

Ulf Sikström, Helena Gålnander, Karin Hjelm, Jörgen Hajek och Lars Göran Sundblad, Skogforsk

Kalkyler beståndsanläggningskedjor – några exempel

I denna bilaga redovisas ekonomiska beräkningar för fyra olika beståndsanläggningskedjor.

I två fall baseras kedjorna på en svensk försöksserie med tio försök där två olika markberedningsmetoder testas (högläggning och inversmarkberedning) med efterföljande plantering av gran (Hallsby och Örlander 2004). Resultat finns redovisade upp till 18 år efter försöksanläggningen (Johansson et al. 2013). Det ena fallet representerar plantering av gran i norra Sverige baserat på åtta av försöken som är lokaliserade i Norrland (GRAN, N Sverige, G18; "FÖ-G18-N") och det andra på två av försöken som ligger i södra Götaland (GRAN, S Sverige, G30; "FÖ-G30-S").

De två övriga kalkylerna är av mer hypotetisk karaktär baserade bl.a. på data sammanställda i litteraturstudien (bilaga 2). I dessa fall representerar det ena fallet plantering av tall i norra Norrland (TALL, N Sverige, T20; "T20-N") och det andra fallet granplantering i södra Götaland (GRAN, S Sverige, G30; "G30-S"). Dessa två kalkyler innefattar fler markberedningsmetoder och dess effekter avser bedömda generaliserade effekter baserade på sammanställda försöksdata i bilaga 2.

Nedan beskrivs förutsättningar för och använda kostnader i kalkylerna. I kalkylerna har nuvärden för de tre ingående åtgärderna markberedning, plantering och röjning beräknats. Samtliga kostnader har diskonterats till år 0, d.v.s. tidpunkten för förnygringsavverkning. Räntan har satts till 2,5 %.

Markberedning

Markberedning utförs en växtsäsong efter avverkningen. Överlevnaden i kalkylerna för planterade gran och tallplantor anges nedan.

FÖ-G18-N: Ej mb 57 %; Hög 70 %; Invers; 80 % [medeltal från Johansson et al. (2013)].

FÖ-G30-S: Ej mb 58 %; Hög 71 %; Invers; 79 % [medeltal från Johansson et al. (2013)].

T20-N: Ej mb 40 %; Alla typer av mb 70 % (se bilaga 2).

G30-S: Ej mb 60 %; Alla typer av mb 80 % (se bilaga 2).

Kostnaderna baseras på uppgifter från skogsbruksföretag (Tabell 1).

Tabell 1. Kostnader för markberedning (kr/ha).

	Harv	Hög – Kont	Hög – Gräv Invers – gräv	Kicken	Carl-Oskar
N Sverige	2100	2000	4000	2400	–
S Sverige	2400	2200	4200	–	4500

Plantering

Plantering utförs en växtsäsong efter markberedning, d.v.s. två växtsäsonger efter avverkningen.

FÖ-G18-N: 2500 pl/ha; 1-årig täckrot (Hiko V 50 cm³) [enl. Johansson et al. (2013)].

FÖ-G30-S: 2500 pl/ha; 3-årig (1,5/1,5) barrot [enl. Johansson et al. (2013)].

T20-N: 2200 pl/ha; 1-årig täckrot (cc 50 cm³).

G30-S: 2500 pl/ha; 2-åriga täckrot (cc 90 cm³) om markberett; 2-årig "Plugg+ett" (täckrot omskolad till friland efter 1 år) om ej markberett.

Kostnaderna baseras på uppgifter från skogsbruksföretag (Tabell 2).

Tabell 2. Kostnader för plantering (kr/planta).

	Plantkostnad	Planteringskostnad	Snytbaggebehandling
N Sverige	1,30 (täckrot)	1,14 (om mb) 1,40 (ej mb)	0,52
S Sverige	2,58 (täckrot) 3,65 (plugg+ett)	1,70 (om mb) 2,60 (ej mb)	0,90

Röjning

Tidpunkter för röjning fastställdes med stöd av höjdotvecklingsfunktioner för tall, gran och björk (Elfving 1982) samt av granarnas och självföryngringens höjdotveckling i försöksserien redovisad av Johansson et al. (2013). För tall var principen att röja tidigast vid ca 1 m medelhöjd på huvudplantorna av tall eller vid en senare tidpunkt när både huvudstammar av tall och röstammar (främst glasbjörk) nått ungefär samma medelhöjd. För gran var principen att röja tidigast när huvudplantorna av gran var ca 1 m i medelhöjd och röstammarnas medelhöjd kunde accepteras att vara ca 50 % högre. I alternativet "G30-S" gjordes en andra röjning när huvudplantornas (gran) medelhöjd var ca 3 m.

