



Institutionen för skogsskötsel

Examensarbeten
2006-9

Plantetablering och tillväxt för sådd och planterad tall 2-5 år efter markberedning med harv eller Huminmix- teknik inom Holmen Skog distrikt Norsjö

Seedling establishment and growth of direct seeded and planted Scots pine seedlings 2-5 years after soil scarification with disc trencher or Huminmix-technique within Holmen Skog district Norsjö

Håkan Åström

Examensarbete i ämnet skogshushållning

Handledare: Urban Bergsten

Examinator: Tomas Nordfjell

Institutionen för skogsskötsel
Sveriges lantbruksuniversitet
Umeå 2006

**Plantetablering och tillväxt för sådd och planterad tall 2-5 år efter
markberedning med harv eller Huminmix-teknik inom Holmen Skog distrikt
Norsjö**

*Seedling establishment and growth of direct seeded and planted Scots pine seedlings
2-5 years after soil scarification with disc trencher or Huminmix-technique within
Holmen Skog district Norsjö*

Håkan Åström

Sammanfattning

Syftet med examensarbetet var att jämföra det miljömässigt skonsamma markberedningsaggregatet Huminmix (med möjlighet till både fräsning/HMMspår, fläkning/HMMLångfläck och högläggning/HMMhög) med konventionell harv vad gäller plantetablering och tillväxt efter sådd och plantering av tall. Under juni - juli 2005 inventerades 34 sådda och 6 planterade bestånd från 2000 - 2004, (dvs. 1 till 5 år gamla) av lav- och lingon/blåbärstyp på Holmen Skog AB: s marker i distrikt Norsjö i Västerbotten. Huminmixaggregatet hade använts för att göra frässpår i de sådda bestånden och högläggning i de planterade bestånden (HMMLångfläck har först under 2006 börjat användas praktiskt för sådd). De studerade bestånden hade enligt beståndsdata såtts maskinellt med samma frögiva. Den maskinella såddtekniken antogs ha fungerat på likvärdigt sätt för harv- och Huminmixekipagen. Bestånden valdes ut parvis där det till varje bestånd som markberetts med Huminmix utvaldes ett motsvarande harvat bestånd. Paren valdes ut så att SI, vegetationstyp, grundförhållanden, jordart, markfuktighet, höjd över havet, exponering samt ASIO skulle vara så lika som möjligt. I varje bestånd inventerades 20 provytor jämt spridda över beståndet, varje provyta utgjordes av 1 meter i markberedningsspåret i såddbestånden medan de planterade bestånden inventerades med cirkelytor (radie 1.78 meter).

Både harvade och Huminmixberedda bestånd hade mer än väl godkända föryngringar enligt skogsvårdslagens § 6. Plantantalet efter sådd var generellt högt för båda vegetationstyperna (ca 5 000-15 000 st/ha). Ingen av markberedningsmetoderna hade medfört signifikant fler antal vitala plantor per meter markberedning än den andra på vare sig lav eller bärristyp i bestånd sådda åren 2000 – 2002. Harvning hade dock generellt medfört en något högre plantetablering än HMMspår och för år 2003 var skillnaden signifikant. Skillnaden var dock enligt maskinens förare till stor del orsakad av det såddaggregat som började användas detta år (alltför låg frögiva vid låg basmaskinshastighet). Eftersom dagens såddteknik sprider frön relativt brett medför harvens breda spår att risken minskar, jämfört med HMMspår, att frön hamnar vid sidan av markberedningen. Procent störd markyta var mer än dubbelt så hög efter harvning (ca 30 % + tiltans bredd) jämfört med HMMspår (ca 15 %). HMMspår hade medfört signifikant högre (ca 40 %) antal vitala plantor per kvadratmeter markberedning jämfört med harven på såddår 2000 och 2001 på båda vegetationstyperna vilket tyder på att tekniken skapat ett bra substrat för plantbildning. Harvning hade medfört signifikant högre tillväxt (ca 40 %) i lavmarksbestånd för såddår 2000 (omvänd situation för 2001, dock ej signifikant) samt i bärrisbestånden för såddår 2000 och 2001. Regressionsanalyser antyder ett positivt samband, förmodligen temperaturrelaterat, mellan spårbredd och tillväxt för bestånd sådda år 2000 och 2001 vilket kan förklara tillväxtskillnaderna mellan metoderna. I de planterade bestånden fanns inga skillnader angående antal vitala plantor per hektar mellan markberedningsmetoderna. Bestånd planterade år 2001 hade 20 % högre tillväxt efter markberedning med HMMhög jämfört med harvning.

Inställningen HMMspår är alltså skonsam sett till andelen påverkad areal och medför även bättre plantetablering per störd markyta jämfört med harv. Dagens harvteknik, i kombination med den såddutrustning som används, verkar dock ge ett något högre plantantal per hektar vid sådd. Harven verkar ge bättre tillväxt oavsett vegetationstyp 4 – 5 år efter sådd i jämförelse med HMMspår av den bredd som använts i de inventerade bestånden medan högläggning med Huminmixaggregatet verkar ge bättre tidig tillväxt än harvning, vid plantering. Humustjockleken verkar påverka plantetableringen vid sådd mer efter markberedningstyp HMMspår än efter harvning. Huminmix-tekniken skulle därför kunna användas något annorlunda än idag vid sådd, HMMLångfläck bör användas i större utsträckning eftersom ökad mineraljordsexponering/värme därmed erhålls (har använts inom Holmen även på tjockare humustäcken under 2006). Ett annat alternativ kan vara att öka spårbredden. Det skulle vara möjligt att minska frögivan och samtidigt bibehålla en hög plantbildning om frösläppets precision förbättrades. Vid plantering verkar inställningen HMMhög fungera bra som den redan är utformad.

Huminmix plats i Holmen Skogs beslutsstöd för val av markberedningsmetod beror på om föryngringsmetoden är plantering eller sådd. Den flexibla konstruktion som gör att Huminmix kan ställas om från smala frässpår till lite radikalarare uppfläta sträckor på upp mot 2.5 m till fräshögar gör att den borde kunna användas i flertalet beståndstyper. HMMspår bör användas för sådd i områden med tunnare humustäcken och framförallt i renkötselområden. HMMLångfläck är troligtvis lämpligare för sådd (och ev. naturlig föryngring) vid tjockare humustäcken och HMMhög bör användas i de områden där man idag använder fläckmarkberedning eller harv för plantering.

Abstract

The objective of this work was to compare the environmentally gentle soil scarification technique Humimix (with possibilities to do track-grinding/HMMspår, long-scraping/HMMLångfläck and mounding/HMMhög) with conventional disc trencher, concerning seedling establishment and growth of direct seeded and planted Scots pine seedlings. Inventories were made during June and July 2005, in 34 seeded and 6 planted stands from 2000 – 2004 (1- 5 years old) of lichen- and myrtillus/vaccinum-type in Holmen Skog AB's district Norsjö in Västerbotten. The Humimix-technique had been used for HMMspår in the seeded stands and for HMMhög in the planted stands (HMMLångfläck has been used from the year 2006 for direct seeding). The studied stands had been seeded with the same amount of seeds according to stand data. The seeding-technique was expected to work equally efficient for the disc trencher- and Humimix-method. The stands were selected as pares, i.e., one stand scarified with disc trencher was selected for each stand scarified with Humimix. The pares were selected so that site index, vegetation type, ground conditions, soil moisture, m.a.sl., exposition, etc., were as equal as possible. In each stand 20 sample plots were inventoried. Each sample plot was represented by 1 meter in the scarified track in the seeded stands while the planted stands were inventoried by using circle plots (1.78 m radius).

All the stands scarified by disc trencher and Humimix-technique were regarded as more than in compliance with the forest act (§ 6). The number of plants per ha after sowing was generally high for both vegetation types (5000 – 15000 per hectare). No scarification method had significantly more vigorous plants per meter scarification than the other in stands sown in 2000 – 2002. Disc trencher had generally higher plant establishment than HMMspår, with a significant difference in 2003. However, this difference was according to the scarification entrepreneur probably caused by the seeding equipment that was changed this year (too few seed were sown at low advance speed). Since the seeding technique of today spreads the seeds relatively wide, the wider patches of the disc trencher reduces the risk for the seed to land beside the scarified patch. The percent disturbed soil surface was more than double for the disc trencher (approx. 30 % + the width of the ridge), compared to HMMspår (approx. 15 %). HMMspår-stands had significantly higher (approx. 40 %) vigorous plants per scarified square meter compared with disc trencher stands in 2000 and 2001 for both lichen- and myrtillus/vaccinum-type. This indicates that the Humimix technique creates a good substrate for seedling establishment. The disc trencher had brought about significantly higher plant growth (approx. 40 %) in stands of lichen type for seed year 2000 (the situation was the opposite in 2001 but not significant) and in stands of myrtillus/vaccinum-type for seed year 2000 and 2001. Regression analyses suggest a positive relation, presumably related to temperature, between track width and plant growth for stand seeded in 2000 and 2001. This could explain the differences in growth between the two scarification methods. In the planted stands there were no difference between the two scarification methods concerning vigorous plants per hectare. Stands planted in the year 2001 had brought about 20 % higher plant growth after scarification with Humimix technique compared to disc trencher.

The setting HMMspår is environmentally gentle and results in better plant establishment per square meter of scarified area compared to the disc trencher. The disc trencher technique, in combination with the used seeding equipment, of today seems to result in somewhat higher numbers of seedlings per hectare. The disc trencher seems to result in better plant growth regardless of vegetation type 4 – 5 years after seeding compared to HMMspår with the track width used in the stand inventoried while mounding with Humimix technique (HMMhög) seems to result in improved early growth compared to disc trencher, in planted stands. The humus thickness seems to affect plant establishment after direct seeding more if HMMspår is used instead of disc trencher. The Humimix technique therefore could be used differently than today when sowing. HMMLångfläck should be used to a greater extent on soils with thicker humus layer because it leads to higher exposition of mineral soil/heat. Another alternative could be to use wider wheels that make the scarified track wider. It would be possible to reduce the number of sown seeds and at the same time retain a good plant establishment if the seed release is improved. When planting the setting HMMhög seems to work fine as it is used today.

The place of the Humimix-technique in Holmen Skog's decision support for selection of scarifying technique depends on whether the reforestation method is planting or sowing. The flexible construction that makes it possible for the Humimix to change from narrow grind tracks to more radical 2.5 m long scraped patches, to mounding makes it possible to use it in several types of stands. HMMspår should be used for sowing in areas with thin humus thickness, and especially in areas with reindeer herding. HMMLångfläck is probably more suitable for sowing (and possible natural regeneration) on soils with thicker humus layer and HMMhög should be used in areas where patch scarification or disc trencher normally is used for planting.

