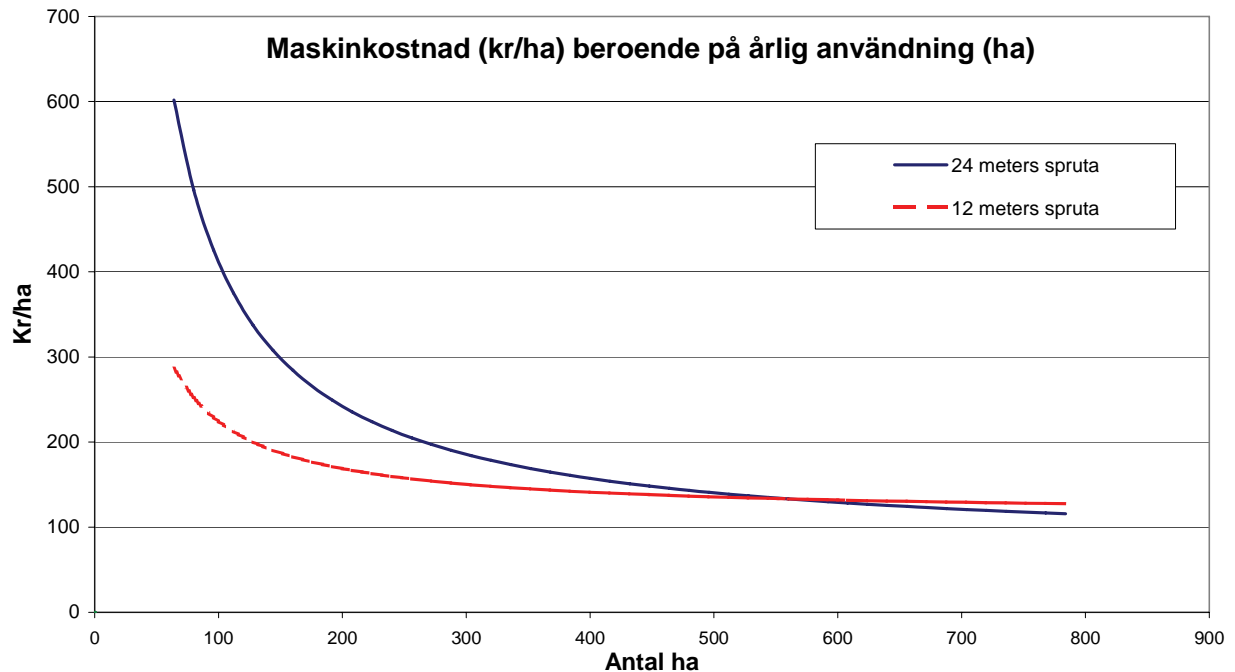
Tabell 9. Brytpunkter för val av maskinstorlek

Maskin	Storlek	Brytpunkt
Sättning	2 eller 4 rader	15 ha
Kupning	2 eller 4 rader	5 ha
Spruta	12 eller 24 meter	550 ha*
Upptagning	1 eller 2 rader	25 ha

\*avser totalt sprutad areal per år

Vid beräkning av brytpunkten har ingen hänsyn tagits till eventuell läglighetskostnad. Det framgår också från kurvornas form att ökat arealunderlag minskar kostnaderna betydligt mer

för små gårdar, men att minskningen är av mindre betydelse ju mer arealen ökar. För t.ex. sprutan kan det snabbt uppstå stora läglighetskostnader om man inte hinner med. Samtidigt skulle det inte kosta så mycket extra att välja den större sprutan, även om arealunderlaget är lägre än 550 ha (Figur 8). Observera att brytpunkten 550 ha avser sprutad areal och inte gårdens brukade areal.



**Figur 8. Brytpunktsberäkning för val av storlek på spruta. Observera att antal ha avser totalt sprutad areal och inte gårdens brukade areal. Med i genomsnitt fem behandlingar per år innebär 100 ha brukad areal att 500 ha sprutas.**

För vissa redskap, framför allt för radodlade grödor som potatis, är det viktigt att olika redskaps arbetsbredder stämmer överens med varandra. T.ex. är det inte lämpligt att ha en treradig sättare i kombination med en tvåradig upptagare, eftersom det i praktiken är omöjligt att hålla exakt rätt avstånd till föregående sättdrag. För att det ska stämma bör redskapens arbetsbredd vara jämnt delbara med varandra (d.v.s. vara multipel av varandra). Om man vill använda sig av vid sådd anlagda körspår ska arbetsbredderna dessutom vara udda multipel av varandra för att systemet ska fungera optimalt.

