

| | | | |
|--|---|----|------|
| Arbetsrapport nr | 531 | År | 2003 |
| Titel | Markberedning med fylljord – en skonsam metod på steniga och kulturmiljökänsliga marker | | |
| Titel 2 | | | |
| Författare | Henrik von Hofsten | | |
| Programtillhörighet | 5. Skogsskötsel och skogsbruksplantering | | |
| Färdigställd av | Ingegerd Hallberg | | |
| Anm. | | | |
| Framsidesbild i färg i tryckoriginalet | | | |
| Foto/Illustration: Henrik von Hofsten | | | |

(Framsidan görs i PageMaker)

Ämnesord: Fornlämningar, högläggning, kulturmiljövård, markberedning, svår terräng.

Skogforsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETSRAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

SKOGFORSK-NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Förord

Föreliggande studie har sin upprinnelse i ett avverkningsärende som berörde ett område med fornlämningar inom mark ägt av Korsnäs Skog AB. I samband med slutavverkningen upptäcktes ett stort antal tidigare inte kända fornlämningar, rester av ett ålderdomligt odlingslandskap, ett s.k. röjningsröseområde.

Efter beslut enligt Kulturminneslagen lämnade Länsstyrelsen tillstånd till skonsam markberedning med grävmaskin. Markberedningen skulle utföras i enlighet med en teknik som studerats och utvecklats vid särskilda försök under år 2000 (Raä, rapport 2001).

Ingen av de tillgängliga marberedningsmetoderna var dock möjlig att använda inom områdena p.g.a. markens blockighet, varför en utvecklad variant av fylljordsmarkberedning prövades i stället. Under hösten 2002 kompletterades studien med tidsstudier och kostnadsanalys inom ytterligare två försöksområden.

Denna studie har finansierats dels med pengar från Länsstyrelsen i Uppsala län för hyra och utrustning av maskinen, dels av Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien genom SLO-fonden för tidsstudier och utvärdering av metoden.

Innehåll

| | |
|--|----|
| Sammanfattning..... | 5 |
| Bakgrund | 6 |
| Material och metod | 8 |
| Beskrivning av maskinen | 8 |
| Försöksmarkerna | 9 |
| Tidstudien..... | 10 |
| Antikvariska delen | 11 |
| Resultat | 11 |
| Tidstudien..... | 11 |
| Markberedningen | 13 |
| Påverkan på fornlämningarna..... | 15 |
| Lövsstabruk, Knuters, stenbunden morän, ca 3 ha..... | 15 |
| Strömsberg 1, grusås ca 4 ha..... | 17 |
| Strömsberg 2, stenbunden morän, ca 3 ha..... | 19 |
| Ekonomi | 19 |
| Diskussion..... | 20 |
| Antikvariska aspekter..... | 22 |
| Allmänna iakttagelser | 22 |
| Basmaskinen..... | 22 |
| Lastflaket..... | 22 |
| Gripskopan | 23 |
| Arbetsmetoden | 23 |
| Markberedningsresultatet | 23 |
| Jordmassorna..... | 24 |
| Biologin | 24 |
| Framtiden | 25 |
| Referenser..... | 25 |
| Tider i timmar;minuter | 26 |

Sammanfattning

Efter flera larmrapporter om svåra skador på fasta fornlämningar av skogsbrukets maskiner har en del forskning genomförts för att finna lösningar. Den största skadefaktorn enligt Riksantikvarieämbetets studier visade sig vara markberedningen och där har också de största åtgärderna satts in. I en stor studie utförd under år 2000 samarbetade Riksantikvarieämbetet och ForeCare för att studera skadenivåer och återväxtresultat för olika befintliga markberedningsaggregat (Raä, rapport 2001).

Efter beslut enligt Kulturminneslagen lämnade Länsstyrelsen i Uppsala våren 2002 tillstånd till skonsam markberedning med grävmaskin inom ett fornlämningsområde vid Knuters, Lövestabruk (fastigheten Försäter 7:8, Tierps kommun). Markägare är Korsnäs AB. Markberedningen skulle utföras i enlighet med en teknik som studerats och utvecklats under de tidigare nämnda försöken.

Det antikvariska bedömningen av markberedningen var att markberedning med grävmaskin inte lämpade sig inom det aktuella försöksområdet. Torv- och ytjords-skiktet i området var mycket tunt och underliggande morän innehöll alltför mycket ytlig grov sten. Vid uppföljningsbesiktning den 26 april 2002 diskuterades möjligheten att använda en utvecklad variant av s.k. fylljordsmarkberedning. Hjälmutrustning erbjöd sig att tillverka en enkel men funktionsduglig utrustning som kom att användas inom de återstående föryngringsytor som innehöll fornlämningar. Eftersom denna mindre test gav lovande resultat kompletterades studien med ytterligare insatser under hösten.

Ett modifierat lastbilsflak placerades på en medelstor skotare och gripben byggdes om till gripskopa för utläggning av markberedningshögar. Arbetet tidsstuderades och värderades av Skogforsk. Påverkan på de fasta fornlämningarna som fanns inom studieområdet har studerats av Länsstyrelsens kulturmiljöenhet i Uppsala.

De skogligena resultaten var övervägande positiva. Trots en del problem med basmaskinens styrsystem låg prestationen i genomsnitt på 0,17 ha/G₀-timme att jämföras med exempelvis en grävmaskins 0,15 ha/G₁₅-timme (erfarenhetstal, Stora Enso Skog AB). Kostnaden för fylljordsmarkberedningen inklusive framgrävning av jordmassor var ca 3 200 kr/ha att jämföras med grävmaskinens ca 3 000 kr. Antalet högar per hektar var genomgående något lågt men det har inget med metoden som sådan att göra utan är helt förarberoende. Kvaliteten på högarna var mycket god med drygt 90 % godkända högar och 10 % tveksamma.

Den fysiska markpåverkan inom de studerade fornlämningsområdena har med den nu prövade metoden blivit påfallande liten. Vid jämförelser med tidigare försök får skadorna betecknas som försumbara. Om metoden fyller de skogligena kraven på överlevnad och tillväxt bedöms metoden kunna fylla de antikvariska bevarandekraven. Det känns dock angeläget att få metoden prövad också på andra markslag och i varierade fornlämningsmiljöer. Studier för detta planeras utföras under säsongen 2003.



Figur 1.
Översikt. Försöksområdena vid Strömsberg, Knuters och Forsmark.

Bakgrund

På senare år har flera rapporter kommit från såväl Skogsstyrelsen som Riksantikvarieämbetet om att omfattande skador på fornlämningar orsakats av skogsbrukets maskiner. Skadorna har i många fall varit så svåra att de inte bedömts kunna repareras. De mest omfattande skadorna tycks ha orsakats av markberedning där markberedarens grävande redskap rört om i fornlämningen. Se bl.a. Torstensdotter Åhlin, 2001 eller Anon, 2000. Många av dessa fornlämningar har skadats p.g.a. att de inte varit kända av förare och/eller arbetsledare, men även många kända fornlämningar har skadats genom slarv eller då fornlämningarnas utbredning inte varit till fullo känd.