Antal röstammar i de två försöken (FÖ-) är data från inventeringar (Johansson et al. 2013) och i de två hypotetiska exemplen är antalet rena uppskattningar, delvis baserade på data sammanställda i bilaga 2 (avsnitt 5.4).

FÖ-G18-N: Ej mb – 11 år efter avv.; 520 st/ha; 1,20 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Kont – 14 år efter avv.; 1970 st/ha; 1,87 m medelhöjd på röstammar.
Invers/Gräv – 14 år efter avv.; 1830 st/ha; 1,95 m medelhöjd på röstammar.

FÖ-G30-S: Ej mb – 7 år efter avv.; 2180 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Kont – 7 år efter avv.; 1830 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Invers/Gräv – 7 år efter avv.; 2440 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.

T20-N: Ej mb – 10 år efter avv.; 3000 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Harv – 10 år efter avv.; 6000 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Kont – 10 år efter avv.; 6000 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Gräv – 10 år efter avv.; 6000 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.
Kicken – 10 år efter avv.; 6000 st/ha; 1,0 m medelhöjd på röstammar.

G30-S: **Röjning 1:**
Ej mb – 6 år efter avv.; 6000 st/ha; 1,5 m medelhöjd på röstammar.
Harv – 6 år efter avv.; 12000st/ha; 1,5 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Kont – 6 år efter avv.; 12000 st/ha; 1,5 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Gräv – 6 år efter avv.; 12000 st/ha; 1,5 m medelhöjd på röstammar.
Karl-Oskar – 6 år efter avv.; 12000 st/ha; 1,5 m medelhöjd på röstammar.

Röjning 2:

Ej mb – 11 år efter avv.; 3000 st/ha; 2,5 m medelhöjd på röstammar.
Harv – 12 år efter avv.; 6000st/ha; 3,0 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Kont – 12 år efter avv.; 6000 st/ha; 3,0 m medelhöjd på röstammar.
Hög/Gräv – 12 år efter avv.; 6000 st/ha; 3,0 m medelhöjd på röstammar.
Karl-Oskar – 12 år efter avv.; 6000 st/ha; 3,0 m medelhöjd på röstammar.

Tidsåtgång för röjning uppskattades med prognosfunktioner av Torbjörn Brunberg, Skogforsk, (SLA Norr 1991) vilka är vidareutvecklade funktioner för röjningsprestationer ursprungligen framtagna av Bergstrand et al. (1986). Tidsåtgången är beroende av röstammarnas antal och deras medelhöjd (se Kunskap direkt daterad 2015-10-13).

Kostnaden för röjning beräknades utifrån en dagsverkskostnad på 2800 kr. Denna kostnad multiplicerades med tidsåtgången i dagsverken per ha beräknad med prognosfunktionen ovan.

Resultat – Ungskog vid 3 m höjd

Baserat på data från de åtta nordliga försöken i försöksserien redovisad av Johansson et al. (2013) uppskattades den totala diskonterade kostnaden för granföryngringen till ca 20 % och ca 40 % högre för beståndsanläggningskedjorna med kontinuerlig högläggning respektive inversmarkberedning utförd med grävare (Tabell 3). Detta jämfört med kedjan utan markberedning. För samma jämförelse på "intäktsidan" var granarnas överlevnad vid 3 m medelhöjd ca 20 % högre efter högläggning och ca 40 % högre efter inversmarkberedning samt att medelhöjden uppnåddes 3,5–4,0 år tidigare enligt Johansson et al. (2013). Kostnaden per överlevande planta var ungefär lika stor i alla beståndsanläggningskedjor (Tabell 3).

Tabell 3. Kostnader (kr/ha) och "intäkter" (olika mått på ungskogen vid 3 m höjd) för några beståndsanläggningskedjor när gran planteras på frisk fastmark med ståndortsindex G18 m i norra Sverige (FÖ-G18-N).

Variabel	Ej mb	Hög - kont	Invers - gräv
Kostnader			
Total kostnad, diskonterad till år 0	8 240 (100)	9 790 (119)	11 730 (142)
- andel markberedning	0	20	33
- andel plantering	93	72	60
- andel röjning	7	8	7
Total kostnad, "fullföryngrat" ¹	14 020 (100)	12 810 (91)	13 490 (96)
"Intäkter"			
Tidsvinst till 3 m höjd ² (år)	–	4,0	3,5
Överlevande plantor			
- plantor/ha	1425 (100)	1 750 (123)	2 000 (140)
- kr/planta	5,79 (100)	5,60 (97)	5,86 (101)

¹Kostnad med hänsyn taget till det antal plantor som krävs att uppnå ett plantantal på "100 % överlevnad" vid 3 m medelhöjd för det normala antalet plantor planterade (2500 plantor/ha). Inkluderar endast ökad plant- och planteringskostnad.