Innehållsförteckning

INLEDNING	5
<i>BAKGRUND</i>	5
<i>GENERELLA EFFEKTER AV MARKBEREDNING</i>	5
<i>UTVECKLING MOT MILJÖMÄSSIGT SKONSAM MARKBEREDNING MED BEAKTANDE AV PLANTOR OCH FRÖNS KRAV OCH TOLERANSER</i>	7
<i>MARKBEREDNINGSKONCEPTEN HARVNING OCH HUMINMIX</i>	7
<i>Harvning</i>	7
<i>Huminmix</i>	8
SYFTE, HYPOTES OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	9
MATERIAL OCH METODER.....	10
<i>MATERIAL.....</i>	10
<i>METODER.....</i>	12
RESULTAT.....	12
<i>PLANTETABLERING EFTER SÅDD</i>	12
<i>PLANTTILLVÄXT EFTER SÅDD</i>	18
<i>PLANTETABLERING OCH TILLVÄXT EFTER PLANTERING</i>	21
<i>HUMUSTJOCKLEK & SPÅRBREDD/MARKSTÖRNING</i>	22
DISKUSSION.....	23
<i>PLANTETABLERING EFTER SÅDD</i>	23
<i>PLANTTILLVÄXT EFTER SÅDD</i>	24
<i>PLANTETABLERING OCH TILLVÄXT EFTER PLANTERING</i>	24
<i>HUMUSTJOCKLEK OCH SPÅRBREDD/MARKSTÖRNING</i>	25
SLUTSATSER	25
TACK.....	27
REFERENSER	28
<i>SKRIFTLIGA</i>	28
<i>MUNTLIGA.....</i>	30
<i>INTERNET</i>	30

Inledning

Bakgrund

Ny skog kan etableras på olika sätt, bl.a. beroende på om föryngringsmaterialet är frön eller plantor. Frön kan spridas av fröträd som ställts ut i fröträdställning, s.k. naturlig föryngring, manuellt med t ex såddhjul och maskinellt med såddaggregat. Plantering kan utföras antingen manuellt eller med maskin. Under 1800-talet etablerades ny skog genom naturlig föryngring som också var den vanligaste föryngringsmetoden till i början på 1900-talet. Därefter blev sådd och plantering ett komplement till naturlig föryngring (Bergsten *et al.* 2003). Sedan 1960-talet fram till slutet av 1980-talet har kalhuggning med efterföljande markberedning och plantering varit den dominerande föryngringsmetoden (Mattsson 2002). Naturlig föryngring har använts på ca 25 % av föryngringsarealen de senaste decennierna och skogssådd har ökat sedan slutet av 90-talet (Bergsten *et al.* 2003).

Varken sådd eller plantering som sker direkt på eller i humustäcket ger ett bra föryngringsresultat. Innan sådd eller plantering utförs är det därför nödvändigt med någon form av markbehandling. Till markbehandling räknas skyddsdikning, hyggesbränning och olika former för markberedning.

Redan på 1800-talet insåg man markberedningens betydelse eftersom plantorna vanligtvis klarade sig bättre om vegetationen närmast runt plantan tagits bort före plantering (Anon. 2005a). Ursprungligen skedde markberedning för hand med olika typer av hackor; exv. klo-, pik-, eller flåhacka. Med hackan rev man bort fläckar av marktäcket för att blottlägga mineraljorden. Arbetet var mycket tidsödande. Man började därför markbereda med hästdragna markberedare. Den enklaste var klösharven, gjord av en två meter lång stock, helst rotstocken av en risig gran. Alla grenar var avkapade, med bara tre decimeter långa stumpar kvar (Anon. 2005a). Fram till 1940 var manuell markberedning den dominerande metoden. Hyggesbränning som markberedningsmetod fick en bred användning i de boreala delarna av Europa efter 2: a världskriget. Under 1950-talet började man dock oroa sig för ett samband mellan brand och minskad jordfertilitet samt risken för låg överlevnad på brända marker p.g.a. angrepp av rotmurkla, *Rhizina undulata* och insektsangrepp (Savill *et al.* 1997).

Oron för negativa konsekvenser av bränning och teknikutvecklingen under 1960-talet ledde till en övergång mot maskinell fläckmarkberedning och plogning. Idag är maskinell markberedning sedan länge helt dominerande (Lundmark 1988). Markberedning med maskin utförs antingen intermittent eller kontinuerligt beroende på vilket markberedningsmetod som väljs. Intermittenta metoder som kan göra högar och fläckar är: fläckmarkberedning, fräsning (Huminmix och Humix) och högläggning. Kontinuerliga metoder som gör sammanhängande spår är: plog, harv och fräs (Huminmix). Även riktade metoder finns med kranspetsmonterade aggregat som kan göra fläckar och högar (Anon 2001). Utvecklingen har således gått från radikal markberedning typ hyggesplog med mycket stor påverkan på marken mot metoder med mindre markpåverkan. De tidiga markberedningsmetoderna syftade mer till en generell markavflåning än att vara tekniker utformade utifrån frön och plantors krav och toleranser, medan det idag är en mer miljöinriktad syn på markberedningen, där både plantetablering och miljökonsekvenser beaktas.

Generella effekter av markberedning

Genom att avlägsna humuslagret/blotta mineraljorden eller på andra sätt förändra humustäcket kan ett flertal produktionsfaktorer påverkas som begränsar plantors överlevnad och tillväxt. Markberedning medför att villkoren för plantor och frön förbättras genom att konkurrensen om vatten och näringsämnen från annan vegetation minskar. Både plantors överlevnad och tillväxt ökar

vanligtvis efter markberedning (Martinsson 1985, Sugg 1990, Söderström 1976, Örlander *et al.* 1990).

De produktionsfaktorer som kan påverkas av markberedningen är, ovan mark: ljusinstrålning, luftfuktighet och temperatur och i marken kan vattentillgång, syrehalt, temperatur, näringstillgång och jordens luckerhet påverkas (Örlander & Gemmel 1989).

Marktemperaturen är viktig för plantors tillväxt och överlevnad (Söderström 1976). Temperaturen i marken styrs av den inkommande solstrålningen samt markens värmekapacitet och värmeledningsförmåga. Genom att avlägsna vegetationen och humustäcket kan dagstemperaturen i marken höjas under växtsäsongen eftersom värmen från solen lättare absorberas av mineraljord än av vegetation och humus. Skillnaden i temperatursumma mellan en plogtilta och ej markberedd mark kan uppgå till mer än 230 graddagar vilket motsvarar 4 breddgraders eller 200 höjdmeters förflyttning (Örlander *et al.* 1990).

Markens densitet är ofta högre än den optimala för plantetablering. I en jord med hög densitet är porvolymen liten vilket gör att luftinnehållet är mindre och att vattnet binds hårdare än i en lucker jord. En hög markdensitet gör också att marken värms långsammare. En luckring av jorden ger en ökad porvolym och syretillgång. Porvolymen ökar och markens densitet minskar med hjälp av högläggning och plogning och effekten varar i många år. Också den luckring som åstadkoms med harvning och fläckmarkberedning är positiv men kortvarig (Söderström 1976). Genom att mixa humus och mineraljord erhålls en långvarig luckring av jorden med bra syretillgång (Örlander *et al.* 1990).

Markfuktigheten beror på jordart, grundvattenläge och den befintliga vegetationen. Markfuktigheten kan påverkas av markberedning genom att konkurrerande vegetation avlägsnas så att vattnet istället kan komma plantorna till godo. Den viktigaste vattenkällan för frön är den från det kapillärt stigande vattnet (Winsa 1995) speciellt vid låg nederbörd (Oleskog *et al.* 2000). Vatten från nederbörd kommer mer ojämnt fördelat över växtperioden och är därmed en mer opålitlig vattenkälla.

Mängden tillgängliga näringsämnen i marken är viktigt för plantors tillväxt och överlevnad men kvävegödsling direkt efter plantering kan i vissa fall ge försämrad överlevnad och tillväxt (Söderström 1976). De närmaste åren efter slutavverkning är näringsutbudet stort pga. nedbrytning av hyggesavfall och liten mängd växtlighet. Genom att man med markberedning blandar humus och mineraljord eller lägger tiltor under mineraljordshögar, kan en förhöjd mineraliseringshastighet åstadkommas (Lundmark 1988) och därmed också öka tillgången på tillgängliga näringsämnen i jorden. Lufttemperaturen runt plantor kan höjas genom att vegetation som isolerar mot markvärmen tas bort (Lundmark 1988).

Med markberedning, och utformningen av markberedningen, kan effekterna av en rad olika skador på plantor minskas och på så sätt öka överlevnaden (Örlander *et al.* 1990). Uppfrysningsrisken är exv. större i rostjordslagret än i blekjorden, dvs. en ytligare markberedning kan ge mindre uppfrysning än en djup markberedning (Goulet *et al.* 2001, de Chantal *et al.* 2003). Skador uppkomna från frost under vegetationsperioden påverkar plantetableringen negativt eftersom de skjutande skotten skadas vilket leder till minskad överlevnad och tillväxt. Genom markberedning kan frostskaferisken minskas tack vare att lufttemperaturen kan höjas som nämnts ovan (Larsen 2004). Även skador orsakade av snytbagge kan minskas genom markberedning eftersom snytbaggen ofta undviker plantor som står i blottad mineraljord (Eidman & Klingström 1990).

Med markberedning kan också tillväxten gynnas långsiktigt (Örlander 1997). Mattson & Bergsten (2003) visade på att en stor andel markstörning kan leda till högre volymtillväxt jämfört med en liten/ingen andel markstörning. För 18-årig planterad contortatall *Pinus contorta* gav plogning på låg bonitet en ökad volymtillväxt med 200-500 % jämfört med plantering utan markberedning medan harvning medförde 150 % ökning av volymtillväxten. På medelgod mark gav högläggning och harvning en fördubblad volymtillväxt, jämfört med ingen markberedning, medan plogning medförde nästan dubbelt så hög tillväxt som harvning/högläggning. I ett annat försök, analyserat av Mattsson (2002), med 25-årig tall gav plogning ca 50 % högre stamvolymproduktion per hektar jämfört med fläckmarkberedning.

Utveckling mot miljömässigt skonsam markberedning med beaktande av plantor och fröns krav och toleranser

Ökade krav på miljöhänsyn och minskad markpåverkan, exv. genom miljöcertifiering har gjort att skogsbruket sökt alternativ till de harvar som idag är vanligast vid markberedning (Forecare 2001a). Markberedning förefaller dessutom störa större andel av markytan än vad som egentligen krävs för att plantan eller fröets krav ska tillgodoses. Enligt referenser i Mattsson (2002) är markpåverkan för plogning ca 70 %, för harv drygt 50 %, och för högläggning ca 35 %. Under de senaste åren har utvecklingen gått mot metoder med så liten markstörning som möjligt samtidigt som hänsyn tagits för både plantors och fröns krav och toleranser. Vid sådd är uppfrysning en stor avgångsorsak den första vintern (de Chantal *et al* 2003). Ett sätt att minska risken för uppfrysning är att blanda in organiskt material i mineraljorden. Metoden har dock också en kapillärbrytande effekt så mikropreparering måste utföras för att få ett bra resultat (Winsa 1995).

Istället för de mer radikala metoderna med relativt stor markpåverkan har flera koncept utvecklats som skonsammare alternativ. Några exempel är Humix borstteknik, Humax kranspetsmonterade aggregat, EcoPlanter och Huminmix, alla med betydligt mindre störning av marken (Normark 2003). Huminmix har utvecklats som ett alternativ till mer radikala metoder som harv och är tänkt att som harven kunna användas vid både sådd och plantering. Huminmixkonceptet är uppbyggt på en teknik som istället för harvens skovelhjul använder ett metallhjul med hårdmetalltänder. En undersökning gjord av Forecare (2001a) visade att harv gav 46 % markstörning, fläckmarkberedning 30 % och Huminmix endast 12 % störning vid ett konventionellt förband.