Mot denna bakgrund har en del försök gjorts för att hitta andra, mer skonsamma markberedningsmetoder att använda inom kända fornlämningsområden. Problemet har dock varit att markberedning, per definition, innebär att man gräver i marken för att få upp mineraljord. Den uppgrävda mineraljorden läggs i en hög och utgör på så sätt ett utmärkt etableringsställe för skogsplantor, se även Adelsköld & Örlander, 1998.

Sommaren 2001 gjordes en brett upplagd studie i ett samarbete mellan ForeCare AB och Riksantikvarieämbetet med syfte att finna det av dagens befintliga markberedningsaggregat som orsakar minst skada på fasta fornlämningar. Se Torstensdotter Åhlin, 2001. Resultaten visar att icke grävande kranpetsmonterade aggregat orsakade minst skada på de fasta fornlämningar som fanns inom försöksområdena, medan grävande kontinuerligt arbetande aggregat orsakade mest skada. De biologiska resultaten är ännu inte klara men kommer att publiceras av ForeCare AB.

Våren 2002 prövades en av ovan beskrivna metoder inom ett större fornlämningsområde på Korsnäs marker vid Knuters, Lövestabruk i norra Uppland. Efter beslut enligt Kulturminneslagen lämnade Länsstyrelsen i Uppsala våren 2002 tillstånd till skonsam markberedning inom delar av fornlämningsområdet som innehöll över-

givna odlingsmarker med röjningsrösen (s.k. fossil åker). Med hänsyn bl.a. till markens beskaffenhet valdes grävmaskin för att med skopan skrapa av den ytliga torven och frilägga mineraljorden för plantering. Det antikvariska resultatet av markberedningen var dock inte acceptabelt. Metoden visade sig olämplig inom det aktuella försöksområdet. Torv- och yttjordskiktet i området var mycket tunt och underliggande morän innehöll alltför mycket grov sten.

Vid uppföljningsbesiktning den 26 april 2002, med deltagande av Stefan Larsson (Korsnäs), Karl Henrik Eriksson (Hjälminge Åkeri AB) och Jan Helmer Gustafsson (Länsstyrelsen), diskuterades möjligheten att använda en utvecklad variant av s.k. fylljordsmarkberedning. Karl Henrik Eriksson, Hjälminge Åkeri AB erbjöd sig att tillverka en enkel men funktionsduglig utrustning, vilken kom att användas inom de återstående förnygringsytor som innehöll fornlämningar.

Vid försöket i Knuters användes en grävmaskin som grävde fram jordmassor vid väggkanten och lade dem i en större hög. En skotare försedd med gripskopa och modifierad lastbärare kunde lasta jord från högen och köra ut den på hygget.



Figur 2.
I det inledande försöket vid Knuters användes en Brunett Mini som basmaskin.

Resultaten av dessa inledande försök var så lovande att det ansågs som angeläget att tillsammans med Skogforsk utöka studien med tyngdpunkt på prestation och markberedningsresultat för att bättre kunna skatta konceptets relevans som markberedare inom fornlämningsområden.



Figur 3.
Det lastflak som användes monterat på en Bruunett Mini vid studien i Knuters, en kluven oljetank om ca 5 m³.

Material och metod

BESKRIVNING AV MASKINEN

Basmaskinen i föreliggande studie var en åttahjulig Valmet 860 skotare med en Cranab 800 kran. Räckvidden var knappt 8 meter. På lastbäraren placerades ett utrangerat lastbilsflak (bergflak) om ca 8,4 m³ struket mått. På denna maskin kunde timmerstakarna lätt tas bort, vilket underlättade kranarbetet vid fylljordshanteringen. Lastbilsflaket var inte tyngre än att det kunde dras av och på lastbäraren med maskinens egen kran. I den ordinarie virkesgripen hade en hemtillverkad skopa av 8 mm plåt bultats fast så att gripen kom att fungera som gripskopa. Skopvolymen uppskattades till ca 160 l.



Figur 4.
Studiemaskinen, en Valmet 860 skotare med en Cranab 800 kran på vilken ett modifierat bergflak monterades.

Basmaskinen var tillfälligt inhyrd för studierna, vilket medförde dels att gripen inte kunde modifieras riktigt i den utsträckning som varit önskvärd, dels att studierna fick forceras något för att hinnas med inom hyrestiden. Vid studierna i Forsmark förekom också en hel del problem med basmaskinens elektroniska styrsystem. I Forsmark 1 fungerade inte transmissionen korrekt med påföljd att maskinen blev svårkörd och fick flera motorstopp, samtidigt krånglade gripen så att det inte gick att ”smygköra” den. I Forsmark 2 fungerade gripen men problemen med transmissionen fortsatte med påföljd att styrsystemet fick startas om flera gånger.

FÖRSÖKSMARKERNA

Vid studien användes två markområden. Ett vid Forsmark (markvärd: Korsnäs AB, Skärplinge distrikt) samt ett vid Strömsberg (markvärd: Stora Enso Skog AB, Strömsbergs skogsförvaltning), se även figur 1.

Försöksområdet i Forsmark delades i två delar där den första delen var mycket stenig och den andra lite lättare. Vid Forsmark fanns inga kända fornlämningar.

Det ena försöksområdet i Strömsberg var en grusås med ett antal gravrösen i ett mindre område centralt beläget på hygget. Det andra försöksområdet hade en mer moränbunden terräng med varierad blockighet och innehöll både gravar och odlingsrösen. Inom detta senare område gjordes enbart antikvariska studier. Övriga terrängförutsättningar framgår av tabell 1.

Tabell 1.
Terrängförutsättningar.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg 1 | Strömsberg 2 |
|---|-------------|-------------|--------------|----------------------------|
| Grundförhållande, Ytstruktur, Lutning (G.Y.L)* | 1.3.2 | 1.2.1 | 1.1.2 | 1.3.2 |
| Markblockighet, trädrester (B.T)* | 5,1 | 4,1 | 2,1 | 4,3 |
| Jordart | Sa-gr morän | Sa-gr morän | Gr-mo morän | Gr-mo morän |
| Risrensat | Ja | Ja | Ja | Nej |
| Avverkat | 2002 | 2002 | 1998 | 2002 |
| Fornlämningar | Nej | Nej | Gravrösen | Gravar och odlingsrösen |

* Enligt Terrängbeskrivning för skogsarbete.