²Tidsvinst enligt Johansson et al. (2013).

Kalkylerna baserade på data från de två sydliga försöken (Johansson et al. 2013) gav totala diskonterade föryngringskostnader som var drygt 10 % högre för kedjan med invers jämfört med kedjorna med högläggning och utan markberedning (Tabell 4). För dessa kedjor på "intäktssidan" gav högläggning ca 20 % och inversmarkberedning ca 35 % högre antal överlevande granar vid 3 m medelhöjd och en tidsvinst på ca 1 år till den höjden enligt Johansson et al. (2013). Kostnaden per överlevande planta var dock liknande för de båda kedjorna där markberedning ingick och knappt 20 % lägre än för alternativet utan markberedning (Tabell 4).

För alla kalkylresultat baserade på Johansson et al. (2013) var röjningens kostnadsandel i stort sett konstant för både det nordliga alternativet (7–8 %) och det sydliga (5–6 %). Markberedningens andel av totala kostnaden var ca 20–30 % i norr och 15–25 % i söder (Tabell 3 och 4).

Tabell 4. Kostnader (kr/ha) och "intäkter" (olika mått på ungsbogen vid 3 m höjd) för några beståndsanläggningskedjor när gran planteras på frisk fastmark med ståndortsindex G30 m i södra Sverige (FÖ-G30-S).

Variabel	Ej mb	Hög - kont	Invers - gräv
Kostnader			
Total kostnad, diskonterad till år 0	15 350 (100)	15 300 (100)	17 340 (113)
- andel markberedning	0	14	24
- andel plantering	94	81	71
- andel röjning	6	5	5
Total kostnad, "fullföryngrat" ¹	25 830 (100)	20 340 (79)	20 620 (80)
"Intäkter"			
Tidsvinst till 3 m höjd ² (år)	–	1,0	1,0
Överlevande plantor			
- plantor/ha	1 450 (100)	1 775 (122)	1 975 (136)
- kr/planta	10,59 (100)	8,62 (81)	8,78 (83)

¹Kostnad med hänsyn taget till det antal plantor som krävs att uppnå ett plantantal på "100 % överlevnad" vid 3 m medelhöjd för det normala antalet plantor planterade (2500 plantor/ha). Inkluderar endast ökad plant- och planteringskostnad.

²Tidsvinst enligt Johansson et al. (2013).

För den hypotetiska tallplanteringen i norra Sverige uppskattades den totala diskonterade förnygringskostnaden till att vara 25–30 % högre för beståndsanläggningskedjorna som inkluderade harvning, kontinuerlig högläggning och Kicken jämför med icke markberett (Tabell 5). När högläggning med grävmaskin ingick i kedjan var den totala kostnaden ca 50 % högre. På "intäktssidan" skattades alla alternativ med någon from av markberedning att ha 75 % fler levande tallar när ungs kogens nått 3 m medelhöjd och denna höjd nåddes 2,5 år tidigare än utan markberedning. Kostnaden för en överlevande tall var 15 % lägre med "Hög-gräv" och knappt 30 % lägre där de tre övriga markberedningsalternativen ingick i kedjorna jämfört med plantering utan markberedning (Tabell 5).

Röjningens andel av totala kostnaden var liknande i alla tall-kedjor i norra Sverige (12–14 %) (Tabell 5). Markberedningens andel av totala kostnaden var ca 20–25 % för alla markberedningstyper utom för "Hög-Gräv" (34 %).

Tabell 5. Kostnader (kr/ha) och "intäkter" (olika mått på ungs kogens vid 3 m höjd) för några beståndsanläggningskedjor när tall planteras på frisk fastmark med ståndortsindex T20 m i norra Sverige (T20-N).

Variabel	Ej mb	Harv	Hög-Kont	Hög-Gräv	Kicken
Kostnader					
Total kostnad, diskonterad till år 0	7 670 (100)	9 570 (125)	9 480 (124)	11 430 (149)	9 870 (129)
- andel markberedning	0	21	21	34	24
- andel plantering	88	65	65	54	63
- andel röjning	12	14	14	12	13
Total kostnad, "fullförnygrat" ¹	17 790 (100)	12 230 (69)	12 130 (68)	14 080 (79)	12 524 (70)
"Intäkter"					
Tidsvinst till 3 m höjd (år)	–	2,5	2,5	2,5	2,5
Överlevande plantor					
- plantor/ha	880 (100)	1 540 (175)	1 540 (175)	1 540 (175)	1 540 (175)
- kr/planta	8,72 (100)	6,22 (71)	6,15 (71)	7,42 (85)	6,41 (73)

¹Kostnad med hänsyn taget till det antal plantor som krävs att uppnå ett plantantal på "100 % överlevnad" vid 3 m medelhöjd för det normala antalet plantor planterade (2500 plantor/ha). Inkluderar endast ökad plant- och planteringskostnad.