Markberedningskoncepten harvning och Huminmix

Harvning

Det finns ett flertal harvar som används för att markbereda skogsmark, t ex Donaren 180/280 (Figur 1) eller TTS Delta. De används för markberedning både vid plantering och sådd och gemensamt för de flesta harvar är grundkonstruktionen med dubbla tandförsedda tallrikar av metall på ca 1 meter i diameter som roterar under körning. Vanligtvis används en skotare som basmaskin. Metalltallrikarna roterar kontinuerligt och skapar dubbla rader där olika planteringspunkter och såddfläckar skapas beroende på markförhållanden och hur väl markberedningen utförts. I markberedningsspåret skapas det blekjords-, humus- och rostjordsfläckar och vid sidan av spåret skapas det en omvänd torva med eller utan inblandning av mineraljord. Nackdelarna är att markberedningen kan bli alltför radikal och spåren som bildas kan bli kvar länge i sluttningar där rinnande smältvatten kan skapa erosion. Många harvar kan också användas intermittent till så kallad fläckvis markberedning genom att aggregatet regelbundet lyfts upp under körningen

(Skogsstyrelsen 2006). För att markberedningen ska kunna anpassas till olika markförhållanden kan bredden på markberedningsspåret regleras till mellan 600 – 800 mm genom att vinkeln på tallrikarna ändras. Även tallrikarnas rotationshastighet kan varieras och avståndet mellan spåren kan regleras till mellan 1.5 – 2.7 meter (Bracke Forest 2006).



Figur 1. Exempel på markberedning med harv (Donaren 180/280) under kontinuerlig körning.

Huminmix

Markberedning med Huminmix-tekniken är mer skonsam än harvning eftersom markpåverkan blir betydligt lägre vid samma antal markberedda metrar (Forecare 2001a). Den har liksom harv vanligtvis en skotare som basmaskin. Aggregatet består till skillnad från harvens metalltallrikar av metallfräshjul som efterföljs av en roterande humusavvisare (Figur 2). Fräshjulen har en diameter på 65 cm och är 32 cm breda. Det är en flexibel metod som kan åstadkomma flera olika såddbäddar för frö och planteringspunkter. Frässpår (HMMspår) skapas genom att fräshjulen roterar med körriktningen och blandar humus och mineraljord i bestämbara proportioner. Vid tunt humustäcke kan rotationshastigheten på fräshjulen sänkas och humusavvisaren kan tillfälligt lyftas upp för att inte en mer radikal markberedning än nödvändigt utförs. Rotationshastigheten på fräshjulet kan som nämnts ovan ställas in efter olika marktyper och kan även användas till så kallad ”fläkning”. Då ställs en långsam motrotation in på fräshjulen så att de roterar sakta på ytan och blottläger mineraljorden. Längden på den uppfläta sträckan blir upp mot 2.5 meter (HMMlångfläck). Även högläggning kan utföras innan manuell plantering antingen med med- eller motrotation på fräshjulen (HMMhög). Vid motrotation bildas en mineraljordhög på omvänd torva och vid medrotation skapas en liten hög av EcoPlantertyp (mineraljordhög på en blandning av mineraljord och humus) (Anon 2005b).



Figur 2. Markberedning med Huminmix-tekniken, här under arbete med sådd. Fräshjulet åtföljs av humusavvisare och mikroprepareringshjul. Fröspridning sker omedelbart bakom prepareringshjulet.

Huminmix-tekniken har inte följts upp med avseende på det mer långsiktiga etableringsresultatet (jfr. tidiga utvärderingar: Forecare 2001a).

Syfte, hypotes och frågeställningar

Syftet med arbetet är att jämföra en skonsam teknik för markberedning (Huminmix) med den förhållandevis radikala markberedningsmetoden harvning, som idag ofta används som ett universalredskap vid föryngring med plantering och sådd på flertalet ståndortstyper.

Övergripande hypotes är att Huminmix med låg andel markstörning kan ge ett föryngringsresultat motsvarande det som harvning ger om den är speciellt anpassad för att beakta plantors och fröns krav och toleranser.

I arbetet har därför följande frågeställningar behandlats:

1. Kan markberedning med en skonsam teknik som Huminmix generellt ge en lika bra plantetablering vid sådd och plantering som harvning?
2. Är humustjocklekens och vegetationstypens inverkan på föryngringsresultatet lika efter Huminmixmarkberedning som efter harvning?
3. Är årsmånens inverkan på föryngringsresultatet lika efter Huminmixmarkberedning som efter harvning?
4. Är tillväxten lika efter Huminmixmarkberedning som efter harvning?

Arbetet ska genom att kvantifiera eventuella skillnader mellan de båda metoderna, avseende plantetablering och tillväxt på olika vegetationstyper och humustjocklekar, utgöra en grund för hur Huminmix-tekniken ska kunna placeras i Holmen Skogs beslutsstöd för markberedning.

Material och metoder

Material

Materialet för studien är 40 inventerade bestånd som föryngrats genom sådd (34 st) eller plantering (6 st) av tall. Huminmixaggregatet hade använts för att göra frässpår i de sådda bestånden och högläggning i de planterade bestånden (HMMLångfläck har först under 2006 börjat användas praktiskt för sådd). Såddåren är fördelade mellan åren 2000 till 2003. Bestånden valdes ut parvis där det till varje bestånd som markberetts med Huminmix utvaldes ett motsvarande harvat bestånd. Paren valdes ut så att SI, vegetationstyp, grundförhållanden, jordart, markfuktighet, höjd över havet, exponering samt ASIO skulle vara så lika som möjligt (jfr. Tabell 1 och 2). Bestånden valdes ut med hjälp av Holmen Skogs beståndsregister. De inventerade sådda bestånden var fördelade på 8 bestånd av lavtyp och 26 bestånd av lingon/blåbärstyp. De 6 planterade bestånden fördelades på åren 2001 (1 st av lingontyp och 1 st av blåbärstyp) och 2004 (2 st av lingontyp och 2 st av blåbärstyp). De studerade bestånden hade enligt beståndsdata såtts maskinellt med samma frögiva. Den maskinella såddtekniken antogs ha fungerat på likvärdigt sätt för harv- och Huminmixekipagen.

De inventerade bestånden ligger inom Holmens Skogs distrikt Norsjö och befinner sig enligt Köppens klimatklassifikation i den kalltempererade zonen. De bestånd som undersökts är belägna mellan 64.4 grader nord och 65.1 grader nord. Den dominerande jordarten är sandig-moig morän med markfuktighet mellan torr och frisk. Beståndens storlek varierade mellan 2.6 – 28.5 hektar och är belägna på mellan 180 – 305 m ö h. Beståndens SI varierade mellan T16 och T22.

Tabell 1. Beskrivning av inventerade sådda bestånd.

Förkortningar¹: SI=Ståndorstindex, G=Grundförhållanden, Y= ytstruktur, L=lutning, Ja=Jordart, Mf=markfuktighetsklass, Höh=höjd över havet (m), Lat=latitud, Tsum= temperatursumma (dygnsgrader), Ex=exposition i olika väderstreck, ASIO=brandfrekvens Aldrig Sällan Ibland Ofta.

Best. Nr	Anl. År	Markb.typ	Veg. Typ	SI	G	Y	L	Ja	Mf	Höh	Lat	Tsum	Ex	ASIO
1	2000	Hmix	Lav	T17	1	2	1	12	1	232	64.8	814	O	O
2	"	Harv	"	T19	2	2	1	13	2	268	64.4	807	S	I
3	"	Hmix	Lingon/Blåbär	T21	2	1	2	13	2	250	64.9	794	SO	I
4	"	Harv	"	T21	2	2	1	13	2	262	64.9	785	P	I
5	"	Hmix	"	T21	2	3	1	13	2	284	64.5	787	S	I
6	"	Harv	"	T21	2	2	1	13	2	262	64.4	812	S	I
7	"	Hmix	"	T21	2	1	1	23	2	221	64.9	819	N	I
8	"	Harv	"	T22	3	1	1	24	2	180	64.7	861	P	I
9	"	Hmix	"	T21	2	2	1	13	2	228	64.8	817	NO	S
10	"	Harv	"	T21	2	2	1	13	2	234	64.9	808	NO	S
11	2001	Hmix	Lav	T18	3	1	1	13	2	278	64.7	781	P	I
12	"	Harv	"	T18	3	1	1	13	2	278	64.7	781	P	I
13	"	Hmix	Lingon/Blåbär	T21	2	2	2	13	2	277	65.0	764	V	I
14	"	Harv	"	T21	2	2	1	13	2	263	65.0	776	K	I
15	"	Hmix	"	T19	2	2	1	13	2	305	65.1	736	NV	I
16	"	Harv	"	T20	2	2	2	14	1	267	65.0	774	NO	S
17	"	Hmix	"	T22	1	1	1	13	1	270	64.7	788	NO	S
18	"	Harv	"	T22	1	1	1	13	1	252	64.7	804	SV	O
19	"	Hmix	"	T19	2	1	1	13	2	254	64.9	788	NO	S
20	"	Harv	"	T20	2	1	1	12	2	258	65.0	783	T	I
21	2002	Hmix	Lingon/Blåbär	T20	2	1	1	12	2	257	64.4	814	P	I
22	"	Harv	"	T21	2	1	1	23	2	232	64.6	825	P	I
23	"	Hmix	"	T22	2	1	1	13	2	265	64.5	806	P	I
24	"	Harv	"	T22	2	2	1	13	2	262	64.4	812	S	I
25	2003	Hmix	Lav	T17	2	2	1	13	2	235	65.0	797	O	I
26	"	Harv	"	T17	3	1	1	23	2	174	64.7	867	P	I
27	"	Hmix	"	T16	1	1	1	13	2	245	65.0	788	T	I
28	"	Harv	"	T16	1	2	1	13	2	248	64.9	792	K	I
29	"	Hmix	Lingon/Blåbär	T18	2	2	1	13	2	307	65.1	735	SO	I
30	"	Harv	"	T17	3	2	1	13	2	245	64.9	795	S	I
31	"	Hmix	"	T18	1	1	1	13	1	193	64.8	844	N	O
32	"	Harv	"	T18	1	1	1	13	2	244	64.9	796	O	I
33	"	Hmix	"	T20	2	2	1	13	2	267	65.1	769	SO	I
34	"	Harv	"	T20	2	2	1	13	2	268	64.4	808	S	I

¹ Kodförklaring

Grundförhållanden (markens bärighet)	Från 1: Mycket god bärighet	till 5: Mycket dålig bärighet
Ytstruktur (markytans jämnhet)	Från 1: Mycket jämn	till 5: Mycket ojämn
Lutning	Från 1: Plan mark 0-9 %	till 5: Stark lutning >50 %
Jordart	12= Sandig morän 13= Sandig-moig morän 14= Moig-, mjällig-, lerig morän	23= Mellansand 24= Grovmo
Markfuktighetsklass	1=Torr	2=Frisk

Tabell 2. Beskrivning av inventerade planterade bestånd

Förkortningar: SI=Ståndorstindex, G=Grundförhållanden, Y= ytstruktur, L=lutning, Ja=Jordart, Mf=markfuktighetsklass, Höh=höjd över havet (m), Lat=latitud, Tsum= temperatursumma (dygnsgrader), Ex=exposition i olika väderstreck, ASIO=brandfrekvens **Aldrig Sällan Ibland Ofta**

Best.nr	Anl. År	Markb.typ	Veg. Typ	SI	G	Y	L	Ja	Mf	Höh	Lat	Tsum	Ex	ASIO
1	2001	Hmix	Blåbär	T19	2	2	1	13	2	290	65.1	749	S	I
2	"	Harv	Lingon	T19	2	2	1	12	2	246	64.6	816	O	I
3	2004	Hmix	Lingon	T21	1	1	2	13	1	290	64.9	758	SO	O
4	"	Harv	"	T19	2	2	1	13	2	320	64.7	746	P	I
5	"	Hmix	Blåbär	T20	2	1	1	13	2	276	64.9	768	V	I
6	"	Harv	"	T20	2	2	1	13	2	273	64.7	788	P	I

Kodförklaring (se Tabell 1).