Marken i Forsmark var av den i norra Uppland så vanligt förekommande typen med väldigt mycket sten både i ytan och under mark. Storleken på de enskilda blocken var däremot inte så stor varför ytstrukturen ändå kan betecknas som måttlig. Stenigheten var dock sådan att markberedning med harv eller högläggare sannolikt givit ett mycket tveksamt resultat.

De jordmassor som grävdes fram som fylljord var i alla tre fallen ganska grova jordar – sandig-grusig morän – med vissa inslag av finare fraktioner, speciellt i Strömsberg. I Forsmark grävdes jordmassorna fram dels i en sänka på hygget, dels i en vägkant vid avlägget. I Strömsberg 1 fanns ett gammalt grustag i kanten av hygget som kunde nyttjas, och vid Strömsberg 2 togs massorna från en vägskärning i kanten på hygget.

Under tidstudierna kördes maskinen av Karl-Henrik Eriksson (Forsmark 1 och Strömsberg 1) och Karl-Bertil Axelsson (Forsmark 2).

TIDSTUDIEN

Tidstudien genomfördes enligt Skogforsks vanliga rutiner med datainsamling direkt på en handdator. Tiderna för de olika arbetsmomenten registrerades i enheten centiminuter (cmin = 1/100 minut). Endast markberedningsarbetet tidstuderades. De arbetsmoment som studerades var:

- Gripning av jordmassor: Gripen börjar stängas till gripen stängd.
- Krankörning med last: Kranen börjar röra sig till gripen börjar öppnas.
- Markberedning: Gripen börjar öppnas till kranen rör sig.
- Krankörning utan last: Kranen börjar röra sig till gripen börjar stängas.
- Förflyttning av maskinen mellan uppställningsplatser: Kranen parkeras till kranen börjar röra sig.
- Övrig verktid: Bortplockning av stora stenar m.m.
- Tomkörning för att hämta jordmassor.
- Lastning av jordmassor.
- Lasskörning tillbaka till området.

Framgrävningen av jordmassor och det efterföljande planteringsarbetet ingick inte i tidstudien utan har uppskattas med erfarenhetstal.

ANTI-KVARISKA DELEN

Den antikvariska delen innehöll följande moment för bedömning av markberedningens påverkan på fornlämningarna:

- Dokumentation av berörda fornlämningar före, under och efter markberedning.
- Anvisningar för körning med markberedare inom fornlämningsområden.
- Antikvarisk kontroll och uppföljning.

I de fall plantering också utförts har detta kommenterats men inte särskilt studerats i detta skede.

Resultat

TIDSTUDIEN

Prestationen för markberedaren varierade ganska mycket mellan objekt och förare. Eftersom båda förarna inte studerats på samma objekt kan inte skillnaderna med säkerhet härledas till vare sig det ena eller det andra. Dessutom förekom en del problem med basmaskinens elektroniska styrsystem på båda Forsmarksområdena, vilket naturligtvis påverkat resultaten.

Tabell 2 visar de totalt uppmätta tiderna för de olika arbetsmomenten samt antal lass. I bilaga 1 finns motsvarande tabell omräknat till timmar och minuter.

Tabell 2.

Totalt studerad tid i cmin per objekt fördelat på de olika arbetsmomenten samt antal studerade lass.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg 1 |
|------------------------|------------|------------|--------------|
| Kran med last | 1 065 | 5 608 | 2 970 |
| Markberedning | 562 | 2 297 | 1 769 |
| Kran utan last | 838 | 2 710 | 2 021 |
| Gripning av jord | 301 | 1 934 | 904 |
| Flyttning under arbete | 716 | 3 058 | 1 611 |
| Övrig verktid | 193 | 438 | 291 |
| Tomkörning | | 1 132 | 551 |
| Lastning | | 3 143 | 1 433 |
| Lasskörning | | 642 | 583 |
| Summa | 3 675 | 20 962 | 12 133 |
| Antal lass* | 1,0 | 3,2 | 2,4 |

* På grund av problem med basmaskinen (Forsmark 2) och studiedatorn (Strömsberg 1) har 0,8 respektive 0,6 lass tagits ur studien då dessa tider blev allt för påverkade av problemen.

För att få en mer jämförbar bild av resultaten har ovanstående siffror räknats om till tid per lass med korrigering för de två lasset som inte kunde studeras i sin helhet. Vidare har tomkörning, lastning och lasskörning lagts till Forsmark 1 som ett medelvärde av motsvarande arbetsmoment från de två andra objekten. I tabell 3 framgår också prestationen uttryckt som antal högar per hektar, antal högar per G_0 -timme¹ samt hektar per G_0 -timme.

Tabell 3.

Momenttider omräknat till timmar och minuter per lass. Prestation uttryckt som antal högar per hektar, antal högar per G_0 -timme samt hektar per G_0 -timme.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg 1 | % av tiden totalt |
|------------------------|------------|------------|--------------|-------------------|
| Kran med last | 1 065 | 2 191 | 1 031 | 24 |
| Markberedning | 562 | 897 | 614 | 12 |
| Kran utan last | 838 | 1 059 | 702 | 15 |
| Gripning av jord | 301 | 755 | 314 | 8 |
| Flyttning under arbete | 716 | 1 195 | 559 | 14 |
| Övrig verktid | 193 | 171 | 101 | 3 |
| Tomkörning | 279 | 283 | 276 | 5 |
| Lastning | 882 | 1 048 | 717 | 15 |
| Lasskörning | 253 | 214 | 292 | 4 |
| Total tid per lass | 5 089 | 7 812 | 4 605 | |
| Högar per lass | 176 | 256 | 332 | |
| Högar per ha | 1 600 | 1 960 | 1 943 | |
| Högar per G_0 -timme | 208 | 197 | 433 | |
| Hektar/ G_0 -timme | 0,13 | 0,10 | 0,22 | |

Prestationen i Forsmark blev genomgående låg, och till stor del berodde det på de tidigare nämnda problemen med basmaskinens styrsystem. Här kan även skillnader mellan förarna spela in. Exempelvis tenderade föraren på Forsmark 2 att flytta maskinen oftare med en hög andel flyttid som följd. I genomsnitt lades 9,3 högar per uppställningsplats i Forsmark 1, 6,5 högar i Forsmark 2 och 8,3 högar i Strömsberg 1. På alla tre objekten lades drygt tre högar per grip jord.

¹ G_0 -timme = verkligt arbete. D.v.s. då maskinen utför det arbete den är tänkt att utföra. Avbrottstider ingår ej.



Figur 5.
Virkesgripen konverterad till gripskopa. Observera att skopan är bultad till gripen för att snabbt kunna demonteras.

I Strömsberg fungerade maskinen problemfritt även om gripskopian började bli sliten och fick användas med viss försiktighet. Strömsberg var också det sista objektet som kördes varför föraren här hade fått viss rutin i arbetet.

