

Minimering av markskador

VID MARKBEREDNING MED SLÄTA MARKBEREDNINGSTALLRIKAR

Minimisation of ground damage in soil scarification – Using disc and roller



FOTO: MIKAEL ANDERSSON/SKOGFORSK

Sammanfattning

I försöket prövades tre olika metoder för att reducera markberedningsfårans bredd och djup. Den första metoden gick ut på att studera hur markberedningstallrikens krökningsradie kan användas för att reducera markpåverkan. Resultatet av olika krökningsradier är inte konklusivt vad gäller markpåverkan. Antalet godkända planteringspunkter påverkades inte nämnvärt av krökningsradien och därmed inte heller markberedningsresultatet. De två andra metoderna där en vinge och en slät rulle används för att reducera markpåverkan gav betydligt bättre resultat, i synnerhet försöket med en slät rulle där resultatet syntes tydligt efter markberedning. En slät rulle för återföring av material var den metod som gav bäst resultat vid detta försök.

Ett mindre, begränsat försök gjordes för att mäta ökningen i dieselförbrukning vid markberedning. Ur dieselförbrukningen följer att dragkraften som markberedaren kräver är ca 13kN.

Summary

Three different methods were tested for reducing the width and depth of scarification trenches.

The aim of the first method was to examine how different radius of curvature of the scarification discs affected ground impact. The results were not conclusive. The number of approved planting points was not significantly affected by the radius of curvature, so the scarification results were not much influenced.

The two other methods, where a flange and a roller were used in an attempt to reduce ground impact, gave considerably better results. In particular, the experiment in which a roller was used to return soil to the trenches led to a clear improvement and produced the best results.

A smaller and limited experiment was also carried out to measure the increase in diesel consumption during scarification. The diesel consumption indicated that the traction required by the scarification device was approximately 13kN.

Förord

Denna rapport sammanfattar resultat från markberedningssäsongen 2016, där vi i huvudsak har studerat tre metoder för att minimera markskador. Studien har finansierats med medel från Skogforsks strategiska satsning 2016.

Markberedningstallrikar med tre olika krökningsradier har prövats, samtliga levererade av Olofsfors AB.

I delstudien för återföring med rulle har Allmek & Svets AB levererat den svetsade konstruktionen.

Skogforsks befintliga markberedningsaggregat användes vid alla tre metodstudierna samt tallrikar, vinge respektive rulle.

Markberedningsaggregatets styrsystem loggade bland annat hydraultryck, dieselförbrukning och cylinderlägen.

Mätning och analys av datamaterial har utförts av Mikael Andersson, Jörgen Hajek och Anders Högdahl.

Sävar den 11 november 2016

Mikael Andersson, Isabelle Bergkvist, Jörgen Hajek och Anders Högdahl

Innehåll

Sammanfattning	2
Summary	2
Förord	3
Inledning	5
Mål och avgränsningar	6
Material och metoder	7
Material	7
Markberedningsaggregatets huvudkomponenter	7
Tallrikar	10
Vinge	11
Rullar	11
Metod	12
Försök med tallrikar	12
Försök med vinge	13
Försök med rullar	13
Mätningar under körning	14
Mätning av markpåverkan	14
Bedömning av planteringspunkter	14
Resultat och diskussion	15
Markberedningsresultat	15
Resultat från bedömning av planteringspunkter	15
Mätning av Markpåverkan	15
Försök med rullar	19
Sammanfattande diskussion	21
Vidare studier	21
Litteratur	22
Bilaga 1. Grafer över hydraultryck, bränsleförbrukning vid slaget för dieselmätning	23
Bilaga 2. Skattning av krafter på tallriken vid mätning av dieselförbrukning	24
Bilaga 3. Försöksmark Grustäkten	27
Bilaga 4. Försöksmark Gruskläppen	28
Bilaga 5. Mätning av markpåverkan	29

Inledning

I arbetet med att utveckla miljövänlig generell markberedningsteknik som producerar högkvalitativa planteringspunkter har ett testaggregat utvecklats på Skogforsk. Detta har i jämförande studier visat sig ha stor potential att möta högt ställda krav på både miljövänlighet och kvalitet på producerade planteringspunkter. Konceptet baseras på midje-monterade odgivna och släta tallrikar som skär upp en förhållandevis smal fåra och vänder den uppgrävda tultan upp och ned. Denna körs över av bakre boggin varvid en tilltryckt tulta skapas. I de flesta fall kvarstår dock en mindre fåra efter markberedningen, som kraftigt varierar i storlek beroende på markförhållandena. Ur framför allt estetisk miljöaspekt har det vid ett flertal demonstrationskörningar och exkursioner framkommit att det vore önskvärt med en förbättrad och mer fullständig återföring av material tillbaka i den uppgrävda fåran. Detta är även relevant för att motverka problem med erosion, då fåran på lutande mark kan komma att fungera som dike. Mot denna bakgrund testade Skogforsk under andra halvåret 2016 tre metoder för förbättrad materialåterföring.