Metoder

Mätningarna utfördes under perioden juni till mitten av juli 2005 på Holmen Skogs marker inom distrikt Norsjö i Västerbotten. I varje bestånd inventerades 20 provytor jämt spridda över beståndet, varje provyta utgjordes av 1 meter i markberedningsspåret i såddbestånden medan de planterade bestånden inventerades med cirkelytor (radie 1.78 meter). Inom provytorna i såddbestånden mättes antal vitala plantor, humustjocklek, spårbredd, spåravstånd och antal skadade plantor för alla år. År 2000 – 2002 mättes även den högsta plantans och medianplantans höjd samt stambasdiameter på högsta respektive medianhöjdplantan. Som spårbredd definierades bredden av det av markberedaren påverkade humustäcket, eventuell tilta räknades ej med i spårbredden. Planthöjden mättes från marknivå till och med föregående års toppskott. Som skadade plantor definierades plantor som inte var helt vitala med t ex skada på stammen och/eller missfärgade barr. I varje cirkelyta i de planterade bestånden mättes antal vitala plantor, den högsta plantans och medianplantans höjd, stambasdiameter på högsta respektive medianhöjdplantan samt humustjocklek.

Variansanalys av markberedningsmetodernas inverkan på plantetablering, tillväxt, och markpåverkan gjordes med hjälp av statistikprogrammet Minitab 14 (ANOVA: one-way (Anon, 2003)). Signifikansnivån sattes till $p \leq 0.05$. Tillväxtregressionerna beräknades med statistikprogrammet JMP 6 (Anon 2005d). Antalet vitala plantor per kvadratmeter markberedning beräknades genom att dividera antalet vitala plantor per meter med antalet kvadratmeter markberedning per meter. Antal markberedda meter per hektar beräknades genom formeln: $10000/\text{spåravstånd}$.

Resultat

Plantetablering efter sådd

Generellt var plantantalet högt både på marker av lavtyp (5023 – 14860 st/ha) och bärristyp (6046 – 12100 st/ha). Ingen av markberedningsmetoderna hade medfört signifikant fler antal vitala plantor per meter markberedning än den andra på vare sig lav eller bärristyp i bestånd sådda åren 2000 – 2002. I bestånd sådda år 2003 var det nästan dubbelt så många vitala plantor per meter markberedning efter harv jämfört med Huminmix, på både lav- och bärristyp. Antalet vitala plantor per kvadratmeter markberedning varierade mellan 4.2 – 7.0 st för Huminmix jämfört med 1.6 – 4.7 st för harv och värdena var signifikant högre för Huminmix åren 2000 – 2002 på både lav- och

bärristyp. Harvmetoden medförde generellt ett högre plantantal per hektar jämfört med Huminmix på bärristyp. Ingen mätbar skillnad fanns mellan metoderna angående antal skadade plantor (Tabell 3 – 6).

Tabell 3. Jämförelse mellan markberedningstyperna Huminmix/HMMspår och harv vid sådd. Resultat av variansanalys för vegetationstyp lav angående vitala plantor per meter markberedning, skadade plantor per meter markberedning, vitala plantor per m² störd markyta, högsta planthöjd, median planthöjd, stambasdiameter högsta planta, stambasdiameter median planta, humustjocklek, spårbredd samt spåravstånd

År	Parameter	Kvadrat summa	F-värde	p-värde ²
2000	Vitala plantor per meter markberedning	0.10	0.02	0.893
	Skadade plantor per m markberedning	0.025	0.35	0.560
	Vitala plantor per m ² störd markyta	289.3	11.46	0.0009
	Högsta planthöjd	197.8	4.55	0.041
	Median planthöjd	83.2	4.86	0.037
	Stambasdiameter högsta planta	36.30	8.04	0.008
	Stambasdiameter median planta	17.51	6.53	0.018
	Humustjocklek	6.40	3.85	0.057
	Spårbredd	17892.9	231.06	0.0001
	Spåravstånd	49.51	6.83	0.013
2001	Vitala plantor per meter markberedning	3.60	1.37	0.249
	Skadade plantor per m markberedning	0.036	0.44	0.512
	Vitala plantor per m ² störd markyta	163.5	6.68	0.014
	Högsta höjd	12.50	0.18	0.672
	Median höjd	7.14	1.51	0.242
	Stambasdiameter Högsta planta	2.03	0.23	0.637
	Stambasdiameter Median planta	2.40	3.49	0.099
	Humustjocklek	0.51	0.23	0.634
	Spårbredd	11560	164.04	0.0001
	Spåravstånd	10.51	4.40	0.043
2003	Vitala plantor per meter markberedning	42.05	8.37	0.004
	Skadade plantor per m markberedning	0.0125	0.34	0.562
	Vitala plantor per m ² störd markyta	29.4	1.26	0,265
	Humustjocklek	31.25	24.70	0.0001
	Spårbredd	27380	588.34	0.0001
	Spåravstånd	0.70	0.08	0.778

² p-värdet anger om skillnaden mellan markberedningsmetoderna är signifikant, dvs. statistiskt säkerställd. Kursiva och fyllda värden anger signifikant skillnad ($p \leq 0.05$).

Tabell 4. Jämförelse mellan markberedningstyperna Huminmix/HMMspår och harv vid sådd. Resultat av variansanalys på vegetationstyp lingon/blåbär angående vitala plantor per meter markberedning, skadade plantor per meter markberedning, vitala plantor per m² störd markyta, högsta planthöjd, median planthöjd, stambasdiameter högsta planta, stambasdiameter median planta, humustjocklek, spårbredd samt spåravstånd

År	Parameter	Kvadrat summa	F-värde	p -värde
2000	Vitala plantor per meter markberedning	4.22	0.72	0.397
	Skadade plantor per m markberedning	0.100	0.39	0.534
	Vitala plantor per m ² störd markyta	397.5	10.07	0.002
	Högsta höjd	787	7.67	0.007
	Median höjd	94.9	1.50	0.225
	Stambasdiameter Högsta planta	39.46	5.17	0.025
	Stambasdiameter Median planta	7.21	1.27	0.264
	Humustjocklek	9.51	1.68	0.196
	Spårbredd	50463.3	589.60	0.0001
	Spåravstånd	54.56	5.69	0.018
2001	Vitala plantor per meter markberedning	15.01	2.69	0.103
	Skadade plantor per m markberedning	0	0	1.000
	Vitala plantor per m ² störd markyta	254.5	8.13	0.005
	Högsta höjd	619.3	10.43	0.002
	Median höjd	204.7	8.51	0.005
	Stambasdiameter Högsta planta	46.31	6.01	0.016
	Stambasdiameter Median planta	14.05	5.42	0.024
	Humustjocklek	70.22	34.85	0.0001
	Spårbredd	60179	582.51	0.0001
	Spåravstånd	1.50	0.14	0.709
2002	Vitala plantor per meter markberedning	15.31	2.37	0.128
	Skadade plantor per m markberedning	0.125	1.00	0.32
	Vitala plantor per m ² störd markyta	90.7	2.11	0.15
	Högsta höjd	17.20	1.79	0.197
	Median höjd	0.67	0.12	0.744
	Stambasdiameter Högsta planta	7.33	4.22	0.055
	Stambasdiameter Median planta	1.021	1.23	0.329
	Humustjocklek	1.13	0.47	0.496
	Spårbredd	34986	362.15	0.0001
	Spåravstånd	1.0	0.09	0.769
2003	Vitala plantor per meter markberedning	49.41	14.04	0.0001
	Skadade plantor per m markberedning	0.0083	0.21	0.651
	Vitala plantor per m ² störd markyta	12.36	0.80	0.37
	Humustjocklek	19.78	11.60	0.001
	Spårbredd	42250	417.44	0.0001
	Spåravstånd	24.8	2.21	0.140

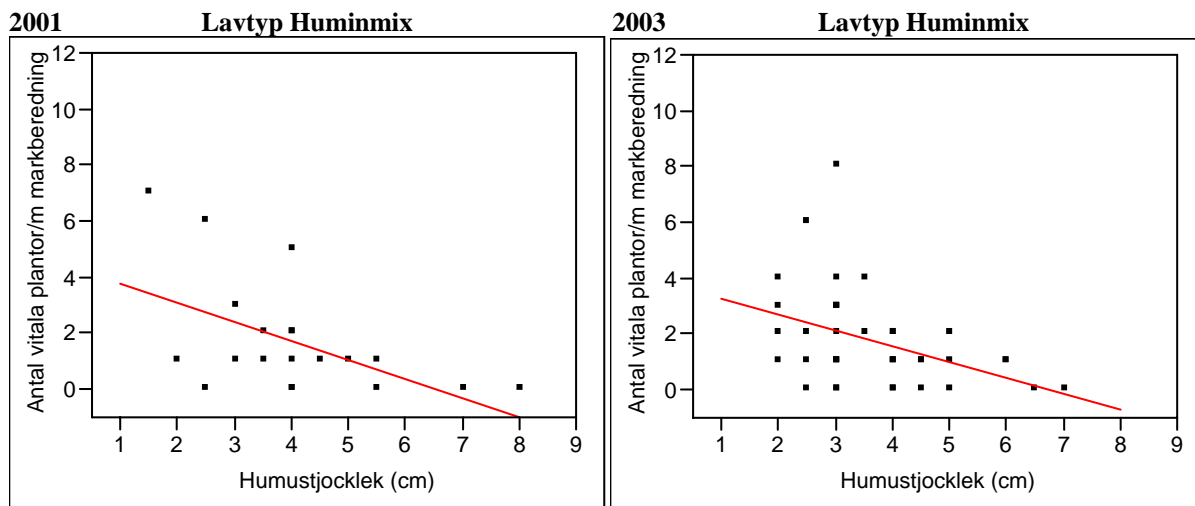
Tabell 5. Etablerings- och tillväxtresultat efter sådd på lavtyp. Markberedningstyper med samma bokstav är inte signifikant skiljda åt

Parameter/År	År 2000		År 2001		År 2003	
	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv
Vitala plantor per meter markberedning	2.3a	2.4a	1.7a	1.1a	1.7b	3.2a
Skadade plantor per meter markberedning	0.05a	0.10a	0.10a	0.05a	0.03a	0.05a
Antal vitala plantor per m ² störd markyta	7.0a	3.2b	4.6a	1.6b	5.6a	4.7a
Antal vitala plantor per hektar	9913	11429	8174	5023	8010	14860
Antal skadade plantor per hektar	216a	476a	481a	228a	116a	234a
Högsta höjd (cm)	7.31b	12.37a	6.82a	5.46a		
Median höjd (cm)	3.43b	7.0a	3.50a	2.07a		
Stambasdiameter Högsta planta (mm)	2.80b	5.00a	2.96a	2.36a		
Stambasdiameter Median planta (mm)	1.54b	3.25a	2.00a	1.00a		