I studien i Strömsberg 1 har det inte gått att urskilja någon skillnad i prestation mellan det lass som kördes utanför gravröseområdet och det som kördes innanför. Detta beror sannolikt på fornlämningarnas begränsade omfattning.

MARKBEREDNINGEN

Markberedningsresultatet mättes in med avseende på antal högar, högarnas storlek och tjocklek samt antal användbara planteringspunkter. Av tabell 4 framgår relevanta data. Endast några få högar har bedömts tveksamma som planteringsställen, då p.g.a. att tjockleken varit mindre än 5 cm. Inga högar har underkänts som planteringsställe. Utöver de högar som mätts in och redovisats i tabell 4 har det förekommit en del mycket små eller spridda högar. Dessa har bedömts vara tappad jord och har således inte räknats med. Vissa högar har blivit så stora att två plantor kunnat sättas i dem med mer än en meters mellanrum mellan plantorna. Dessa extra planteringsställen redovisas på särskild rad.

Tabell 4.

Markberedningsresultatet i genomsnitt för de tre objekten. Extra planteringsställen är högar ≥ 120 cm där det bedömts kunna gå att sätta två planter i samma hög.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg 1 |
|--------------------|------------|------------|--------------|
| Antal högar / ha | 1 600 | 1 960 | 1 943 |
| inkl. extra / ha | 2 267 | 2 420 | 2 529 |
| Högarnas längd, cm | 112 | 100 | 109 |
| bredd, cm | 68 | 56 | 59 |
| tjocklek, cm | 12 | 15 | 14 |
| volym, liter | 35 | 32 | 36 |
| Andel tveksamma, % | 15 | 3 | 1 |

Markberedningsresultatet får genomgående betecknas som mycket gott. I genomsnitt var 5 % av högarna tveksamma och inga underkända, vilket är väsentligt bättre siffror än vad som brukar förekomma i studier av grävande markberedningsaggregat. Volymen liksom tjockleken på högarna var möjligen onödigt hög, vilket andelen extra planteringsställen (tabell 4) visar på. I genomsnitt gick det åt 70 m³ jord per hektar, mest i Forsmark och något mindre i Strömsberg. Den påverkade arealen varierade från 11,0 % – 12,5 %.



Figur 6.

Planteringshögarna var genomgående av god kvalitet, men kunde ha varit något mindre och några fler.



Figur 7.

Tack vare den långa kranen kunde högläggning ske med c:a 16m breda stråk.

PÅVERKAN PÅ FORNLÄMNINGARNA

I den antikvariska studien ingick dels den del som utfördes som en första test vid Lövstabruk (Knuters), dels två områden vid Strömsberg (1 och 2).

Områdena har karterats med GPS (Garmin 12XL). Noggrannheten bedöms ligga inom ca 5 m felmarginal. Som underlag för dokumentationen har nyttjats LMV:s fastighetskarta 2002, ortofoto från 1995 samt fornminnesuppgifter och underlag från Riksantikvarieämbetet och Länsstyrelsen.

Lövstabruk, Knuters, stensluttningen, ca 3 ha

Avverkningen utfördes år 1998. Vid denna tidpunkt var inte fornlämningarna kända varför ingen antikvarisk medverkan skedde. I samband med att återbeskogningsplanerades meddelade Korsnäs att de noterat ett antal rösen inom aktuella avverkningar. Vid besiktning kunde konstateras att det i området finns ett tiotal områden med röjningsrösen. Från början var avsikten att hela markberedningen, efter beslut enligt Kulturminneslagen (KML), skulle utföras med skonsam metod i enlighet med tidigare försök (Torstensdotter Åhlin, 2001). Metoden gav dock inte acceptabelt resultat med hänsyn till fornlämningarna och ersattes av fylljordsmetoden inom ca 3 hektar.

Fornlämningssmiljö: Inom avverkningsområdena, figur 8 fanns inga kända fornlämningar registrerade inför avverkningen. Någon kilometer söderut hade dock samtidigt ett område med stenmurar observerats och avgränsats. Inom detta senare område utfördes en naturvårdsbränning, vilken kom att frilägga ett antal övertorvade odlingsrösen. Dessa iakttagelser kommer att bli vägledande för bedömningen av de övriga odlingslämningar som därefter kommer att upptäckas i berörda avverkningsområden.

De är belägna utan tydlig kontakt med någon äldre känd fornlämningssmiljö. För den funktionella tolkningen ligger närmast den närbelägna torpmiljön Knuters tillhands. Dess historiskt kända nyttjandetid spänner mellan 1600-talet och fram till början av 1900-talet. Inget skriftligt belägg har dock kunnat koppla torpmiljön till de aktuella röjningsröseområdena. En tänkbar och rimlig förklaring är ändå att de representerar en ålderdomlig odlingsteknik som utnyttjats parallellt med yngre metoder. Det är också sannolikt att bosättning och odling i detta område är betydligt äldre än från 1600-talet, sannolikt är de medeltida. Lokalhistorisk forskning har inletts genom hembygdsföreningens försorg. Länsstyrelsen har bedömt att samtliga bebyggelse- och odlingslämningar inom området kring Knuters vid Lövstabruk utgör fasta fornlämningar och skyddas av KML.

Inom de karterade ytorna (ca 3 ha) dokumenterades ca 70 odlingsrösen.



Figur 8.
Flygfoto över området vid Knuters, Lövstabruk. Inom de markerade områdena utfördes de första försöken med fylljordsmarkberedning i juni 2002.

0 200 400 meter

Anvisningar: Inför markberedningen besiktades marken tillsammans med markägare (Korsnäs) och entreprenör med anvisningar om fornlämningarnas belägenhet samt om hur körningen skulle ske för att inte markskador skulle uppstå. Anläggningarna bedömdes i detta område vara så tydliga och väl avgränsade att snitsling inte krävdes. Plantering utfördes manuellt omedelbart efter markberedningen (juli 2002).

Kontroll och uppföljning: Vid efterkontroll av fylljordsmarkberedning och plantering har följande noteringar gjorts.

