

## Inversmetoden

– framtidens markberedning?

- Inversmetoden innebär att marken bereds genom att en grop grävs i marken, varpå den uppgrävda torvan med mineraljord läggs tillbaka.
- Plantorna växer bättre och överlever i större utsträckning efter inversmarkberedning än efter andra, mer traditionella metoder.
- Inversmetoden saknar flera av nackdelarna med andra markberedningsmetoder. Ur naturvårdssynpunkt innebär metoden fördelar då arealpåverkan blir mindre än vid traditionell markberedning.



Foto: Göran Örlander

*Granplanta som planterats efter inversmarkberedning. Tre år efter plantering, Asa försökspark.*

**F**å metoder inom skogsbruket har varit så omdebatterade som markberedning, och speciellt hyggesplogning. Detta trots att de oftast ger ett mycket bra förnyingsresultat. Det finns dock ett antal problem med dagens markberedningsmetoder:

1. Plantering i tiltan medför att plantan exponeras. Detta kan innebära risk för uttorkning, uppfrysning samt skador av vind och vårvintersol.
2. Harvning och hyggesplogning kan bidra till ensidigt utvecklade rotsystem och därmed på sikt stabilitetsproblem.
3. Självförnygrade plantor markbereds "sönder".
4. Det finns en risk att skogsproduktionen ej är långsiktigt uthållig.
5. Risk för näringsutlakning till omgivande vattensystem.
6. Risk för förändrad avrinning p.g.a. "dikningseffekter".
7. Risk för utarmning av flora och fauna p.g.a. markstörning.
8. Risk att fornminnen plöjs upp.
9. Hygget blir svårframkomligt och fult.

Det är därför önskvärt att utveckla ny metodik för markberedning.

### Stort ingrepp ej nödvändigt

Det kanske största problemet med markberedning är att den upplevs som ett svårt ingrepp i natur- och kulturmiljön. Dessa miljöeffekter är starkt knutna till ingreppets omfattning, dvs. totalt påverkad areal och markberedningsdjup.

För att erhålla en god etableringsmiljö behöver man endast påverka ca 0,5 m<sup>2</sup> runt varje planta. Om det är tekniskt möjligt bör därför markberedningen ske fläckvis. Det finns dessutom sällan biologiska skäl att markbereda djupare än 2 dm. Med dessa restriktioner bör inte markberedningen ge en allvarlig miljöstörning.

### Markbearbetning orsakar högläggningseffekten

Det är väl känt att man kan förbättra

plantornas etablering genom att plantera i högar eller i tiltor. En viktig utgångspunkt i min forskning har under senare år varit att fastställa vad denna högläggningseffekt består av. I två pilotförsök utförda på frisk mark i Småland och Västerbotten har jag visat att det *inte* är planteringspunktens höjd över mark som viktigast för resultatet. Det avgörande är att det är höglagt, dvs. att marken är bearbetad. Denna forskning öppnade möjligheten att teoretiskt "konstruera" en ny förbättrad markberedningsmetod – inversmarkberedningen var född!

### Flera inversförsök

Forskningen kring inversmetoden (hädanefter kallad "invers") har pågått sedan 1985. Den har som mål att ta tillvara högläggningens eller hyggesplogningens fördelar men begränsa dess nackdelar. Här redovisas dels ett försök som startade 1993 på flera platser i landet, dels ett som startade 1986 i Småland och Västerbotten.

### Försök över hela landet

I försöket som påbörjades 1993 testas tre olika markberedningsalternativ (se fig.1):

1. Kontroll (ingen markberedning)
2. Invers
3. Hög

Högläggningen utfördes med grävskopa. Inversmarkberedningen utfördes genom att med grävskopan gräva upp, vända, och därefter lägga tillbaka tiltan med jord i det uppgrävda hålet.

För att minimera störningen markbereddes ca 0,5 m<sup>2</sup> stora fläckar runt varje planta. Dessutom begränsades bearbetningsdjupet till ca 2 dm. I både högläggnings- och inversalternativet eftersträvades 10–20 cm mineraljordstäckning av den omvända humustiltan. Markberedningen utfördes hösten 1993 och våren 1994 planterades samtliga ytor med gran.

### Försökslokaler

I försöket ingår totalt 12 försökslokaler, med spridning från Norrbotten till Småland. Lokalerna representerar relativt god skogsmark, lämplig för plantering av gran. Torra respektive fuktiga områden undveks vid etableringen av försöksytorna. Då de enskilda provytorna är relativt stora (50x100 m) är förhoppningen att resultaten ska kunna generaliseras till en relativt stor areal skogsmark.