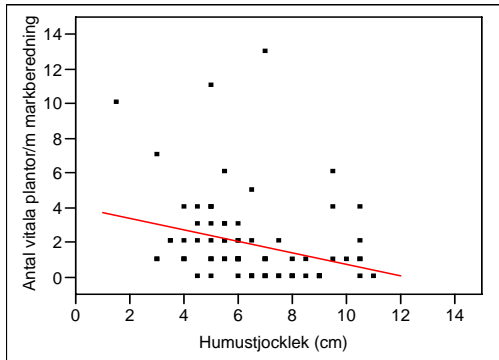
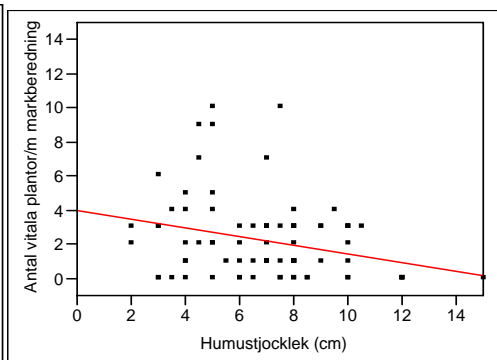
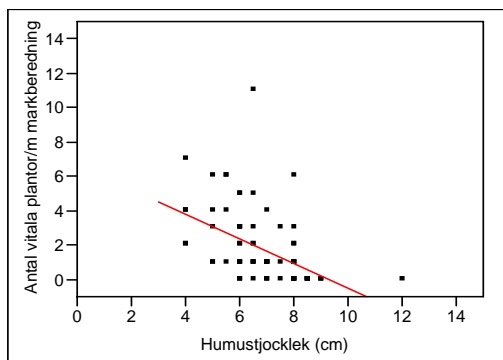
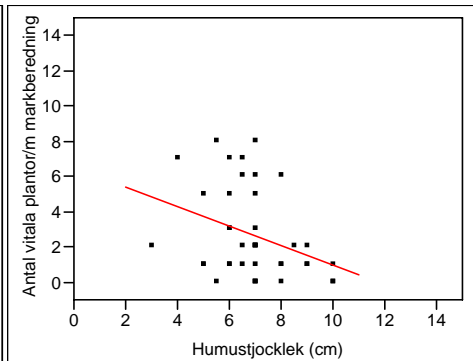
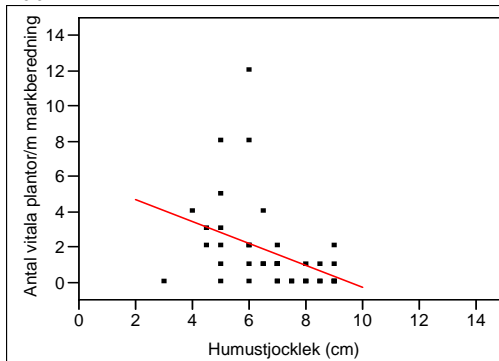
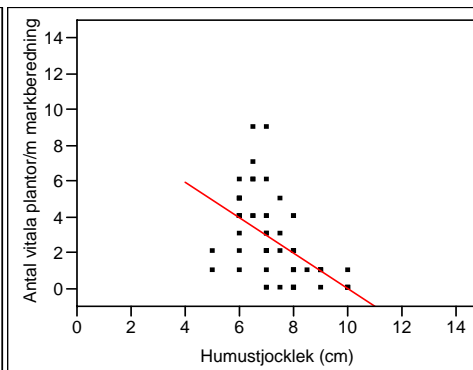
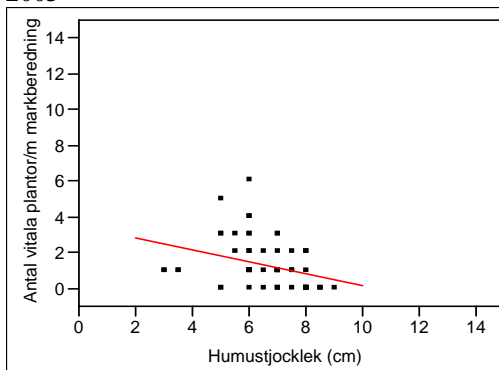
Tabell 6. Etablerings- och tillväxtresultat efter sådd på lingon/blåbärstyp. Markberedningstyper med samma bokstav är inte signifikant skiljda åt

Parameter/År	År 2000		År 2001		År 2002		År 2003	
	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv
Vitala plantor per meter markberedning	1.90a	2.23a	1.78a	2.39a	1.78a	2.65a	1.30b	2.58a
Skadade plantor per meter markberedning	0.06a	0.10a	0.03a	0.03a	0.00a	0.03a	0.05a	0.03a
Antal vitala plantor per m ² störd markyta	5.59a	3.19b	5.23a	3.32b	5.56a	3.58a	4.19a	3.69a
Antal vitala plantor per hektar	8482	10372	7877	11168	8055	12100	6046	11889
Antal skadade plantor per hektar	279a	523a	111a	116a	0a	114a	233a	153a
Högsta höjd (cm)	12.47b	17.66a	7.24b	12.20a	4.3a	6.36a		
Median höjd (cm)	8.15a	10.45a	4.12b	7.82a	4.00a	3.33a		
Stambasdiameter Högsta planta (mm)	4.26b	5.43a	2.92b	4.31a	1.50a	2.82a		
Stambasdiameter Median planta (mm)	3.08a	3.72a	2.08b	3.18a	1.25a	2.13a		

Figur 3 och 4 visar på trender där antal vitala plantor per meter markberedning minskar med ökad humustjocklek. Signifikant korrelation fanns för Huminmix på lavtyp år 2001 och 2003. Korrelation fanns även på bärristyp år 2000 – 2003 för Huminmix samt år 2000, 2002 och 2003 för harv. Resultaten har dock stor spridning med mycket låga R² - värden.



Figur 3. Antal vitala plantor per meter markberedning vid olika humustjocklekar på lavtyp efter markberedning med Huminmix för såddår 2001 ($p = 0.017$, $R^2 = 0.028$) och 2003 ($p \leq 0.009$, $R^2 \leq 0.168$). Endast markberedningstyp/år med signifikant funktion är presenterad. R^2 anger hur mycket av minskningen av antalet vitala plantor som kan förklaras av ökad humustjocklek.

2000 Huminmix**Harv****2001****2002****2003**

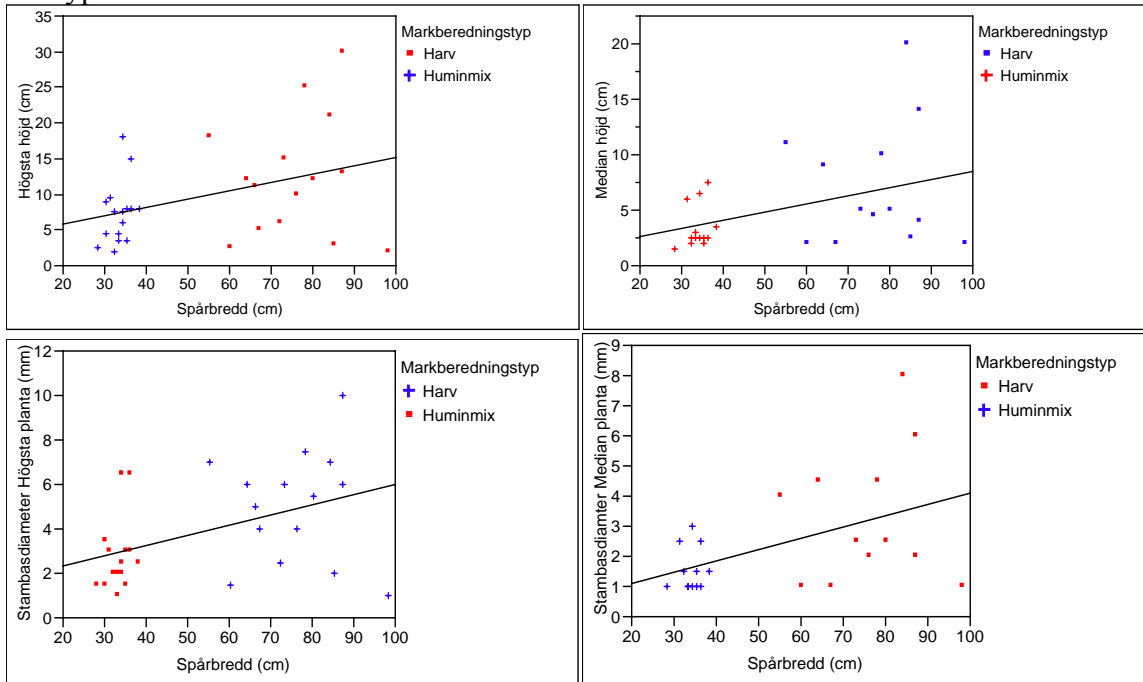
Figur 4. Antal vitala plantor per meter markberedning vid olika humustjocklekar på bärristyp efter markberedning med Huminmix resp. harv, för respektive säddår. $R^2 \leq 0.30$ och signifikansnivå $p \leq 0.05$. Endast markberedningstyp/år med signifikant funktion är presenterad. R^2 anger hur mycket av minskningen av antalet vitala plantor som kan förklaras av ökad humustjocklek.

Planttillväxt efter sådd

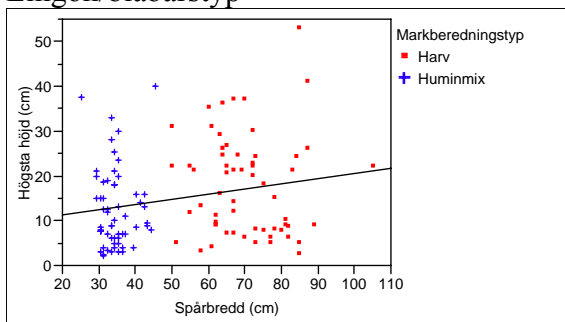
Planttillväxt efter sådd mättes för såddår 2000 och 2001 (dvs. i de äldsta av de inventerade bestånden). I lavmarksbestånden visade alla tillväxtparametrar signifikant högre värden i de harvade bestånden för såddår 2000 men för såddår 2001 fanns inga signifikanta skillnader mellan metoderna. I bärrisbestånden hade harven medfört bättre tillväxt än HMMspår både i bestånd sådda år 2000 och år 2001. Den bättre tillväxten i de harvade bestånden av lavtyp gällde både högsta planthöjd, median planthöjd samt stambasdiameter för högsta och medianhöjd plantan. För bärristyp år 2000 hade de harvade bestånden bättre tillväxt avseende högsta planthöjd och stambasdiameter för högsta planthöjd. När det gäller bärristyp år 2001 hade de harvade bestånden bättre tillväxt avseende högsta och median höjd samt stambasdiameter för högsta och medianhöjd plantan. De harvade bestånden hade ca 5 cm högre högsta planthöjd år 2000 på lavtyp och år 2000 och 2001 på bärristyp. År 2000 hade de harvade bestånden 40 % högre högsta höjd på lavtyp och 30 % på bärristyp. För de vegetationstyper och år där de harvade bestånden hade signifikant högre högsta och median planthöjd var även stambasdiametern större (Tabell 3 – 6).