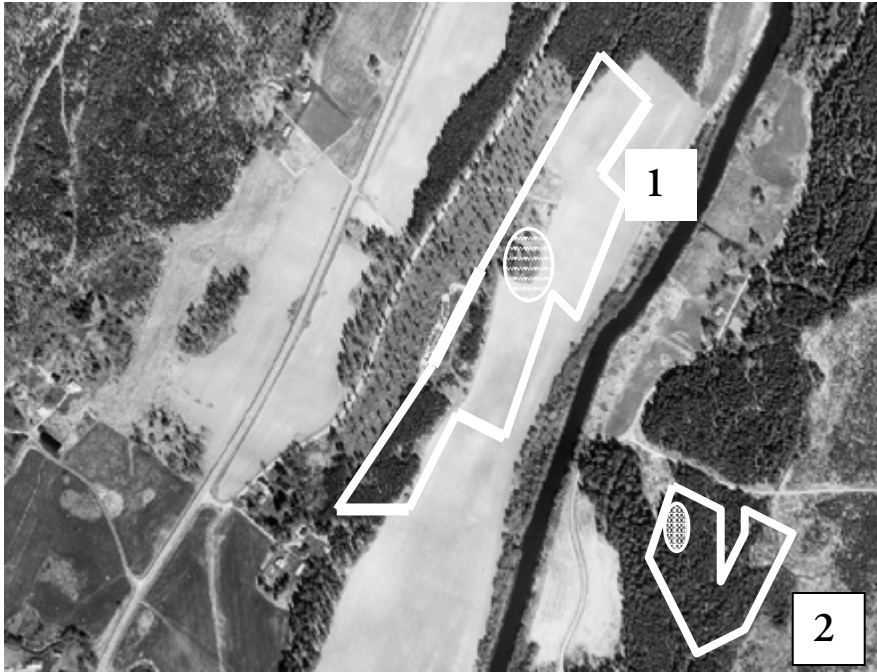
- Inga rösen har skadats vid fylljordsmarkberedningen.
- Inga rösen har skadats vid planteringen.
- Ett mindre antal körskador och körspår har noterats.

Körskadornas omfattning bedöms marginella och berör huvudsakligen torvskiktet men skall följas upp för att dokumentera dess faktiska omfattning. Ytterligare uppföljning kommer att göras under 2003.

Strömsberg 1, grusås ca 4 ha

Avverkningen utfördes vårvintern 1998. Markägare Stora Enso. Inom avverkningsområdet finns ett mindre fornlämningsområde. Anvisningar inför avverkning och återbeskogning utfördes av Länsstyrelsen. Plantering utfördes år 2000 utan markberedning med ca 40 % överlevnad varför stöd- eller omplantering av hela hygget var aktuellt. Det bedömdes då lämpligt att området först skulle kunna markberedas med fylljordstekniken.

Fornlämningssmiljö: Fornlämningarna består av sex registrerade gravar från järnåldern (s.k. stensättningar) belägna på krönet av Västlandsåsen. (RAÄ nr 25, 26, 27 i registret för Tolfta socken) figur 9. De ingår i ett mer utspritt grav och boplatssområde som sträcker sig flera kilometer utmed Tämnnaråns flacka dalgång. I anslutning till dessa finns också stora arealer med röjningsröseområden, vilka utgjorde den dåvarande produktionsmarken.



Figur 9.
Försöksområde 1 och 2 vid Strömsberg. Fornlämningar inom de markerade områdena.

Anvisningar: Inför markberedningen besiktades marken tillsammans med markägare (Stora Enso) och entreprenör med anvisningar om fornlämningarnas belägenhet samt snitsling av de enskilda anläggningarna. Genom maskinens låga marktryck och smidighet bedömdes det att körning kunde ske så att planteringshögar skulle kunna läggas så nära som 1 m från anläggningarnas kant.



Figur 10.
Närmiljön intill en av gravarna vid Strömsberg 1. Fylljordshögarna kan läggas med god precision. Maskinens marktryck är lågt varför körskadorna kan minimeras.

Kontroll och uppföljning: Efterkontroll av fylljordsberedning samt plantering har skett. Vid dessa kontroller har följande noteringar gjorts.

- På ett av gravrösen har sten i kantkedjan rubbats efter påkörning vid fylljordsberedningen.
- Ett mindre antal körskador och körspår har noterats.

Körskadornas omfattning bedöms marginella och berör huvudsakligen torvskiktet men den faktiska omfattningen skall följas upp och dokumenteras. Ytterligare uppföljning kommer att göras under 2003.

Strömsberg 2, stenbunden morän, ca 3 ha.

Avverkningen utfördes vårvintern 2002. Inom avverkningsområdet finns ett mindre fornlämningsområde inrymmande några gravar samt ett mindre röjningsröseområde. Anvisningar inför avverkning och återbeskogning utfördes av Länsstyrelsen. I samband med planering för återbeskogning valdes området ut för test med fylljordsmetoden.

Fornlämningssmiljö: Fornlämningarna består av två registrerade gravar från järnåldern (s.k. stensättningar) belägna på krönet av en moränhöjd. (RAÄ nr 45 i registret för Tolfta socken, figur 9). I den nära omgivningen och inom avverkningsområdet finns ett mindre markröjt område med ett tiotal odlingsrösen. Miljön ingår i ett mer omfattande grav och boplatsområde som sträcker sig på båda sidor utmed Tämnaånens flacka dalgång. I anslutning till dessa finns också stora arealer med röjningsröseområden, vilka utgjorde den dåvarande produktionsmarken.

Anvisningar: Inför markberedningen besiktades marken tillsammans med markägare (Korsnäs) och entreprenör med anvisningar om fornlämningarnas belägenhet samt om hur körningen skulle ske för att inte markskador skulle uppstå. Anläggningarna snitslades in.

Kontroll och uppföljning: Efterkontroll av fylljordsberedning samt plantering har skett. Vid dessa kontroller har följande noteringar gjorts.

- Inga rösen har skadats vid fylljordsberedningen.
- Ett mindre antal körskador och körspår har noterats.

Körskadornas omfattning bedöms marginella och berör huvudsakligen torvskiktet men den faktiska omfattningen skall följas upp och dokumenteras. Ytterligare uppföljning kommer att göras under 2003.

EKONOMI

Att skatta kostnaden för ett maskinsystem av den här beskrivna typen är alltid vanskligt då inga priser för de ingående enheterna finns att tillgå. Ett försök till ekonomisk kalkyl har ändå gjorts. Resultatet får betraktas som en indikation på kostnadsnivån, tabell 5. I kalkylen har vi utgått ifrån en timkostnad för basmas-

kinen om 475 kr/G₁₅-timme. Inköp och anpassning av ett begagnat lastbilsflak har uppskattats till 50 000 kr och anpassning av gripen till 15 000 kr. Omräknat till kr/G₁₅-timme vid 1 800 timmars utnyttjande per år blir det 25 kr. Som prestation har använts studiens genomsnitt 0,17 ha/G₀-timme. Framgrävning av jordmassor har uppskattas till ca 45 minuter/ha med ledning av Karl-Henrik Erikssons erfarenhet. Grävarens prestation anges fortsättningsvis i timmar/ha, det vill säga den tid det tar att gräva fram tillräckligt med jordmassor för ett hektars markberedning.

Tabell 5.
Ekonomisk kalkyl för det beskrivna maskinsystemet. Flyttkostnader ingår ej.

| | Kr/G ₁₅ -timme | Kr/ha |
|--------------------------|---------------------------|--------------|
| Medelstor skotare | 475 | 2 794 |
| Lastbilsflak | 15 | 88 |
| Gripskopa | 10 | 58 |
| Summa markberedning | 500 | 2 940 |
| Grävmaskin | 450 | 300 |
| Totalt per hektar | | 3 240 |

För att få en uppfattning om känsligheten i systemet visas kostnaden per hektar vid tre olika prestationer för grävaren respektive markberedaren i tabell 6 (föreliggande studies kostnad i mitten, kursiverad).