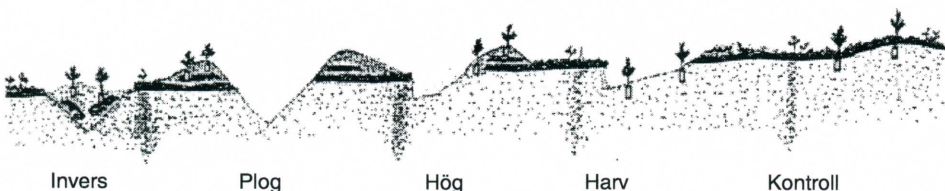
### Invers gav högst överlevnad

Hösten 1996 inventerades överlevnad och tillväxt på alla lokaler. Inversmarkberedning gav den största överlevnaden, 84 % i genomsnitt (tab. 1 och fig. 2). Högläggning gav i genomsnitt 69 % överlevnad, medan kontrollerna gav ca 67 %. Resultatet drogs ned av försöket i Gävle där avgången var kraftig för alla led.

### Invers minskar torka och insektsangrepp

Avgångarna i norra Sverige var ovanligt stora redan första året efter utplantering. Detta kan förklaras med den ovanligt varma och torra sommaren 1994, och att plantorna sattes sent på säsongen. Detta drabbade särskilt hårt plantor satta i hög, och speciellt de plantor som ej planterats tillräckligt djupt.

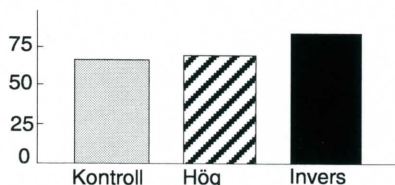
På lokalerna i Gävle drabbades försöken av omfattande snytbaggesskador. Detta trots att plantorna behandlats med permetrin före planteringen. Ny erfarenhet från försök i södra Sverige visar dock att en engångsbehandling med permetrin inte räcker som snytbaggesskydd, speciellt om plantan är liten vid utplanteringen. Resultat från ett försök i Småland visar att plantor satta efter invers klarat torka betydligt bättre än om plantorna satts i högar på omvänd torva. Invers skyddar plantorna mot snytbaggangrepp. Minst skador erhöles när plantering skedde i mineraljordshögar som lagts på mineraljord (tab. 3).



**FIGUR 1. Principskiss som visar olika markberedningsmetoder. Plog betyder plogning, hög betyder högläggning och harv står för harvning.**

**TABELL 1. Överlevnad % hösten 1996, tre år efter plantering**

Lokal	Försöksled		
	Kontroll	Hög	Invers
Vilhelmina	88,6	78,8	85,6
Lycksele	87,8	78,2	95,3
Ålvsbyn	80,9	90,7	96,6
Sollefteå	68,0	64,9	89,8
Gävle	12,5	27,6	55,1
Asa	63,1	73,3	82,9
<b>Medelvärde</b>	<b>66,8</b>	<b>68,9</b>	<b>84,2</b>



**FIGUR 2. Överlevnad i medeltal för alla försökslokaler tre år efter plantering.**

**Bäst tillväxt med invers**

Höjdtutvecklingen visar på de flesta lokaler en tydlig trend med bästa tillväxt efter invers, näst bäst efter hög, och sämst för plantor satta utan markberedning (tab. 2 och fig. 3). I genomsnitt var plantorna 29 cm för invers, 26 cm för hög och 21 cm för kontrollerna. Höjdtutvecklingen var som väntat mycket bättre på lokalerna i södra Sverige, där medelhöjden var ca 65 cm om plantorna satts i invers.

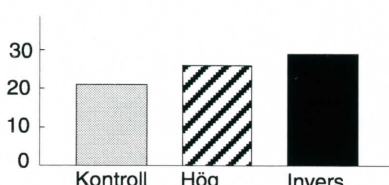
Sämst höjdtutveckling visade försöken i Vilhelmina. Ytorna där drabbades vintern 1995/96 av mycket svåra betningsskador, men skadegöraren har ännu ej identifierats. Plantorna betades främst från toppen. Skadorna var speciellt allvarliga på de plantor som hade vuxit bra året före.