Regressionsanalyserna i Figur 5 och 6 antyder skillnader i tillväxt vid olika spårbredd även om funktionerna genomgående har låga R^2 . Tillväxten verkar öka för både högsta- och medianhöjd, stambasdiameter för högsta- och medianhöjd på lavtyp år 2000 och på lingon/blåbärstyp år 2001 med ökad spårbredd. På lingon/blåbärstyp år 2000 ökade högsta höjden med ökad spårbredd. Figur 7 visar på samband mellan ökad tillväxt vid ökad spårbredd på bestånd med humustäcke både tjockare och tunnare än 5 cm.

Lavtyp

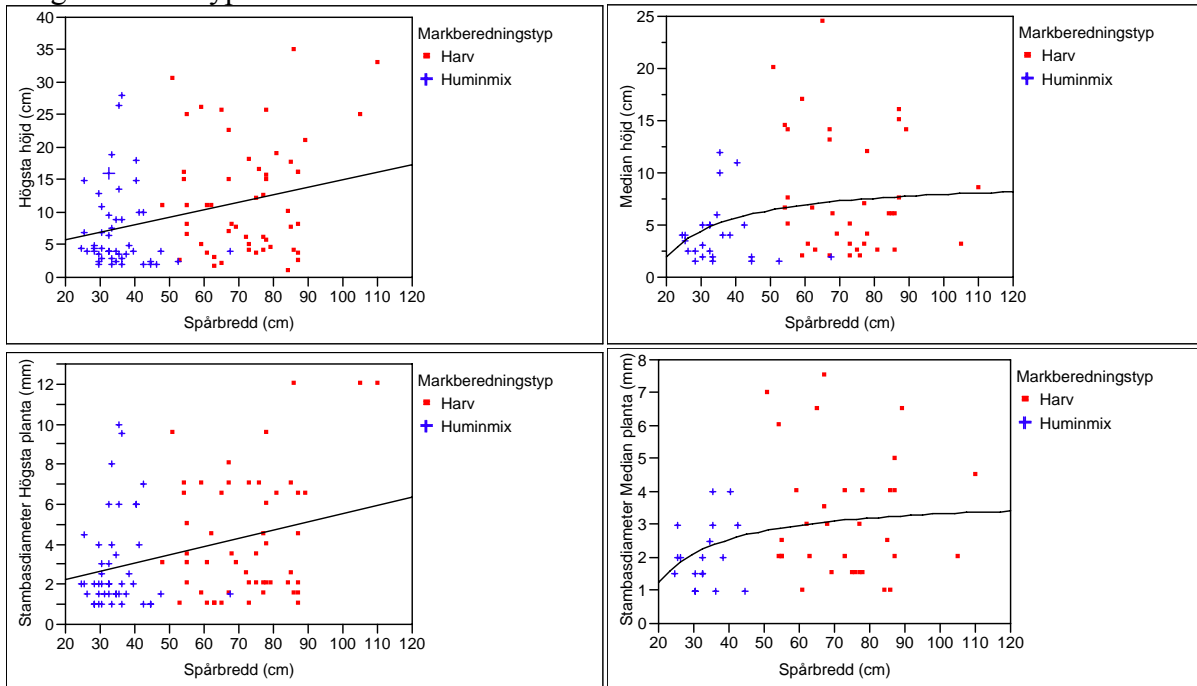


Lingon/blåbärstyp



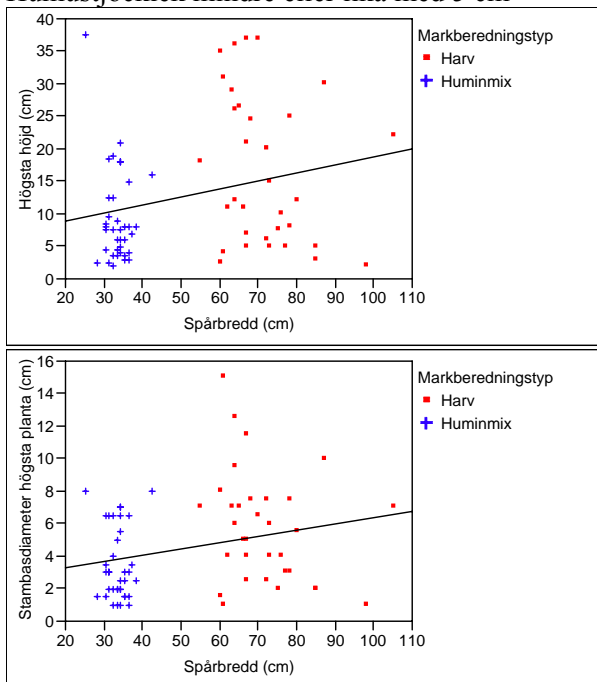
Figur 5. Högsta- och medianplantans höjd samt stambasdiameter för högsta- och medianplantan vid olika spårbredd för lavtyp år 2000 och högsta planthöjd på bärristyp år 2000. $p \leq 0.05$, $R^2 \leq 0.23$. Endast parameter med signifikant funktion är presenterad. R^2 anger hur mycket av ökningen av tillväxtparametrarna som kan förklaras av ökad spårbredd.

Lingon/blåbärstyp år 2001

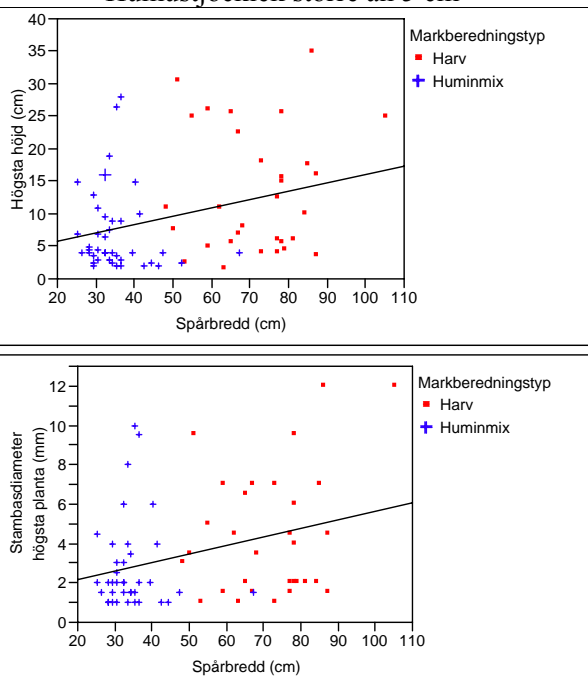


Figur 6. Tillväxtparametrar vid olika spårbredd för bestånd på lingon/blåbärstyp år 2001. $p \leq 0.04$, $R^2 \leq 0.10$. Endast parameter med signifikant funktion är presenterad. R^2 anger hur mycket av ökningen av tillväxtparametrarna som kan förklaras av ökad spårbredd.

Humustjocklek mindre eller lika med 5 cm



Humustjocklek större än 5 cm



Figur 7. Tillväxtparametrar för bestånd med humustjocklek mindre eller större än 5 cm för både vegetationstyp lav och lingon/blåbär år 2001. $p \leq 0.03$, $R^2 \leq 0.11$. Endast parameter med signifikant funktion är presenterad. R^2 anger hur mycket av ökningen av tillväxtparametrarna som kan förklaras av ökad spårbredd.

Plantetablering och tillväxt efter plantering

Antalet vitala plantor per hektar i de planterade bestånden var mellan 1600 och 2300 st. År 2001 på lavtyp var plantantalet större för Huminmix HMMhög, år 2004 på lingontyp var plantantalet lika för de båda markberedningstyperna och på blåbärstyp år 2004 var plantantalet större efter harvning. Ingen av skillnaderna mellan markberedningstyperna var dock signifikanta

Tillväxten efter plantering var högre för HMMhög jämfört med harv år 2001. Skillnaden var ungefär 20 cm avseende både högsta och median höjd och ca 5 mm för stambasdiametern på högsta- och medianhöjd plantan. År 2004 hade plantorna i de harvade bestånden 0.6 mm grövre stambasdiameter än i HMMhög-bestånden; dessa värden måste dock relateras till planteringsdjupet, det är lättare att plantera djupt i en hög, och med beaktande av att endast knappt ett år hade förflutit mellan plantering och inventering (Tabell 7 och 8).

Tabell 7. Jämförelse mellan markberedningstyperna Huminmix/HMMhög och harv vid plantering. Resultat av variansanalys för planterade bestånd angående vitala plantor per hektar, högsta planthöjd, median planthöjd, stambasdiameter högsta planta, stambasdiameter median planta samt humustjocklek

År, vegtyp	Parameter	Kvadratsumma	F-värde	p-värde
2001 lingonblåbärstyp	Vitala plantor per hektar	1.60	1.13	0.295
	Högsta planthöjd	3409	6.62	0.014
	Median planthöjd	2521	7.60	0.012
	Stambasdiameter högsta planta	106.3	5.80	0.026
	Stambasdiameter median planta	303.6	8.68	0.006
	Humustjocklek	0.63	0.17	0.683
2004 lingontyp	Vitala plantor per hektar	0.00	0.00	1.00
	Högsta planthöjd	12.3	0.37	0.546
	Median planthöjd	8.9	0.37	0.548
	Stambasdiameter högsta planta	85.56	52.70	0.0001
	Stambasdiameter median planta	2686	2.91	0.102
	Humustjocklek	4340	7.17	0.011
2004 blåbärstyp	Vitala plantor per hektar	2500	3.57	0.066
	Högsta planthöjd	2.8	0.05	0.817
	Median planthöjd	131.7	3.29	0.083
	Stambasdiameter högsta planta	0.021	0.03	0.862
	Stambasdiameter median planta	1.22	0.87	0.357
	Humustjocklek	27.23	11.62	0.002

Tabell 8. Etablerings- och tillväxtresultat efter plantering. Markberedningstyper med samma bokstav är inte signifikant skilda åt

Vegtyp/År	År 2001		År 2004 lingontyp		År 2004 blåbärstyp	
	lingon/blåbärstyp					
	Huminmix Hög	Harv	Huminmix Hög	Harv	Huminmix hög	Harv
Vitala plantor per hektar	2300a	1900a	1900a	1900a	1600a	2100a
Högsta planthöjd	88a	70b	22a	23a	28a	28a
Median planthöjd	76a	56b	17a	19a	25a	20a
Stambasdiameter högsta planta	20.3a	14.6b	3.3b	3.9a	4.5a	4.8a
Stambasdiameter median planta	17.2a	12.8b	3.3a	4.0a	3.9a	3.9a
Humustjocklek	8.6a	8.8a	7.2b	8.1a	7.3b	8.9a

Humustjocklek & spårbredd/markstörning

I de planterade bestånden år 2004 hade de harvade bestånden ca 1 – 1.5 cm tjockare humustäcke jämfört med Huminmixbestånden (Tabell 8). I de sådda bestånden på lavtyp var humustjockleken mellan 3.50 – 4.90 cm och på bärristyp mellan 5.51 – 7.39 cm. Signifikanta skillnader fanns mellan markberedningstyperna på både lavtyp och bärristyp år 2003, med större humustjocklek för de harvade bestånden. År 2001 på bärristyp var humusen 1.3 cm tjockare i Huminmixbestånden (Tabell 9 och 10).