Det råder inget tvivel om markberedningens positiva effekter på etablering, överlevnad och tillväxt vid anläggning av nya skogsbestånd. Detta gäller för såväl sådd som naturlig förnyring och plantering. fördelarna med markberedning beror bland annat av att:

- Temperaturen i mineraljorden höjs och frostrisken minskar.
- Vatten- och syrebalansen förbättras och anpassas till plantans behov.
- Konkurrensen med hyggesvegetationen om ljus, vatten och näring motverkas.
- Snytbaggeangreppen och sorkskadorna minskar.
- Mekanisk markberedning ger också en luckring av mineraljorden.

Det finns dessutom en tydlig koppling mellan markpåverkan och åtgärdens effekt: ju intensivare markberedningsmetoder, desto bättre effekt på tillväxt och överlevnad. Fram till och med mitten av 1960-talet var hyggesbränning den vanligaste metoden för att bereda marken. Denna metod började dock ifrågasättas under mitten av 60-talet både på grund av påverkan på miljön, men framför allt för att den var väderberoende (brandrisk) och arbetskraftskrävande. Under slutet av 60-talet ökade användningen av stora terrängmaskiner såsom lunnare och skotare, vilket möjliggjorde utvecklingen av maskindragna markberedningsaggregat. Även om hyggesbränningen nu fasades ut, var fortfarande metoderna framförallt inriktade mot maximal effekt på överlevnad och tillväxt, vilket innebar radikala metoder som hyggesplöjning och senare också harvning. 1970 markbereddes 90–95 % av den årliga hyggesarealen. I och med ”nya” skogsvårdslagen 1994 förbjöds hyggesplöjning av miljömässiga och sociala skäl (till exempel krav från rennäringen).

Under senare år har debatten kring markberedningens negativa påverkan åter tagit fart. Exempel på konsekvenser av markberedning är negativ påverkan på mark, vatten och biodiversitet, risk för erosion och utlakning av näringsämnen samt förhöjda kostnader vid röjning som en konsekvens av att lövträd gynnas.

Markberedning kan också förstöra kultur- och fornlämningar som ofta ligger i och under markskiktet, ge försämrat renbete samt utgöra hinder för rekreation och bidra till ”förfulning” av landskapet.

Därför bör markberedningen inte utföras mer intensivt än vad som är påkallat i det enskilda fallet. Under senare år har efterfrågan på skonsamma och effektiva markberedningsmetoder ökat och i framtidens skogsbruk kommer det troligen att finnas tydliga riktlinjer för maximal miljöpåverkan vid markberedning för att över huvud taget få utföra åtgärden. Detta har lett till att Skogforsk i samarbete med skogsbruket arbetat intensivt med att hitta metoder som både kan bidra till högre kvalitet på planteringspunkterna och mindre miljöpåverkan samt dessutom upplevs som mer estetiskt tilltalande. Prioriterad verksamhet har varit att utveckla och utvärdera inversmarkberedning samt FoI kring utveckling av maskinell plantering. Sedan 2006 har Skogforsk arbetat på tre olika plattformar för att utveckla markberedningsteknik och på dem utvecklat teknik för att åstadkomma en inversliknande markberedning. Studier, praktiska tester och delrapportering har visat på goda resultat och hög potential avseende högre kvalitet, mindre miljöpåverkan och en mer estetiskt tilltalande markberedning.

Mål och avgränsningar

Syftet med projektet var att utvärdera tre koncept för förbättrad materialåterföring vid markberedning med Skogforsks markberedningsaggregat. Målet var att nå ett resultat efter markberedning där delar av materialet återförs till fåran så att den minimeras.

Studien omfattar ett begränsat antal marktyper. Återföringen med rulle baseras på två överfarter, där materialet blir hoptryckt vid den ordinarie markberedningen vid första överfarten. Sedan görs en andra överfart med rullen. Det har inte varit möjligt att återföra direkt efter tallriken under en och samma överfart.