**TABELL 3. Andel plantor som dödats av snytbagge under de tre första åren efter plantering samt andel plantor med slokande skott p.g.a. torra ca 1,5 månad efter plantering. Försöken utfördes i Växjö**

Markberedning	Andel plantor (%)	
	Snytbagge-skador	Slokande skott p.g.a. torra
Kontroll	69	45
Hög på mineraljord	8	8
Hög på omvänd torva	20	65
Invers	16	17

**TABELL 2. Medelhöjd hösten 1996, tre år efter plantering**

Lokal	Försöksled		
	Kontroll	Hög	Invers
Vilhelmina	19,1	14,5	15,7
Lycksele	15,0	21,1	23,5
Ålvsbyn	11,9	20,3	21,2
Sollefteå	12,7	22,0	21,2
Gävle	19,9	18,5	27,2
Asa	46,6	59,7	64,7
<b>Medelvärde</b>	<b>20,9</b>	<b>26,0</b>	<b>28,9</b>



**FIGUR 3. Planthöjd i medeltal för alla försökslokaler tre år efter plantering.**

**Större skillnader med tiden**

Vid återbesök skilde sig plantornas vitalitet och tillväxt åt betydligt mer än vad som framgår av ovanstående resultat. De plantor som satts efter inversmarkberedning och i viss mån efter högläggning visade ett betydligt kraftigare växtsätt och en grönare färg än kontrollplantorna. Det är därför troligt att skillnaderna mellan försöksleden kommer att öka under de närmaste åren.

Skillnaden i tillväxt mellan invers, hög och kontroll motsvarade nästan helt de skillnader som uppmättes efter tre år vid försöket i Västerbotten (se nedan). Där ökade skillnaderna stort redan till inventeringen år 5. Det ska därför bli spännande att följa utvecklingen ytterligare två år, då den sista planerade mätningen utförs.

**Tioårigt inversförsök gav liknande resultat**

I ett försök i Västerbotten finns data från 10 år. De visar en tydlig överlägsenhet för invers jämfört med t.ex. harvning och högläggning. Detta försök bedrevs i Kulbäcksliden, Vindeln, på en yta som kalhöggs vintern 1984/85. Här testades fem olika markberedningsmetoder (invers, plöjning, högläggning, harvning och ingen markberedning, fig. 1). Dessa utfördes i september 1986. Behandlingarna upprepades åtta gånger inom hygget. Totalt planterades 1 600 gran-

och contortatallplantor ut på 17 ha.

**Invers fungerade även här**

Efter tio års behandling hade inversmetodens plantor den högsta stamvolymproduktionen. Jämfört med övriga behandlingar gav inversmetoden dubbelt så stor stamvolym hos både contortatall och gran (tabell 4).

Plantorna i försöket började skilja sig åt i höjd under den tredje växtsäsongen och skillnaderna ökade under följande år. För både gran och contortatall gav inversmetoden de bästa resultaten. Jämfört med högläggning eller harvning ökade inversmetoden tillväxten med 35 % och jämfört med ingen markberedning alls ökade tillväxten med 100 % (fig. 4).

Plantornas överlevnad var högst efter inversmarkbearbetning och plöjning, men skillnaden var endast signifikant jämfört med områdena utan markberedning (tabell 5).

**Skador**

Andelen skadade plantor var liten hos både gran och tall och överskred sällan 10 %. Skadefrekvensen skilde sig mycket lite åt mellan de olika behandlingarna.

**Varför fungerar invers?**

Resultaten från studien i Kulbäcksliden stämmer väl överens med resultaten från studien som utförts över hela landet. Plantornas positiva svar på inversmarkberedning beror antagligen på en kombination av god tillgång till vatten och till mineralnäringsämnen. Mätningar av temperatur och jorduppvärmning på våren visade att där inversmetoden använts var förhållandena goda för en tidig och stor rottillväxt. Uppvärmningen börjar tidigare och jorden värms upp djupare ner vid inversmarkberedning jämfört med vid övriga metoder.

Det är dock inte troligt att enbart ovanstående orsaker kan förklara de stora skillnaderna i tillväxt. Jag föreslår därför att en huvudorsak till att inversmetoden ger en ökad tillväxt är en ökad tillgång på mineralnäringsämnen från den nedbäddade

**TABELL 4. Markberedningens betydelse för stamvolymen hos gran och contortatall, tio år efter plantering**

Markberedning	Volym (dm <sup>3</sup> )	
	Contortatall	Gran
Invers	5,47	0,99
Plog	3,19	0,55
Hög	2,40	0,28
Harv	2,80	0,29
Kontroll	1,13	0,05