Storlek på traktor väljs utifrån effektbehovet för de redskap som den ska dra. Tabell 8 ger viss vägledning om effektbehov för några redskap inom potatisodlingen, i övrigt brukar detta anges av redskapstillverkaren. Traktor väljs utifrån det redskap som har störst effektbehov. Förutom effekten har vikt, viktfördelning, hydraulkapacitet och utrustning stor betydelse för val av traktor.

En stor del av traktorkostnaden består av fasta kostnader, vilket gör att det oftast är billigast att ha så få traktorer som möjligt (d.v.s. använda traktorn på så många hektar som möjligt). Fördelen med en extra traktor är om man har möjlighet att få hjälp av extra arbetskraft under säsongens arbetstoppar, samt att det med olika traktorstorlekar är lättare att anpassa traktorns effekt efter redskapens skilda behov.

Vid analys av maskinkalkyler kommer man ofta fram till att det är ekonomiskt fördelaktigt att behålla maskinerna under lång tid. Detta på grund av att värdeminskningen minskar mer för en gammal maskin än vad underhållskostnaden ökar. Man bör dock ha i åtanke att om maskinerna behålls längre så kommer den genomsnittliga åldern för maskinparken att öka.



Äldre maskiner och längre mellan maskinbytena innebär att maskinparken blir omodern och man får därför inte lika snabbt tillgång till ny teknik, vilket kan leda till sämre konkurrenskraft och långsam utveckling av företaget.

Vid maskinkalkylering inser man snabbt att den kalkylperiod som väljs har avgörande betydelse för en del stor av de fasta kostnaderna (värdeminskning och ränta). Maskinalternativ med höga fasta kostnader gynnas därför av att välja lång kalkylperiod. För att en maskinkalkyl med lång kalkylperiod ska stämma måste man anta att förutsättningarna som används i kalkylen kommer att vara aktuella under hela kalkylperioden. Kortare kalkylperiod ger alltså ökad flexibilitet för företagets produktion och maskinsystem.

### ***Effektivisering av enskilda åtgärder i fält***

#### **Jordbearbetning**

Specialmaskiner för potatisodling innebär höga fasta kostnader, speciellt för gårdar med mindre potatisareal. För jordbearbetning kan man ofta använda de jordbearbetningsredskap som används till den övriga växtodlingen. Samtidigt sänkes potatisens avräkningspris snabbt med försämrad kvalitet. Otillräcklig jordbearbetning kan ge ökad förekomst av jordkokor, vilket kan leda till mekaniska skador vid upptagning. Vid stor produktion av kvalitetspotatis kan det därför snabbt löna sig att ha maskiner för effektiv jordbearbetning. Ett sätt att effektivisera jordbearbetningen är att utföra kupfräsning och sättning i samma överfart, vilket minskar risken för regn mellan jordbearbetning och sättning. Antalet traktorer minskar och arbetskostnaden blir lägre med ett sådant system, men det krävs en traktor med tillräckligt hög effekt för att dra båda maskinerna samtidigt.

Läglighetskostnader vid vårbruket beror främst på tidpunkten för sättning, men kan även bero på att man måste påbörja jordbearbetningen tidigare än optimalt för att hinna med sättning i rätt tid. För tidig jordbearbetning kan innebära högre bränsleförbrukning p.g.a. hög markfuktighet, men också sämre bearbetning med kvalitetsförsämringar som följd.

#### **Stensträngläggning**

Vid stensträngläggning sorteras sten och jordkokor bort från området där kuporna ska placeras vid sättning, för att läggas i sträng under traktorspåren. Åtgärden är arbetskrävande och relativt dyr (i storleksordningen 2500 – 3000 kr/ha). Detta kan dock vägas upp av minskade upptagningskostnader till följd av att kapaciteten ökar, arbetsbehovet minskar och slitaget på maskinen minskar. Mekaniska skador vid upptagningen minskar också, vilket ger bättre kvalitet och ökad intäkt.

Tidigare beräkningar (Bengtsson, 1987) visar att metoden är mycket lönsam vid riklig stenförekomst, men att vinsten minskar med minskad stenmängd.

#### **Kupning**

Att passa in kupning vid rätt tidpunkt i potatisodling är inget större problem och läglighetskostnader i samband med kupning får bedömas måttliga. Hög kapacitet gör att en kupare kan klara stora arealer. Kupning är därför en odlingsåtgärd som man med fördel kan samarbeta om.