Material och metoder

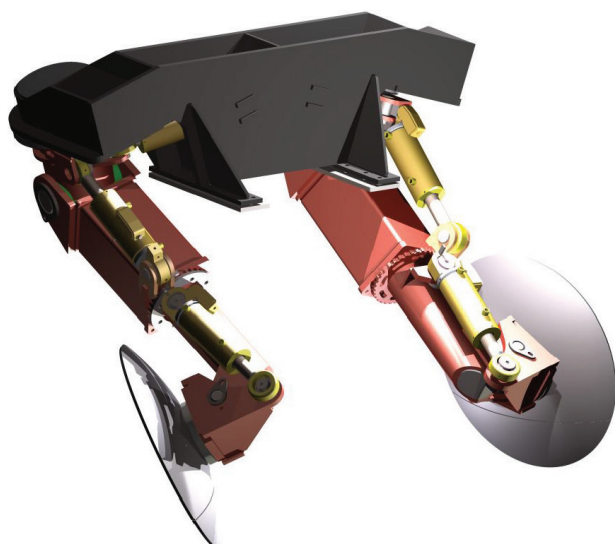
MATERIAL

Samtliga försökskörningar gjordes med Skogforsks befintliga markberedningsaggregat och skotare. Försök med ”vinge” utfördes på Holmens trakt *Grustaget* avsett för högläggning och resterande försök gjordes på Holmens trakt *Grustäkten* även den avsedd för högläggning.

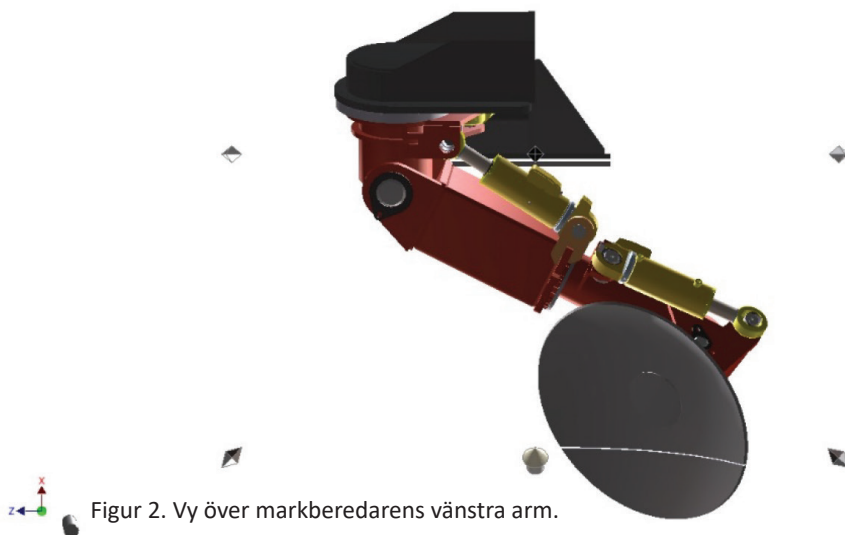
Markberedningsaggregatets huvudkomponenter

Mekaniskt & hydrauliskt

Aggregatet består av ett svetsat ok (Figur 1). I oket sitter infästningen av aggregatets breddningscylindrar (BC). I okets överdel sitter ett svängkranslager som bär markberedningsarmen. Lagrets vinkel mot horisontalplanet är 18° . Armens övre halva består av en kvadratisk balk. Denna fäster med en manuellt justerbar vridskiva till den nedre cylindriska halvan. Den övre kvadratiske balken bestämmer i huvudsak markberedningsdjupet via lättningstryckscylindern (LMC). Markberedningsarmens nedre cylindriska del utgör infästning för leden som håller tallriksnavet. Leden manövreras av tallrikscylindern (TC).



Figur 1. Vy snett bakifrån, vänster över markberedningsaggregatet.