**TABELL 5. Effekter av markberedning på överlevnaden hos contortatall och gran, tio år efter plantering**

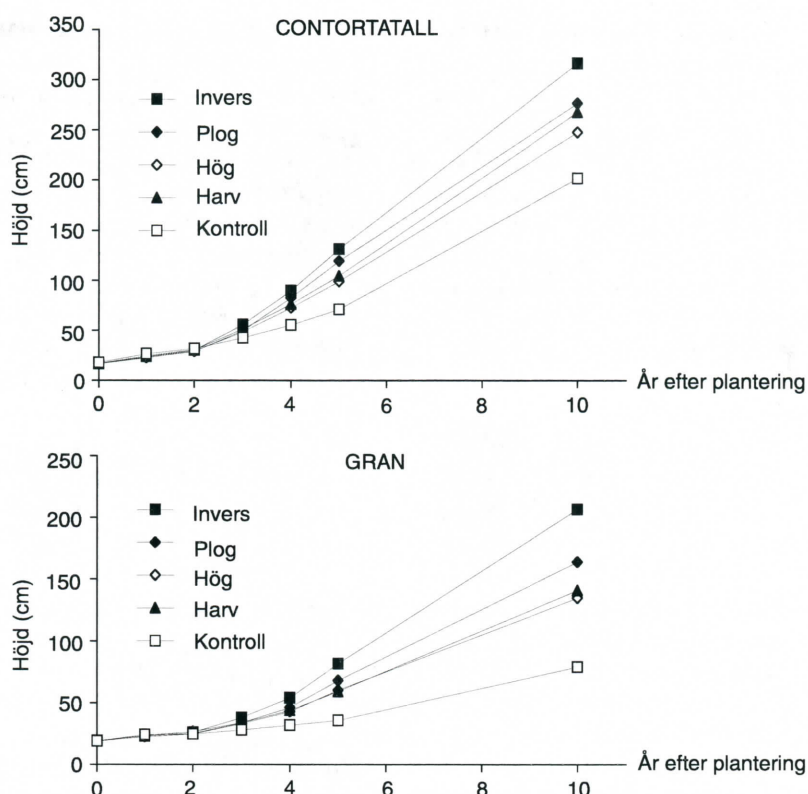
Markberedning	Överlevnad (%)	
	Contortatall	Gran
Invers	98	98
Plog	98	100
Hög	90	96
Harv	86	95
Kontroll	72	70

humustorvan. Detta bekräftas av nya försök där vi studerar upptag av kväve för plantor satta i invers och i några andra metoder. En hög jordtemperatur i kombination med en god tillgång på vatten gynnar en ökad mikrobiell aktivitet vilket gynnar mineraliseringen. Inversmetoden kan också öka antalet dagar som det organiska materialet inte blir kallare än 0°C. När jorden fryser minskar mineraliseringen dramatiskt.

## Miljö

Teoretiskt kan inversmetoden halvera den bearbetade ytan jämfört med högläggning. I försöket i Asa blev arealpåverkan för kontrollerat 7 %, för inversmarkbearbetning 39 % och för högläggning 51 %. Genom att utveckla ny teknik borde arealpåverkan efter invers kunna bli betydligt lägre. En väsentlig fördel med inversmetoden är att marken blir plan efter ingreppet.

I dag finns inget speciellt utvecklad teknik för inversmarkberedning. Så-



**FIGUR 4. Markberedningens effekter på contortatall- och granplantornas höjdutveckling tio år efter plantering. Försöket utfördes på Kulbäckslidens försöks-park, Vindeln.**

väl försök som viss praktisk tillämpning görs därför med konventionella grävmaskiner.

## Tillämpning

Inversmarkberedning har fungerat bra på de flesta marker där metoden provats. Metoden har ännu inte prövats på fuktig mark. Där finns en risk för att plantorna hamnar för lågt och att rötterna drabbas av syrebrist.

## Ämnesord

Markberedning, invers, plantering, *Pinus contorta*, *Picea abies*.

## Litteratur

Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P., Wilhelmsson, C. 1997. Inverting site preparation increases growth of Norway spruce and Lodgepole pine seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12, in press.

Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson C. 1991. Markberedningens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. *Institutionen för skogsskötsel, SLU. Rapport 33: 1-92.*



Göran Örlander är docent och vetenskaplig ledare för Asa försöks-park, SLU, 360 30 Lammhult. Tel 0472-63000, fax 0472-63063. E-post: Goran.Orlander@afp.slu.se

**FAKTA  
SKOG**

**Ansvarig utgivare:** Johan Elmberg  
**Redaktör:** Anna Burman

**Prenumeration och distribution:**

**Pris:**  
**Tryck:**

SLU Kontakt, Box 49, 230 53 ALNARP  
SLU Informationsavd., Box 7057, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20  
E-post: Anna.Burman@cf.slu.se  
Sveriges lantbruksuniversitet  
SLU Publikationstjänst  
Box 7075, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54  
300 kr + moms (även lösnnummerförsäljning)  
Sveriges lantbruksuniversitet  
ISSN 1400-7789 © SLU 1997