#### **Sprutning**

Sprutan är visserligen en maskin med hög kapacitet, men väderkänslighet och läglighetskostnader är stora i samband med växtskyddsarbetet. Väderleken är en starkt begränsande faktor för hur många spruttimmar man kan utnyttja per säsong.

Arbetsbredden 24 m är den idag dominerande, men kanske inte den mest lämpade för potatisodling. Beakta att sprutans arbetsbredd bör vara en udda multipel av sättares arbetsbredd.

Bäst bekämpningsresultat av sommarens bladmögelbekämpningar erhålls om hela potatisens grönmassa täcks av sprutduschen. Grödöppnare (ex. Släpduk) och yttre luftassistans (ex. Hardi Twin) ökar möjligheten för förbättrad inträngning och ger därmed jämnare fördelning av sprutvätska i beståndet. Denna typ av utrustning är också något avdriftsreducerande, vilket innebär att antalet tillgängliga spruttimmar per år och därmed kapaciteten ökar.

Effektiviteten vid sprutning kan öka genom att anpassa fältstorlek, vätskemängd och sprutans tankvolym så att de stämmer väl överens.

*Exempel:*

*Om den planerade vätskemängden är 300 liter per ha, fältets storlek 10 ha och sprutans tankvolym 2800 liter innebär det att man behöver 1,07 fulla sprutor, d.v.s. man behöver fylla sprutan två gånger för att behandla fältet. Ofta kan vätskemängden justeras inom rimliga gränser utan att bekämpningsresultatet förändras. Genom att välja en vätskemängd på 280 liter per ha klarar man att bespruta fältet med endast en fyllning av sprutan, vilket även innebär minskade transporter till och från fältet.*

### **Upptagning**

Kapacitet och arbetsbehov för upptagning bestäms till stor del av tidigare odlingsåtgärder. Sättning intill stolpar, i kilar och på vändteg sänker upptagarens kapacitet. Stensträngläggning minskar förekomsten av sten och jordkokor i kupan, vilket medför enklare ursällning, mindre mekaniska skador på knölna och mindre sorteringsarbete.

Temperaturen har stor betydelse för potatisens mekaniska känslighet vid upptagning. Vid jordtemperatur på 2 – 4 °C skadas dubbelt så många knölar som vid 8 – 10 °C. Optimala förhållanden för upptagning är varma dagar utan nederbörd, gärna på eftermiddagen när jorden har värmts upp (Larsson, 1997). Upptagningen bör därför inte starta för sent på säsongen, eftersom medeltemperaturen sjunker när hösten närmar sig.

Att starta upptagningen tidigare på säsongen innebär att vegetationsperioden blir kortare, med följd att skördeutbytet minskar. Knöltillväxten i början av september kan vara i storleksordningen 100 – 150 kg per dag (Axenbom *m.fl.*, 1988; Ekoforsk, [www](#)).

Upptagningssäsongen begränsas alltså av att man inte vill korta av vegetationsperioden och att man vill ha upp potatisen innan väderleken blir blöt och kall. Ökat arealunderlag sänker de fasta kostnaderna för upptagningen, men för upptagning av potatis finns det stor risk för betydande läglighetseffekt.

Stort arbetsbehov, låg kapacitet och dyrt underhåll gör att de rörliga kostnaderna blir stora i samband med upptagning. Det blir därmed mer betydelsefullt att öka kapaciteten istället för att öka arealunderlaget. Brytpunkten för när det är lönsamt att skaffa tvåradig upptagare, istället för enradig, är bara 25 ha (Tabell 9).

### ***Precisionsodling ger fler möjligheter***

Med precisionsodling kan insatser i potatisodlingen varieras inom det enskilda fältet. Jämfört med andra grödor har potatisproduktionen relativt stort behov av olika insatsmedel, både gödselmedel och växtskyddsmedel. Inomfältsvariationen är helt avgörande för hur stor vinst (eller besparing) man kan räkna med. De åtgärder som man idag har stor praktisk erfarenhet