Spårbredden var ungefär det dubbla för harven jämfört med Huminmix i alla bestånd. Spåravståndet varierade mellan 20.8 – 23.2 dm. Spåravståndet skiljer sig under vissa år mellan markberedningsmetoderna men inte generellt till någons övervikt. Antalet markberedda meter per hektar varierade mellan 4310 – 4808 m och som med spåravståndet skiljer sig också antalet markberedda meter per hektar mellan markberedningstyperna men inte till någons fördel. Procent störd yta var ungefär den dubbla för harven jämfört med Huminmix på alla bestånd (Tabell 9 och 10).

Tabell 9. Humustjocklek och markberedningsdata för lavtyp

Parameter/År	År 2000		År 2001		År 2003	
	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv
Humustjocklek (cm)	3.50a	4.30a	4.05a	4.28a	3.65b	4.90a
Spårbredd (cm)	33b	75a	37b	71a	31b	68a
Spåravstånd (dm)	23.18a	20.95b	20.83b	21.85a	21.59a	21.40a
Meter markberedning per hektar (m)	4310 m	4762 m	4808 m	4566 m	4630 m	4673 m
Antal m ² markberedning per hektar/Störd markyta	1422/ 14 %	3572/ 36 %	1779/ 18 %	3242/ 32 %	1435/ 14 %	3178/ 32 %

Tabell 10. Humustjocklek och markberedningsdata för lingon/blåbärstyp

Parameter/År	År 2000		År 2001		År 2002		År 2003	
	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv	Hmix	Harv
Humustjocklek (cm)	6.46a	6.95a	6.84a	5.51b	6.68a	6.61a	6.58b	7.39a
Spårbredd (cm)	34b	70a	34b	72a	32b	74a	31b	70a
Spåravstånd (dm)	22.38a	21.47a	22.62a	21.44b	22.14a	21.91a	21.54a	21.74a
Meter markberedning per hektar (m)	4464	4651	4425	4673	4525	4566	4651	4608
	m	m	m	m	m	m	m	m
Antal m ² markberedning per hektar/Störd markyta	1518/ 15 %	3256/ 33 %	1505/ 15 %	3365/ 34 %	1448/ 14 %	3379/ 34 %	1442/ 14 %	3226/ 32 %

Diskussion

Plantetablering efter sådd

Plantetableringen efter sådd var god och gav generellt ett högt plantantal för både HMMspår och harv. Det generella plantantalet per hektar överensstämmer väl med resultat från Forecare (2001b) (3800 – 14800 st per hektar). Harvning medförde generellt något högre plantetablering även om det bara var signifikant för år 2003. En förklaring till skillnaden i plantetablering år 2003 kan ligga dels i att olika substrat skapats eller att olika fröpartier använts men den troligaste anledningen är att ett annat såddaggregat togs i bruk det året i bestånden sådda efter markberedning med HMMspår. Enligt Karlsson (2006) blev fröförbrukningen per hektar mindre med det nya aggregatet eftersom frögivan inte gick att anpassa till basmaskinens hastighet (frögivan blev alltför låg vid låg basmaskinshastighet). Trots den lägre frögivan blev föryngringsresultatet tillfredsställande både avseende Holmen Skogs mål på höga stamantal och definitivt väl godkänt enligt skogsvårdslagens krav på godkänd föryngring. Det tyder på att mängden sådda frön per meter skulle kunna minskas utan ett försämrat föryngringsresultat. Att en konventionell markberedare medför något högre plantprocent jämfört med Huminmix, utan att vara statistiskt säkerställt, är också noterat av Forecare (2001a). Plantetableringen i de harvade bestånden stämmer bra överens med andra resultat från inventeringar av praktiskt utförda sådder med relativt dålig kontroll av fröspridningen, exv. Hagner (1990) med en plantprocent på 10 – 15 %, Hagner & deJong (1982) med 18 % och Forecare (2002) 19 %. Plantetableringen påverkas bl.a. av var fröet hamnar efter att det lämnat såddaggregatet. Frön som landar utanför markberedningsspåret direkt i humusen har mycket små chanser att gro och etablera sig (Forecare 2001a). De såddaggregat som använts i de studerade bestånden kännetecknas av att spridningen sker relativt okontrollerat både i tvär- och längsled (Karlsson, Stenmark 2006). När man manuellt kan styra var fröet hamnar i markberedningsspåret (exv. med såddhjul) ökar antalet etablerade plantor jämfört med att sprida fröna maskinellt (Forecare 2002). Forecare (2001b) visade på en fördubbling av plantprocenten vid manuell sådd jämfört med maskinell. Det visar på att man på dagens såddaggregat behöver förbättra frösläppets precision och på så sätt kunna minska såddgivan samtidigt som en god plantbildning erhålls. För att erhålla en god groning måste fuktigheten och temperaturen vara hög och helst ska fröet ligga på fuktigt underlag (Oleskog *et al* 2000). Både temperatur och fuktighet är högre i markberedningsspåret jämfört med humustäcket och skillnaden i plantetableringen per ha mellan harv och HMMspår beror sannolikt på att frön har större chans att hamna i markberedningsspåret efter markberedning med harv som skapar minst dubbelt så breda spår jämfört med HMMspår. Om tiltan räknas med i harvens markberedningsspår så blir skillnaden i spårbredd närmare det tredubbla. Med dagens spårbredd, förband och såddteknik verkar harvning medföra något högre

plantantal per hektar vid sådd och något bättre tillväxt, oavsett vegetationstyp 4 – 5 år, efter sådd vid jämförelse med HMMspår. Hagner *et al* (1994) fann vid harvning bäst plantetablering i ett substrat bestående av lika mycket finhumus som mineraljord och att en barskrapad fläck gav 80 % av plantetableringen i det bästa substratet. Winsa & Bergsten (1995) fann att substrat bestående av en blandning av humus och mineraljord hade bättre plantetablering jämfört med ren mineraljord vid fläckar på 40 x 40 cm vilket skulle tyda på att en breddning av spårbredden för HMMspår skulle ge högre plantetablering. Detta kan åstadkommas med bredare fråshjul eller genom att ställa Huminmixaggregatet i fläkningsläge (HMMlångfläck) vilket medför ökad spårbredd och att en omvänd kompakterad torva bildas i slutet av varje långfläck. Därmed erhålls förmodligen högre temperatursummor i den markberedda delen.

Plantetableringen efter sådd kan också påverkas av när på säsongen arbetet utförs (Winsa & Sahlén 2001) och på väderleksförhållandena under olika år, så kallade årsmånseffekter (Forecare 2001c). Studien avser emellertid ett begränsat antal år och det är därför svårt att dra slutsatser beträffande årsmånseffekter. Ökad humustjocklek verkar dock påverka resultatet efter Huminmix/HMMspår mer än efter harvning vilket också talar för att Huminmixaggregatet skulle ställas in för fläkning när humustjockleken ökar.

Planttillväxt efter sådd

Plantornas tillväxt efter sådd skiljde sig åt mellan markberedningsmetoderna. Skillnaden i tillväxt mellan de båda metoderna beror troligen på skillnad i spårbredd och marktemperatur. Figurerna 5 – 7 indikerar ett positivt samband mellan tillväxt och ökad spårbredd. Blottad mineraljord absorberar solenergi mycket lättare än humus och harvens mer än dubbelt så breda spår ger en större humusfri yta som lättare kan värmas upp jämfört med fråsspår av Huminmix. Winsa (1995) har visat på en ökning av tillväxten med ökad temperatur för både rot- ovanjordsdel hos groddplanter. Den efter harven större exponerade ytan ger förutsättningar för högre temperatur och därmed högre tillväxt. Vid lika stora markberedningsfläckar (40 x 40 cm) fann Winsa & Bergsten (1995) att ett substrat bestående av en mix av humus och mineraljord hade en högre tillväxt jämfört med ren mineraljord. Det skulle tyda på att en breddning av spårbredden för Huminmix (eller användning av HMMlångfläck) skulle kunna öka tillväxten. Om humustjockleken är tunnare eller tjockare än 5 cm verkar inte spela någon roll för sambandet mellan tillväxt och spårbredd. Den stora spridningen i tillväxtobservationerna gör R²-värdena generellt låga (<25 %) så bara en del av tillväxtökningen skulle kunna förklaras med ökad spårbredd även om värdena är signifikanta. Vid en allt för lyckad sådd med hög planttäthet kan inbördes konkurrens uppstå mellan de etablerade plantorna vilket kan hämma tillväxten (Wennström *et al* 2001).

Plantetablering och tillväxt efter plantering

Resultaten av plantetablering efter plantering är jämförbara med resultat presenterade av Forecare (2001a) och som inte fann skillnader mellan HMMspår och konventionella markberedare. Frank (2006) jämförde EcoPlanter (jämförbar med HMMhög) och harvning i ett antal bestånd i Östergötland på bördigare marker. Ingen skillnad hittades i plantetablering och tillväxt mellan markberedningstyperna i nämnda studie. HMMhög medförde betydligt/signifikant bättre tillväxt än harvning i denna studie, i bestånd planterade år 2001, med ca 20 % högre högsta och median planta och även grövre stambasdiameter. Att Frank (2006) inte fann någon skillnad mellan metoderna kan vara bonitetsrelaterat (jfr Mattson 2002). Att HMMhög i denna studie medfört bättre tillväxt än harvning kan bero på den relativt låga boniteten men en annan trolig orsak är att HMMhöginställningen medför en något högre planteringspunkt och något större markstörning/avflåning/temperatureffekt än den nämnda EcoPlanterhögen. Det nordliga läget

(Norsjö ligger fyra breddgrader norr om Östergötland) medför att en temperaturhöjning kan få relativt sett större inverkan. Viktigt är också att plantor som sätts i omvänd torva, med eller utan mineraljord djupplanteras för att förbättra plantans vatten- och näringsförsörjning (Anon 2001). Skillnader mellan plantörers erfarenhet och kunskap om djupplanteringen betydelse kan även påverka planteringsresultatet.

Humustjocklek och spårbredd/markstörning

Markpåverkan för harv är enligt Forecare (2001a) ca 46 % och 54 % enligt Mattsson (2002) medan den i denna studie uppgick till endast ca 30 %. Skillnaden beror på olika mätmetod för spårbredd där det i denna studie bara mätts bredden på bortskalad humus och att tiltan inte medräknats. Större andel blottlagd mineraljord har också fördelar som t ex minskade snytbaggeangrepp.

Enligt FSC's certifierings-standard för skogsbruk (FSC 2000) ska "markberedning begränsas till ståndorter där åtgärden behövs för att uppnå god föryngring. Åtgärden anpassas efter ståndorten och utförs på ett skonsamt sätt. Kontinuerlig markberedning utförs så att erosion och urlakning minimeras och mineraljorden bearbetas inte utöver vad som krävs för god föryngring". Vidare står att läsa att "Skogsägaren accepterar och tar hänsyn till den samiska renskötsel som bedrivs på markinnehavet om det befinner sig inom det område anges som renskötselområde (åretruntmarker och vinterbetesmarker). Om markinnehavet ligger inom ovan angivet område skall hänsyn tas till rennäringen enligt skogsvårdslagen § 31". Enligt skogsvårdslagen § 31 (Anon. 2005c) ska "markberedning som behövs för att trygga återväxten av skog bör ske med minsta möjliga påverkan på lavhävdade marker samt så att framkomligheten vid flyttning och samling av renar inte onödigtvis försvåras". Enligt ovan nämnda certifieringsstandarder och lagar borde Huminmix-tekniken, oavsett inställning, komma väl till användning med dess skonsamma sätt att bearbeta markytan.