Tabell 6.
Total kostnad i kronor per hektar vid några olika prestationer för grävaren respektive markberedaren. Prestationerna uttryckta som timmar per hektar.

| Grävarens prestation, ha/G ₀ -timme | Markberedarens prestation, ha/G ₀ -timme | | |
|---|--|--------------|-------|
| | 0,12 | 0,17 | 0,22 |
| 1,0 | 4 620 | 3 390 | 2 720 |
| 1,5 | 4 470 | <i>3 240</i> | 2 570 |
| 2,0 | 4 390 | 3 170 | 2 500 |

Diskussion

Markberedning med fylljord är i sig inget nytt i svenskt skogsbruk. Försök med denna metod har gjorts i flera olika tappningar men har av främst ekonomiska skäl förkastats även om det biologiska resultatet ofta varit bra. Planteringsmaskinen Doppingen var en maskin avsedd att köras just på steniga marker utan grävande markberedning. I stället sattes en planta i humusen och jord fylldes runt omkring. Problem uppstod dock ofta med utmatningen av jorden genom planteringsaggregatet och metoden lades så småningom ner. Då fanns egentligen inga andra incitament att driva denna utveckling än möjligen praktiska. Se exempelvis Jansson, 1988 eller Adelsköld & Myhrman, 1985.

Inom främst fornlämningstäta områden samt områden med mycket sten i markytan kan det mycket väl vara incitament nog att använda fylljordsmarkberedning, trots en relativt hög kostnadsnivå. Dessa områden får i dag ändå markberedas med någon form av riktad markberedning – kranspetsmonterade aggregat (vanligen

grävmaskin), vilka bygger på principen att på plats gräva fram tillräckligt med jord för att ge plantan en god start. Prestationen på sådan markberedning är oftast låg, och därmed blir kostnaderna höga jämfört med de kontinuerligt arbetande aggregat som normalt används på de flesta marker. Det är således mot denna bakgrund som fylljordsmarkberedningen skall jämföras.

Prestationen i denna studie har legat något över den genomsnittliga för grävmaskin, 0,17 ha/timme jämfört med ca 0,15 ha/timme. Detta trots att de två objekten i Forsmark drog ner genomsnittet åtskilligt, troligen främst p.g.a. krångel med basmaskinens styrsystem samt att förarna ännu inte var inkörda på metoden. En mer realistisk prestation på lång sikt ligger nog i närheten av de 0,22 ha/timme som presterades i Strömsberg. Mycket talar för att det finns mycket kvar att utveckla både på metoden och maskinen utan att investeringsnivån nödvändigtvis behöver stiga så mycket.

Genomgående i studien har det skapats lite för få planteringspunkter per hektar. Detta beror nog mest på att förarna inte fått in blicken för hur tätt högarna behöver ligga och hur stora de behöver vara. Det har inte förekommit några terrängmässiga hinder för att lägga högarna tätare. Frågan är då hur ett tätare förband påverkar prestationen. Av tabell 3 framgår att ca 75 % av den totala tiden går åt till egentligt arbete, d.v.s. krankörning, markberedning och flytt mellan uppställningsplatser. Ett tätare förband skulle öka krankörningstiden något, främst på bekostnad av flyttiden. Samtidigt skulle jordmassorna ta slut tidigare, vilket skulle öka tom-, lastnings- och lasskörningstiderna. Frågan är om tidsvinsten i flyttider uppväger tidsförlusten i de övriga momenten.

Å andra sidan har en stor del av högarna i studien varit onödigt stora, tabell 4. Om den genomsnittliga volymen per hög minskades från dagslägets drygt 30 liter till kanske 20 liter skulle ett lass räcka ca 30 % längre utan att markberedningsresultatet skulle äventyras. Men även detta resonemang har en annan sida. Om högarna kunde göras så att de nästan undantagslöst kunde användas till två plantor per hög skulle bara hälften så många högar behöva läggas ut. Även om materialåtgången räknat per planteringsställe skulle öka är det tänkbart att prestationen uttryckt som hektar per timme också skulle öka.

Mycket talar således för att den genomsnittliga prestationen mycket väl kan ökas från den i studien genomsnittliga 0,17 ha/h (Strömsberg 1) till 0,22 ha/h eller kanske ännu mer. I dagsläget betalar både Korsnäs och Stora Enso ca 3 000 kr per hektar för grävmaskinsmarkberedning på stenbundna marker, ett pris som fylljordsmarkberedningen bör kunna konkurrera med, tabell 6.

En tung post i den totala kostnadsbilden är framgrävningen av jordmassor. Redan efter denna förstudie kan man konstatera att detta arbete kan variera mycket mellan olika objekt. I Forsmark uppstod en del problem med att hitta jord p.g.a. mängden sten och block men sedan ett lämpligt ställe väl hittats gick det fort att gräva, ca 40 minuter för att få fram material till ett hektar. I Strömsberg där det fanns ett gammalt grustag invid hygget kunde massorna i stället tas fram med en lastmaskin på betydligt kortare tid. Dessa två kanske kan sägas vara ytterligheterna.

En intressant iakttagelse som gjordes var att materialet inte tycks behöva harpas eller på annat sätt sorteras. Stenar upp till en handbolls storlek kan utan vidare följa med i markberedningen. Större stenar petas endera bort då massorna läggs upp eller av skotaren i samband med lastningen. Om jordmassorna töms från lite höjd ur grävskopan på högen rullar ofta de större stenarna av själva.

ANTIKVARISKA ASPEKTER

Den provade fylljordstekniken för markberedning bedöms som mycket skonsam för berörda fornlämningsmiljöer. Detta gäller samtliga markslag och fornlämnings typer. Helt avgörande för det antikvariska resultatet är att jordytan inom fornlämningsområdet inte behöver grävas om eller rivas upp. Genom att använda en maskin som är byggd för lågt marktryck uppstår inte heller några besvärande körskador. På svaga marker kan åtgärder, t.ex. risning, vidtas för att ytterligare minimera risken.

En viktig faktor för det goda resultatet är att maskinens smidighet och tekniska prestanda allmänt sett gynnar ett skonsamt körsätt med god överblick över den mark som skall beredas. Föraren sitter högt och följer med blicken varje moment i arbetsriktningen och kan därmed lättare notera var fornlämningarna är belägna och hur markberedningen skall anpassas. Om påverkan på marken i något moment skulle öka kan körningen snabbt korrigeras.