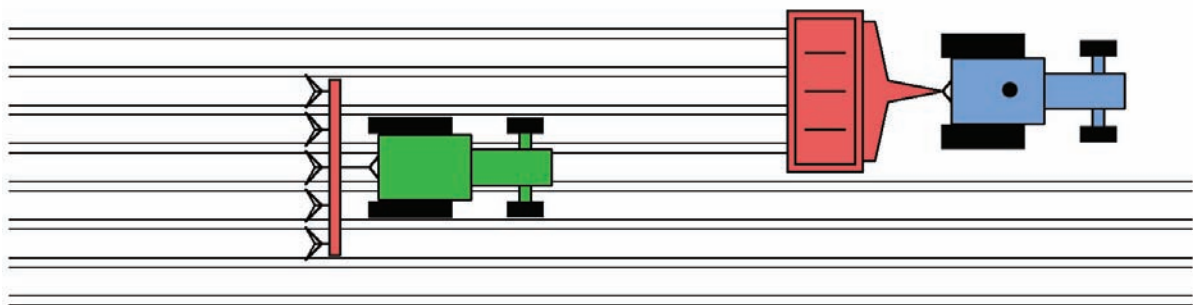
av är i första hand tilldelning av fosfor och kalium, samt möjlighet att anpassa preparatdosen vid kemisk blastdödning efter mängden potatisblast.

Fosfor och kalium varierar utifrån kartan från markkartering. Teknik som behövs är positioneringsutrustning (GPS), styrdator (t.ex. handdator) och elektriskt reglersystem på spridningsredskapet. För variation av preparatdos vid blastdödning krävs en sensor för att mäta biomassa per ytenhet, exempelvis Yara N-sensor. Inköp av den tekniska utrustningen innebär ökade fasta kostnader. Hur stor kostnaden blir beror på önskad noggrannhet och på maskinernas befintliga reglerutrustning. Vid beräkningar av det ekonomiska utfallet från precisionsodling för vissa enskilda odlingsåtgärder (ex. att utrustningen bara ska användas för blastdödning) blir kostnaden för tekniken oftast högre än besparingen i preparat. Men om utrustningen används till flera olika åtgärder minskar kostnaden, samtidigt som nyttan ökar. Återigen behövs kalkyler baserade på den egna gårdens förutsättningar.

Precisionsodling är inte bara ett redskap för att minska kostnaden för insatser utan ger också möjlighet till jämnare kvalitet och minskad miljöbelastning. Både för höga och för låga gödselgivor kan ge kvalitetsnedsättning i potatisodling. Med hög kvalitetsbetalning kan utjämning ge stark ökning på intäktssidan.

GPS-mottagare kan även användas för guidningssystem och automatisk styrning av fältmaskiner (s.k. autopilot). Minskad överlappning vid t.ex. jordbearbetning kan öka kapaciteten och minska bränsleåtgången. Körning i mörker och dimma underlättas.

Efter sättnings har man inom potatisodlingen tydliga spår att köra efter, vilket gör guidningssystem mindre användbart. Med noggrann GPS-mottagare (RTK-teknik med felmarginal på ca 1 cm) kan däremot automatisk styrning vid sättnings skapa större flexibilitet vid val av olika maskiners arbetsbredd. Med noggrann automatisk styrning kan radavståndet mellan olika kördrag hållas näst intill exakt, vilket innebär att man inte behöver bry sig om att para ihop sättnings, kuparens, sprutans och upptagarens arbetsbredder (Figur 9).



**Figur 9. Sättnings med autopilot och RTK-GPS ger rätt radavstånd även mellan kördragen. Detta ger frihet att välja spårvidd och arbetsbredd för efterföljande odlingsåtgärder, oberoende av sättnings arbetsbredd.**

Precisionsodling innebär inte bara platsspecifik odling utan innefattar även olika metoder för att sätta in odlingsåtgärder med precision i tidpunkt. Prognosverktyg för bladmögelsbekämpning och bevattning är produkter som finns på marknaden och vidare utveckling sker kontinuerligt. Sådana prognoser kan i första hand sänka odlingens rörliga kostnader genom att minska på antalet överfarter, drivmedel, bekämpningsmedel och vatten. De fasta kostnaderna för maskinerna kvarstår eftersom kapaciteten måste vara tillgänglig vid ogynnsamma väderleksförhållanden. Bättre skadegörarkontroll och jämnare vattentillgång ökar dessutom möjligheten till jämn kvalitet och därmed ökade intäkter.

## Slutsats

En översikt av maskinkostnaderna är ett viktigt steg för bättre lönsamhet i potatisproduktionen. Uppdelning av fasta och rörliga kostnader och förståelse för hur de olika delarna påverkar den mest lönsamma maskinstrategin ger en bra grund för effektivare maskin användning. Ökad produktion och större arealunderlag leder till lägre fasta kostnader per produktionsenhet. Ökat arealunderlag ger störst utbyte för små och medelstora gårdar. För maskiner som redan är väl utnyttjade ger ytterligare areal endast marginell kostnadsminskning, samtidigt som risken för läglighetskostnader ökar.