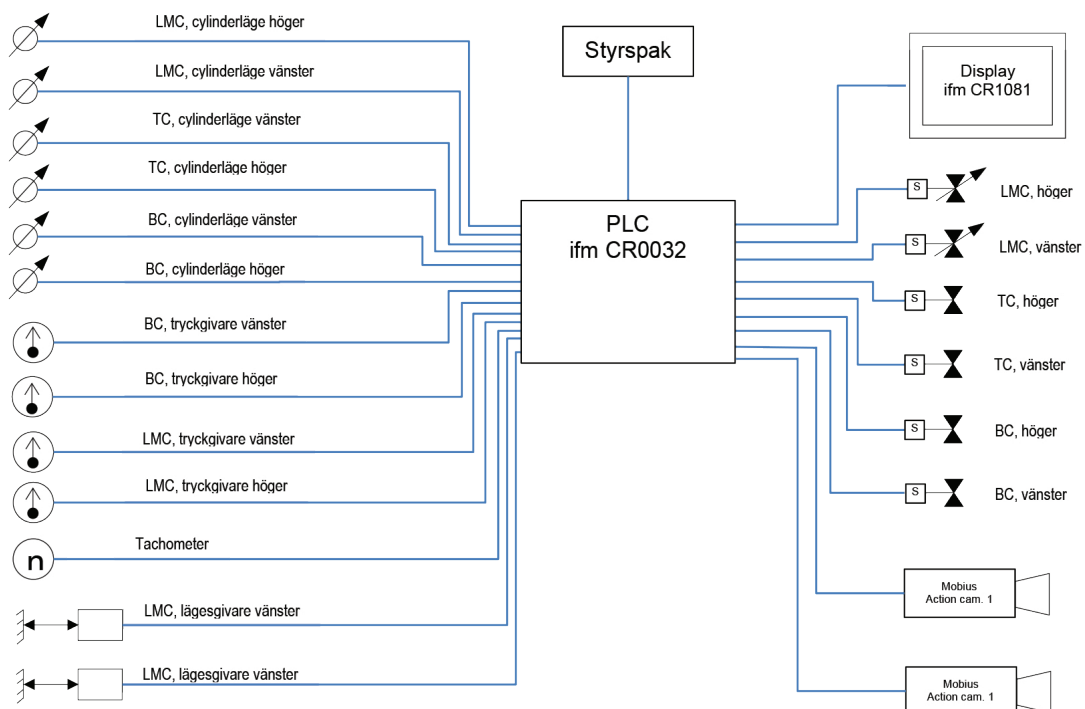
Figur 2. Vy över markberedarens vänstra arm.

Hydrauliskt matas markberedarens ventilpaket Sauer-Danfoss PGV32 från maskinens hydraulpump. Maskinens hydraulsystem är ett så kallat LS-system, lastkännande system, där pumpens avgivna flöde automatiskt anpassas till summan av aktuellt flödesbehov för samtidigt aktiverade förbrukare. Ett LS-system är reglertekniskt känsligare och har sämre respons än konstanttryckssystem. Systemverkningsgraden är betydligt högre för ett LS-system jämfört med ett konstanttryckssystem. Hydraulventilerna för BC och TC är av typ på/av där maxtrycket var satt till ca 10 MPa. Cylindern LMC manövreras med en proportionalventil med extern överströmsventil som var satt till ca 14 MPa.

Styrsystem

Styrdatoren eller kortare PLC:n (Programmable Logical Controller) är av typ IFM 0032 med 32 konfigurerbara in- och utgångar. PLC:n styr via utgångarna de sex hydraulventilerna. Två andra utgångar används för att styra ett par digitala HD-kameror som används för att dokumentera tallrikarnas prestation under framryckning.

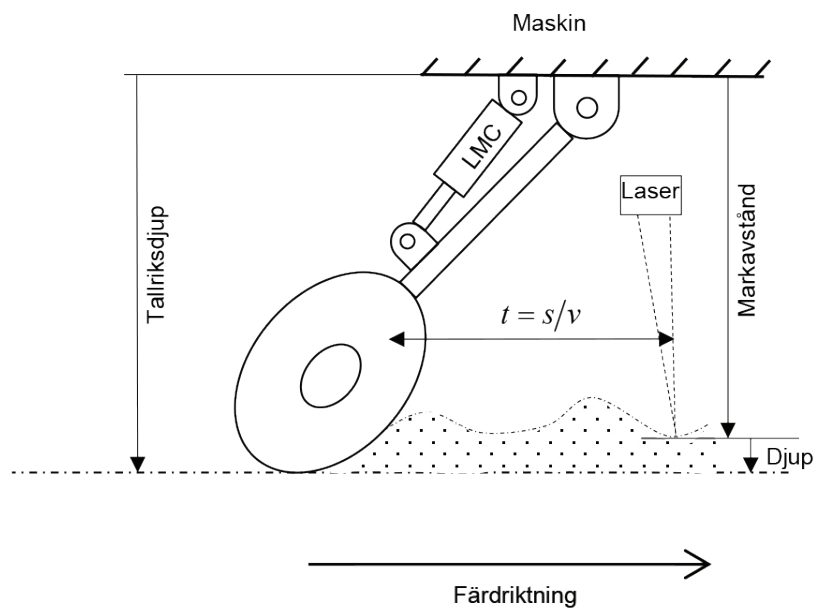
Sex av ingångarna i PLC:n används för att läsa av cylinderlägena. Markberedaren är utrustad med två lasergivare som mäter in marknivå relativt chassiet. På så sätt kan tallrikarna hållas i ingrepp på ett konstant djup (Figur 4). Systemet har fyra tryckgivare monterade på höger och vänster LMC samt på höger och vänster BC. Samtliga tryck mäts på cylindrarnas A-sida. Med höger och vänster sida av markberedaren menar vi alltid sett i maskinens färdriktning. I styrsystemet finns möjlighet att ställa in maximalt tryck. Det har varit inställt på ca 10 MPa. Vidare används en pulsgivare för att mäta körd sträcka, hastighet samt för att avgöra om maskinen rör sig eller står stilla (Figur 3).