För den hypotetiska granplanteringen i södra Sverige uppskattades den totala diskonterade förnygringskostnaden till att vara ca 5 % lägre med de kontinuerliga markberedningsmetoderna harvning och högläggning samt ca 5 % högre med högläggning utförd med grävare och för Karl-Oskar (Tabell 6). I dessa gran-alternativ uppskattades alla markberedningsalternativ ge drygt 30 % högre plantöverlevnad vid 3 m medelhöjd på granarna och denna höjd nåddes 1,5 år tidigare jämfört med kedjan utan markberedning. Det var 20–30 % lägre kostnad per överlevande gran för alla kedjor där markberedning ingick än i kedjan utan markberedning (Tabell 6).

I kedjan utan markberedning var röjningens andel av totala kostnaden drygt hälften (14 %) av den i kedjorna med markberedning (21-23 %) (Tabell 6). Markberedningens andel av totala kostnaden var ca 10 % för de två kontinuerliga metoderna och ca 20 % för de två utförda med grävare.

Tabell 6. Kostnader (kr/ha) och "intäkter" (olika mått på ungsbogen vid 3 m höjd) för några beståndsanläggningskedjor när gran planteras på frisk fastmark med ståndortsindex G30 m i södra Sverige (G30-S).

Variabel	Ej mb	Harv	Hög-Kont	Hög-Gräv	Karl-Oskar
Kostnader					
Total kostnad, diskonterad till år 0	19 780 (100)	19 070 (96)	18 880 (95)	20 830 (105)	21 120 (107)
- andel markberedning	0	12	11	20	21
- andel plantering	86	65	65	59	58
- andel röjning	14	23	23	21	21
Total kostnad, "fullförnygrat" ¹	31 120 (100)	22 150 (71)	21 960 (71)	23 910 (77)	24 200 (78)
"Intäkter"					
Tidsvinst till 3 m höjd (år)	–	1,5	1,5	1,5	1,5
Överlevande plantor					
- plantor/ha	1500 (100)	2 000 (133)	2 000 (133)	2 000 (133)	2 000 (133)
- kr/planta	13,18 (100)	9,54 (72)	9,44 (72)	10,41 (79)	10,56 (80)

¹Kostnad med hänsyn taget till det antal plantor som krävs att uppnå ett plantantal på "100 % överlevnad" vid 3 m medelhöjd för det normala antalet plantor planterade (2500 plantor/ha). Inkluderar endast ökad plant- och planteringskostnad.

Slutsatser

De redovisade kalkylerna för de fyra beståndsanläggningskedjorna visar att:

- När markberedning ingår i kedjan blir totala kostnaden oftast högre, men man erhåller i regel en tätare ungskog av det planterade huvudträdslaget (gran eller tall) vid ca 3 meters höjd på ungskogen, och den höjden uppnås något eller några år tidigare, jämfört med ett alternativ utan markberedning innan plantering.
- Räknat som kostnad per överlevande planta var den oftast lägst i kedjorna där markberedning ingick.
- Det är viktigt att påpeka att de redovisade kalkylerna ska ses som några exempel, delvis baserade på försöksdata, men även på flera antaganden. Detta ger en viss osäkerhet i resultaten och det finns behov av mer omfattande känslighetsanalyser där bl.a. olika ingående åtgärder, tidpunkt för och effekten av en åtgärd samt kostnad och ränta varierar på olika sätt.

Referenser

Bergstrand K.-G., Lindman J. och Petré E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Skogsarbeten, Redogörelse Nr. 7. 23 s. ISSN 0346-6671

Elfving B. 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976–1979. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsvetenskapliga fakulteten, Projekt HUGIN, Rapport Nr. 27. 87 s. + bilagor. Umeå.

Hallsby G. and Örlander G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. *Forestry* 77: 107–117.

Johansson K., Nilsson U. and Örlander G. 2013. A comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry* 86: 91–98.

SLA Norr. 1991. Prognosunderlag – Motormanuell röjning och förrrensning. Centraltryckeriet Skellefteå 91-04.