För att sänka de rörliga kostnaderna krävs effektivare användning av maskinerna och högre kapacitet. Genom att planera fältform, -storlek och -placering kan maskinkapaciteten öka betydligt. Undvik att odla kilar, vändtegar, fälthörn etc. Förutom att ökad kapacitet sänker de rörliga kostnaderna, ger det också tidsutrymme för att använda maskinerna på större areal.

Precisionsodling innebär högre fasta kostnader, som kan uppvägas av sänkta rörliga kostnader genom ökad kapacitet och minskad åtgång av bekämpningsmedel, gödselmedel och drivmedel.

Förutsättningarna för den enskilda gården är unika. Maskinkalkyler, planering och andra ekonomiska beräkningar måste därför göras individuellt och anpassat efter dessa förutsättningar. Olika datorprogram och mallar till beräkningsprogram kan vara till hjälp i detta arbete (LMP, [www](http://www.lmp.se); MV, [www](http://www.mv.se)).

## Referenser

### *Tryckta referenser*

- Algerbo, P-A. & Ohlsson, P-O. 2003. Maskinkostnader – underlag och kalkylexempel. HIR Malmöhus.
- Axenbom, Å., Claesson, S., Nilsson, B. & Roos, J. 1988. Handla med beräkning – en enkel metod att välja rätt maskin. Institutionsmeddelande 88:01. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Bengtsson, N. 1987. Strängläggning av sten och jordkokor vid odling av potatis. Teknik för lantbruket 9. Jordbrukstekniska institutet.
- Eriksson, R. 2005. Resultat av kostnadskalkyler. Föreningen Skånes Maskinstationer.
- Grönwall, A. & Eriksson, T. 2001. Prisindex på jordbruks- och livsmedelsområdet 1966/67-2000. Sveriges Officiella Statistik. Rapport 2001:15, Statens Jordbruksverk.
- Hallefält, F. 2005. Rätt fältform ger bättre ekonomi. Potatis & Grönsaker nr 3 2005
- Helmke, F. 1994. Fahrgassen im Kartoffelbau. Kuratorium für Technik und Bauwesen, KTBL
- Larsson, K. 1997. Skonsam upptagning av potatis – förberedelser från vår till höst. Teknik för lantbruket 59. Jordbrukstekniska institutet.
- Sandal, E. 2006. Hvad er en god mekaniserings- og arbejdsstrategi? Plantekongress 2006, Dansk Landbrugsrådgivning
- SCB. 2006. Jordbruksstatistisk årsbok 2006. Sveriges officiella statistik. Statens Jordbruksverk. Statistiska Centralbyrån, SCB.
- Sturrock, F.G., Cathie, J.& Payne, T.A. 1977. Economics of scale in farm mechanisation. Occasional Papers No. 22. Economics Unit, Department of Land Economy, Cambridge University.
- Witney, B. 1995. Choosing and using farm machinery. Land Technology Ltd. Edinburgh, Storbritannien.

### *Internetreferenser*

- Agriwise. Områdeskalkyler 2006 - Fabrikspotatis. Sveriges lantbruksuniversitet. <http://www.agriwise.org/databoken/databok2k6/kalkyler2006/kalkyler.htm>. 2006-09-28. (Sidan kräver inloggning)
- Ekoforsk. Knöltillväxt och skördeutveckling hos olika potatissorter. Sveriges lantbruksuniversitet. [http://www.evp.slu.se/ekoforsk/Projekt/Resultat2004/Potatis\\_2004\(2\).pdf](http://www.evp.slu.se/ekoforsk/Projekt/Resultat2004/Potatis_2004(2).pdf). 2006-09-28
- LMP. Lantmästarprogrammets hemsida, odlingsblock, maskinkalkyl. Sveriges Lantbruksuniversitet. [http://www-lmp.slu.se/JBT/mina\\_webbplatser/minwebbplats/Odlingsblocket/Maskinkalkyl\\_2004\\_tre\\_plogar.xls](http://www-lmp.slu.se/JBT/mina_webbplatser/minwebbplats/Odlingsblocket/Maskinkalkyl_2004_tre_plogar.xls) . 2006-12-06
- MV. Ladda ner datafiler från avdelningen för jordbearbetning. Sveriges Lantbruksuniversitet. <http://www-mv.slu.se/jb/Dataprogram/jbdatakostnad.htm> . 2006-12-06