Slutsatser

För att ett skonsamt markberedningskoncept ska bli framgångsrikt är det viktigt att den markberedning som utförs är väl anpassad till plantans krav och toleranser. Både harv och Huminmix gav i denna studie mer än väl godkända föryngringar enligt skogsvårdslagens § 6 (Anon. 2005c). Holmen Skogs mål att eftersträva höga stamantal vid anläggning av nya skogar torde också kunna uppfyllas med de båda markberedningsmetoderna. Huminmix-tekniken är skonsam sett till andelen påverkad areal och ger även bättre plantetablering per störd markyta jämfört med harvning vilket visar på att dess ringa markpåverkan samtidigt kan ge bra föryngringsresultat. Med dagens spårbredd, förband och fröspridningsteknik verkar harvning medföra något högre plantantal per hektar vid sådd och något bättre tillväxt, oavsett vegetationstyp 4 – 5 år, efter sådd vid jämförelse med HMMspår. Detta indikerar att man borde antingen ställa in Huminmix-aggregatet för fläkning (vilket man nu börjar göra i större omfattning än tidigare inom Norsjö-distriktet), alternativt att man ökar bredden på fråshjulen. En mindre ökning av bredden har dessutom liten negativ inverkan på markstörningen och skonsamheten (5 cm ökning motsvarar vid 4000 m spår/ha endast 2 % ökad markstörning). Dessutom är det förstås angeläget att utveckla fröspridningstekniken så att fröet mer exakt kan styras dit man önskar i mitten av markberedningsspåret för att då kunna minimera risken att fröet hamnar i humustäcket utanför. På så sätt skulle även fröförbrukningen per hektar kunna minskas.

Vid användning av Huminmixaggregatet för plantering, dvs. vid högläggning, verkar etableringsresultatet bli minst lika bra som vid plantering efter harvning och med bättre tidig

planttillväxt på de marktyper som ingått i studien. Det finns därför ingen anledning att inte använda denna teknik om man vill vara miljömässigt skonsam vid plantering, exv. på marker som är viktiga för rennäringen där så liten markpåverkan som möjligt är nödvändig.

Huminmix borde passa väl in i Holmen Skogs instruktion att inte bearbeta mineraljorden kraftigare än vad som krävs för att uppnå ett gott återväxtresultat vid sådd. HMMspår medförde i denna studie en fullt acceptabel etablering efter sådd med mer än halverad markstörning jämfört med harven. Att använda intermittert fläkning (HMMLångfläck) alternativt något bredare fräshjul vid fräsning (HMMspår) i bestånd med tjockare humustäcken skulle förmodligen vara positivt ur både etablerings- och tillväxtsynpunkt. Såddaggregatutvecklingen bör dessutom inriktas mot att ta fram aggregat som släpper fröna med större precision både i sid- och längsled. En alltför tät/gruppställd föryngring kan medföra fördyrad röjning men också tillväxtförluster på huvudstammarna.

Etableringsresultatet efter plantering är för Huminmix (HMMhög) fullt acceptabelt. Tillväxten är betydligt högre jämfört med harvning.

Huminmix plats i Holmen Skogs beslutsstöd för val av markberedningsmetod beror på om föryngringsmetoden är plantering eller sådd. Den flexibla konstruktion som gör att Huminmix kan ställas om från smala frässpår till lite radikalare uppfläkta sträckor på upp mot 2.5 m till fräshögar gör att den borde kunna användas i varierande bestånd. HMMspår bör användas i områden med tunnare humustäcken och framförallt i renskötselområden. HMMLångfläck är förmodligen (den har inte kunnat följas upp här eftersom metodiken inte börjat användas praktiskt förrän under 2006) lämpligare på flertalet andra såddmarker där humustjockleken är större och HMMhög för plantering borde kunna användas i de områden där man idag använder fläckmarkberedning eller harv för plantering. I samband med bränning verkar HMMspår ge mycket goda etablerings- och tillväxtresultat vid sådd (Forecare 2004).

Tack

Jag vill tacka Anders Tolblad och Ola Kårén på Holmen Skog AB's skogsvårdsavdelningen för att Ni alltid ställt upp när jag behövt hjälp. Alla på distriktskontoret i Norsjö vill jag tacka för att Ni gjorde mina sommarveckor under inventeringsperioden till både minnesvärda och givande. Ett speciellt tack till Jonny Stenmark på distrikt Norsjö som hjälpte mig att söka fram alla inventerade bestånd i beståndsregistret och som kom med värdefulla synpunkter på arbetet. Tack även till entreprenören Ingvar Karlsson som har varit en värdefull informationskälla om allt som rör Huminmix och som också kommit med bra synpunkter på arbetet. Slutligen vill jag tacka min handledare Urban Bergsten som efter våra möten fyllt mig med inspiration och nya idéer och för en enastående effektiv och professionell handledning under arbetets alla faser.

Referenser

Skriftliga

Anon. 2001. Holmen Skog – Återväxthandledning.

Anon. 2003. MiniTab (2003). Utgåva 14 för Windows. Minitab Inc., USA.

Anon. 2005a. Guidebok om Siljansfors skogsmuseum & järnbruksminne.

Anon. 2005b. Instruktionsbok Eco HuminMix, Ecofräsen AB, Utgåva 2005.

Anon. 2005c. Skogsvårdslagen Handbok, Skogsstyrelsen.

Anon. 2005d. JMP Introductory Guide, Release 6 Copyright © 2005, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, ISBN 1-59047-815-0.

Bergsten, U. Sahlén, K. Charlesworth, E. Fredriksson, M. Wilhelmsson, O. 2003. Forest regeneration of pine and spruce from seeds Handbook. Sveriges Lantbruksuniversitet, Vindelns försöksparker. Skog & Trä 2003:2.

De Chantal, M. Leinonen, K. Ilvesniemi, H. Westman, J-E. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. Canadian Journal of Forest Research 33: 931 – 945 2003.

Eidmann, H. Klingström, A. 1990. Skadegörare i skogen. LTs förlag 1990. Centraltryckeriet AB, Borås 1990. ISBN 91-36-02004-4.

Forecare AB. 2001a. Jämförande försök mellan testbänk och konventionell markberedning. ISRN FORECARE-R—2001/003.

Forecare AB. 2001b. Såddförsök med olika inställningar av styrsystemet. ISRN FORECARE-R—2001/004.

Forecare AB. 2001c. Årsmånsförsök 1997 – såddresultat efter fyra växtsäsonger i Region 1, Kalix, Bastuträsk och Åsele. Syntes nr 1, 2001. ISSN 1404-4404.

Forecare AB. 2002. Försök med Kranspetsmonterad Humixmarkberedare (KSMH) – sammanställning av resultat från tre inventeringar. ISRN FORECARE-R – 2002/007.

Forecare AB. 2004. Föryngringsförsök på bränd mark. ISRN FORECARE-R – 2004/001.

Frank, P-R. 2006. Jämförelse mellan maskinell markberedning/plantering med EcoPlanter och manuell plantering efter konventionell harvning - Etablering och tillväxt i tall- och granbestånd 7-9 år efter plantering i Östergötland. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete.

Goulet, F. Bergsten, U. Lundmark, T. Ottosson Löfvenius, M. 2001. Frostheaving In a Boreal Soil Relation to Soil Scarification and snow Cover. Canadian Journal of Forest Research. 31: 1084 – 1092, 2001.

- Hagner, M & De Jong, A. 1982. Radsådd efter harvning. Institutionen för skoglig produktionslära, Umeå universitet. Rapport nr 127, 1982-05-17.
- Hagner, M. 1990. Direct seeding of pine and spruce in Sweden. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel arbetsrapporter nr 37 1990.
- Hagner, M. deJong, A. Persson, B. 1994. Sådd av tall (*Pinus sylvestris* L.) efter markberedning med harv. Resultat av en försöksserie anlagd 1980 – 1984. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter nr 89, 1994.
- Lundmark, J-E. 1988. Skogsmarkens Ekologi Ståndortsanpassat Skogsbruk del 2 – Tillämpning. Fälths Tryckeri AB.
- Martinson, O. 1985. Markberedningens inflytande på överlevnad, tillväxt och rot/skott-relation I föryngringar av tall, gran och contorta. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel Rapporter nr 15.
- Mattsson, S. 2002. Effects of Site Preparation on Stem Growth and Clear Wood Properties in Boreal *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel Avhandling Umeå.
- Mattson, S. Bergsten, U. 2003. *Pinus contorta* growth in northern Sweden as affected by soil scarification. New Forests 26: 217 – 231.
- Normark, E. 2003. PM inför återväxtens mekanisering. Holmen Skogs skogsvårdsavdelning.
- Oleskog, G. Grip, H. Bergsten, U. Sahlén, K. 2000. Seedling emergence of *Pinus sylvestris* in characterizid seedbed substrates under different moisture conditions. Canadian Journal of Forest Research 30: 1766 – 1777.
- Savill, P. Evans, J. Auclair, D. Falck, J. 1997. Plantation Silviculture in Europe. Oxford University Press.
- Sugg, A. 1990. Seedling establishment results from a site preparation study in southern Sweden: The first four years survival and growth of Scots pine (*pinus sylvestris* (L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr 31.
- Svenska FSC-rådet. 2000. Svensk FSC-standard för certifiering av skogsbruk. Andra upplagan.
- Söderström, V. 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, nr 2 – 3, 1976.
- Wennström, U. Bergsten, U & Nilsson, J-E. 2001. Early seedling growth of *Pinus sylvestris* after sowing with a mixture of stand and orchard seed in dense spacings. Canadian Journal of Forest Research 31: 1184 – 1194.
- Winsa, H. 1995. Influence of Rain Shelter and Site Preparation on Seedling Emergence of *Pinus sylvestris* L. after Direct Seedling. Scandinavian Journal of Forest Research 10: 167-175.

Winsa, H. Bergsten, U. 1995. Seedling emergence, survival and early growth after direct seeding of *Pinus sylvestris* L. using different combinations of site and microsite preparation. Manuscript in Winsa, H. 1995. Effect of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of *Pinus sylvestris* L. after direct seeding. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel Avhandling Umeå.

Winsa, H. Sahlén, K. 2001. Effects of seed invigoration and microsite preparation on seedling emergence and establishment after direct sowing of *Pinus sylvestris* L. at different dates. Scandinavian Journal of Forest Research 16: 422 – 428.

Örlander, G. 1997. Olika intensitet vid markberedning. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 136:5.

Örlander, G. Gemmel, P. 1989. Markberedning. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 3.

Örlander, G., Gemmel, P., and Hunt, J. 1990. Site preparation: a Swedish overview. FRDA Report No. 105. Victoria, BC. 62 p.

Muntliga

Karlsson, I. 2006. Markberedningsentreprenör (Huminmix), Holmen Skog Distrikt Norsjö. Moren 3, 930 55 Jörn.

Larsen, B. 2004. Professor, Skov og Landskab, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C, Danmark.

Stenmark, J. 2006. Produktionsledare, Holmen Skog Distrikt Norsjö, Storgatan 47, 835 32 Norsjö.

Internet

BrackeForest AB, 2006. Företagets produktkatalog på Internet (<http://www.brackeforest.com>). 2006-05-25.

Skogsstyrelsen. 2006. (www.skogsstyrelsen.se). 2006-05-25.

DISTRIBUTION:
Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogsskötsel
901 83 UMEÅ

Tel: 090-786 83 62
Fax: 090- 786 84 14