Den negativa påverkan som ändå noterats i studien begränsar sig till vissa körspår samt det faktum att det med fylljorden förs in ett nytt material inom fornlämningsområdet. I ett fall har körskador uppkommit på en synlig fornlämning, vilket visar på behovet av noggranna anvisningar i alla led.

ALLMÄNNA IAKTTAGELSER

Basmaskinen

Valet av basmaskin kan alltid diskuteras. Den Valmet 860 som användes i denna studie hade en 8 meters kran, vilket innebar att maskinen kunde framföras i de gamla skördarstråken och ändå kunna komma åt att markbereda hela ytan. Den relativt långa kranen innebar också att maskinen kunde vända vid hyggeskant inom kranens dubbla räckvidd utan att behöva backa och ta om. En större maskin kan naturligtvis lasta mer men kostar också mer och frågan är om prestationen ökar så mycket att investeringen betalar sig. De erfarenheter som drogs under studierna var att det är viktigt att ha viss räckvidd så att man är relativt fri att välja väg över hygget. Men det är också viktigt att kranen kan köras med precision på full räckvidd och med full skopa.

Lastflaket

I det utförande som maskinen hade vid studierna upplevdes inga framkomlighetsproblem jämfört med en lastad skotare. Vid fullt lass låg tyngdpunkten lägre jämfört med ett fullt virkeslass. Den totala lasshöjden sträckte sig ungefär 50 cm ovanför bankarna. Det bergflak som användes i studien för att transportera jordmassorna visade sig under arbetets gång vara mindre optimalt. Placeringen ovanpå bankarna gav maskinen en onödigt, om än inte besvärande, hög tyngdpunkt.

Vidare skymde flaket sikten bakåt. Flakets plana botten innebar också att det blev svårt att få tag på de sista griparna jord. En hel del av den övriga verktid som redovisas i tabell 3 är just hopplockning av jord på flaket mot slutet av lasset. Ett mer rundbottnat flak – exempelvis ett asfaltsflak – skulle dels innebära att tyngdpunkten kunde sänkas genom att flaket kan sänkas ned mellan bankarna, dels att jorden själv skulle skaka ner mot flakets botten samtidigt som flakets form bättre skulle passa gripens rörelsemönster. Samtidigt får inte flaket bli så stort eller tungt att det inte kan lastas på och av med skotarens kran. En låg egenvikt på flaket är också viktig för att få med tillräckligt med jord utan att riskera att överlasta skotaren. Uppluckrad jord av den typ som använts i denna studie väger 1,2 – 1,4 ton/m³, vilket innebär att en skotare som lastar 13 ton inte kan lasta mer än högst 9,6 m³ jord om flaket beräknas väga 500 kg.

Gripskopan

I studien användes basmaskinens ordinarie virkesgrip. I denna bultades en skopa fast i vardera gripskänkel. Denna lösning var i de flesta avseenden bra men i det utförande som gjordes blev den för vek. Materialet som användes för att göra skopdelarna var för svagt med påföljd att skoporna deformerades allt för lätt om en sten kom i kläm. Ett kraftigare material och bättre infästning för bultförbandet borde lösa problemet. På marknaden finns s.k. asfalts- eller jordgripar att köpa. Dessa har dock en helt annan utväxling, vilket gör att de går långsammare än en virkesgrip, och torde sänka prestationen en del. Dessutom har det känts angeläget att skotaren lätt kan användas för andra ändamål än markberedning. I Forsmark, exempelvis risskotades försöksobjektet med markberedaren inför studierna. I sådana fall är det viktigt att det går fort att plocka av och på delarna.

Arbetsmetoden

Under studiens gång lades arbetet upp så att maskinen körde fram till en uppställningsplats och lade ut högar i en solfjädersform runt maskinen med början i höjd med maskinens framdel, ut till full kranlängd och sedan runt maskinen och vidare till maskinens framdel på andra sidan. I snitt lades det ut tre högar per skopa, vilket orsakade onödigt mycket tomkörning med kranen eftersom gripen tömdes då kranen befann sig längst ut. Om gripen rymde mer så att 5–6 högar per grip kunde läggas ut, kunde viss tidsbesparing i krankörningen göras genom att lägga tre högar på väg utåt med kranen och två inåt så att sista högen läggs invid maskinen. Markberedning i körstråket gjordes dels genom att släppa jord bakom maskinen, dels genom att föra in gripen i midjan. Det senare var lite besvärligt då kranen av okänd anledning blev svårstyrd så nära maskinen, troligen dock ett problem kopplat till just denna maskin. Att släppa jord bakom maskinen hade nackdelen att den inte alltid kom på ett optimalt ställe då föraren inte kunde se var han släppte jorden.

Markberedningsresultatet

Markberedningsresultatet i studien var som tidigare nämnts bra, om än något glest mellan högarna. Detta är dock helt förarberoende och har ingenting med metoden som sådan att göra. De objekt som ingick i studien var alla risrensade men i anslutning till objektet i Strömsberg markbereddes ett äldre hygge som inte var risrensat,

Strömsberg 2. Ristjockleken här var bitvis ganska stor med långt grovt granris med mycket block och sten under. Terrängmässigt var nog detta hygge det svåraste av dem som kördes. Vid en okulär besiktning kunde konstateras att markberedningsresultatet blivit förvånansvärt bra. Det jordmaterial som användes var av samma slag som det i Strömsberg och det rann uppenbarligen ner mellan grenarna i ris-högarna på ett sätt så att inga högar blev hängande i luften. Detta indikerar således att risrensning inte nödvändigtvis krävs för metoden. Detta får dock framtida erfarenheter utvisa.

Jordmassorna

Vilka krav som kan ställas på jordmassornas kvalitet vad avser jordart och fuktighet har inte närmare studerats. I denna studie användes den jord som fanns att tillgå på objekten, vilket i samtliga fall rörde sig om ganska grova jordar (sandig-grusig morän). Efter den varma och torra sommaren 2002 var jordarna mycket torra med påföljd att det framgrävda materialet rann lätt och fint och var över huvudtaget lätt att hantera. Man kan dock tänka sig att situationen kan vara en helt annan efter en blöt sommar eller tidigt på våren och på andra marker. Risken att problem uppstår då jorden fastnar i gripskopan får betraktas som relativt stor. Ju finare och blötare jordarter, desto större risk. Dessutom kompakteras massorna lätt i gripen då skopan stängs, vilket ytterligare ökar risken för klumpar och svårigheter att lägga högarna på önskat sätt.

Tillgången på jord kommer sannolikt att variera kraftigt mellan objekt. Likaså hur jordmassorna tas fram. Att gräva fram jordmassor direkt med skotarens gripskopa är knappast ett realistiskt alternativ. Därtill är den dels för svag, dels för liten. Återstår då att använda grävmaskin, traktorgrävare, lastmaskin eller helt enkelt köra fram jordmassor med lastbil. I vissa fall kan arbetet förmodligen rationaliseras så att man gräver fram massorna i samband med att eventuell väg byggs till objektet. Frågan är bara hur mycket de framgrävda massorna kompakteras i väntan på att markberedningen tar sin början. Om högen sjunker ihop för mycket kan det inverka menligt på lastningstiderna. Det vill också till att säkra erfarenhetstal skapats på vilka mängder jord som behövs så att inte markberedaren blir stående utan jord.

Det andra alternativet – att köra fram jordmassor med lastbil kan uppskattas till ca 100 kr/m³ vid ett transportavstånd på 15–20 km (Rimbo Jord AB). I studien gick det åt ca 70 m³ jord per hektar till en grävmaskinskostnad om 300 kr = 4 kr/m³ + transportkostnad för grävmaskinen, avtäckning av grävplatsen och återställning av grävplatsen. Att transportera jordmassor till platsen får således betraktas som en nödlösning men kan komma att användas då inget annat finns att tillgå eller på mycket små arealer där flyttkostnader m.m. för grävmaskinen slår hårt.

Biologin

Det biologiska resultatet har inte närmare studerats i denna studie men vissa generella iakttagelser kan ändå göras. Som tidigare nämnts är fylljordsmarkberedning inget nytt i sig utan har använts speciellt på blockrika marker tidigare. Erfarenhetsmässigt har resultaten varit goda. Mineraljord lagd direkt på humusen torkar dock fort i solvärmen varför det är viktigt att högarna inte blir tjockare än att det går att sätt plantan ända ner igenom högen. Rotklumpen bör stå på den underliggande

mineraljorden. Risken för inväxande konkurrerande vegetation får också betraktas som ganska stor speciellt på äldre hyggen där gräset redan etablerat sig. Å andra sidan är den rena, torra och upphöjda mineraljorden ett utmärkt skydd mot snytbagge så länge högen är fri från annan vegetation.

Vid en inspektion av hygget vid Knuters som kördes våren 2002 med den första försöksmaskinen visade det sig att överlevnaden vara förbluffande hög. Hygget hade markberetts på våren och planterats veckan efter med två-åriga granplantor, vilka hade näst intill hundra procentig överlevnad på sensommaren 2002, en extremt torr sommar. Detta hygge var dock så gammalt att snytbaggetrycket upphört.

FRAMTIDEN

Utifrån de resultat som denna mycket begränsade studie lett till och med tanke på det intresse metoden rönt inte minst från skogsbrukshåll måste det vara av stort värde att fortsätta ett år till med ytterligare studier och då på en maskin mer lik den som kan tänkas vara den färdiga produkten. Med de erfarenheter som finns i dagsläget är det en åttahjulig medelstor skotare med relativt lång kran. På den ligger ett halvrukt flak inpassat så att det får plats mellan bankarna. Gripskopan byggs i kraftigare material med ett bättre infäst bultförband i virkesgripen. Om möjligt byggs gripen om på något sätt så att den rymmer mer jord men har ett något mindre utsläpp, så att högarnas storlek kan kontrolleras bättre. Det är dock viktigt att grip-rörelserna kan göras snabbt så att ingen väntetid på gripen uppstår.

Att döma av den ekonomiska kalkylen kan maskinkonceptet mycket väl tänkas konkurrera med grävmaskinsmarkberedning på blockrika marker, vilket tillsammans med behovet av skonsamma metoder inom fornlämningsrika marker skulle ge fylljordsmarkberedaren det utrymme på marknaden som krävs för att någon entreprenör skulle vilja satsa på tekniken. Vidare studier vad gäller metodutveckling planeras att genomföras under säsongen 2003.

Referenser

- Adelsköld, G. & Myhrman, D. 1985. Maskinell plantering i svår terräng – Doppingen. Skogsarbeten. Resultat nr 1.
- Adelsköld, G. & Örlander, G. 1989. Val av planteringspunkt. Skogsarbeten. Resultat nr 8.
- Annon. 2000. Studie av skador på fornlämningar i skogsmark. Riksantikvarieämbetet. Rapport 2000-01-17.
- Jansson, K. 1988. Fältförsök – Maskinell plantering. Korsnäs AB. Stencil 1988-12-29.
- Torstensdotter Åhlin, I. 2001. Försök med markberedning inom områden med fossil åkermark i Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs och Uppsala län – ett pilotprojekt. Riksantikvarieämbetet 2001.

Bilaga 1

TIDER I TIMMAR;MINUTER

Totalt studerad tid (h;min) per objekt fördelat på de olika arbetsmomenten samt antal studerade lass.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg |
|------------------------|------------|------------|------------|
| Kran med last | 0;11 | 0;56 | 0;30 |
| Markberedning | 0;06 | 0;23 | 0;18 |
| Kran utan last | 0;08 | 0;27 | 0;20 |
| Gripning av jord | 0;03 | 0;19 | 0;09 |
| Flyttning under arbete | 0;07 | 0;31 | 0;16 |
| Övrig verktid | 0;02 | 0;04 | 0;03 |
| Tomkörning | | 0;11 | 0;06 |
| Lastning | | 0;31 | 0;14 |
| Lasskörning | | 0;06 | 0;06 |
| Summa | 0;37 | 3;30 | 2;01 |
| Antal lass* | 1,0 | 3;2 | 2;4 |

På grund av problem med basmaskinen (Forsmark 2) och studiedatorn (Strömsberg) har 0,8 respektive 0,6 lass tagits ur studien då dessa tider blev allt för påverkade av problemen.

Momenttider omräknat till timmar och minuter per lass. Prestation uttryckt som antal högar per hektar, antal högar per G₀-timme samt hektar per G₀-timme.

| | Forsmark 1 | Forsmark 2 | Strömsberg | % av tiden totalt |
|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------------|
| Kran med last | 0;11 | 0;22 | 0;10 | 24 |
| Markberedning | 0;06 | 0;09 | 0;06 | 12 |
| Kran utan last | 0;08 | 0;11 | 0;07 | 15 |
| Gripning av jord | 0;03 | 0;08 | 0;03 | 8 |
| Flyttning under arbete | 0;07 | 0;12 | 0;06 | 14 |
| Övrig verktid | 0;02 | 0;02 | 0;01 | 3 |
| Tomkörning | 0;03 | 0;03 | 0;03 | 5 |
| Lastning | 0;09 | 0;10 | 0;07 | 15 |
| Lasskörning | 0;03 | 0;02 | 0;03 | 4 |
| Total tid per lass (h;min) | 0;51 | 1;18 | 0;46 | |
| Högar per lass | 176 | 256 | 332 | |
| Högar per ha | 1 600 | 1 960 | 1 943 | |
| Högar per G ₀ -timme | 208 | 197 | 433 | |
| Hektar/G ₀ -timme | 0,13 | 0,10 | 0,22 | |