Figur 3. Principschema för styrsystemet.

Funktion för djupreglering

Från lasergivarna fås avståndet ner till marken relativt chassiet. Filtreringen av laser-mätta avståndsdata till marken behandlas så att man kan ställa in hur stor procentandel av de största värdena som ska användas för att beräkna avståndet till marken. Skälet för detta är att bärris och grenar med mera ligger ovanför markytan och man vill ha ett avstånd som så väl som möjligt speglar markytans verkliga position. Tallriksperiferins avstånd från chassiet till marken är en funktion av LMC:s cylinderläge om BC och TC hålls konstanta eller varierar måttligt. Denna funktion är linjäriserad för avstånd under boogibanden. Summan av markavstånd och inställt djup är systemets börvärde och tallriksperiferins djup är sökt ärvärde. Reglersystemet reglerar LMC:s utskjut med skillnaden av dessa två (Figur 4). Systemet har även en tidsfördröjning för reglering av LMC som beror av framryckningshastigheten samt av att markytan bestäms i en punkt några dm före markberedningstallriken.



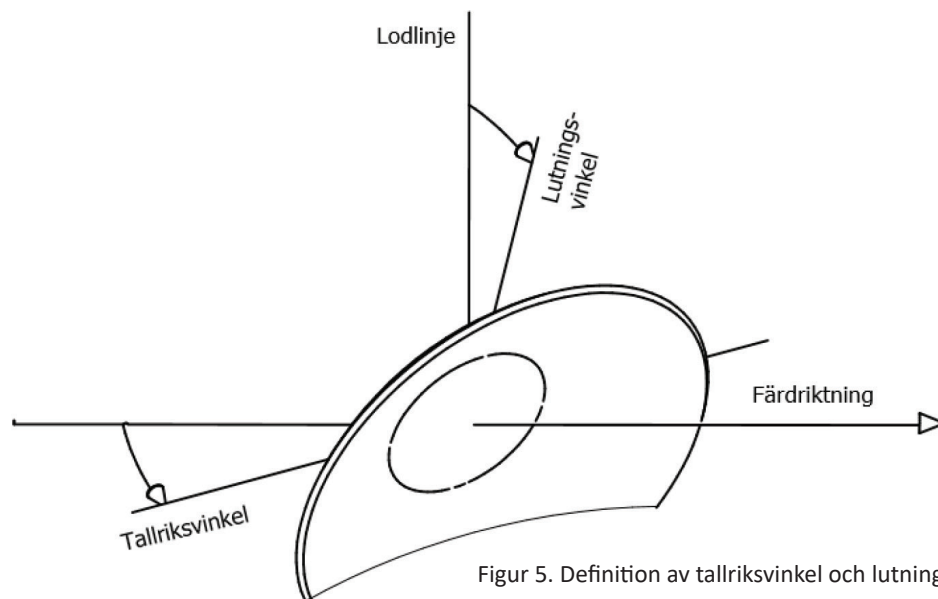
Figur 4. Schematisk figur över djupreglering.

Definitioner av tallrikens ingrepp i mark

Vi lät cirkeln av tallrikens periferi definiera ett plan och kallade det för **tallriksplanet**.

Lutningsvinkeln definierar vi då som vinkeln mellan tallriksplanet och lodlinjen.

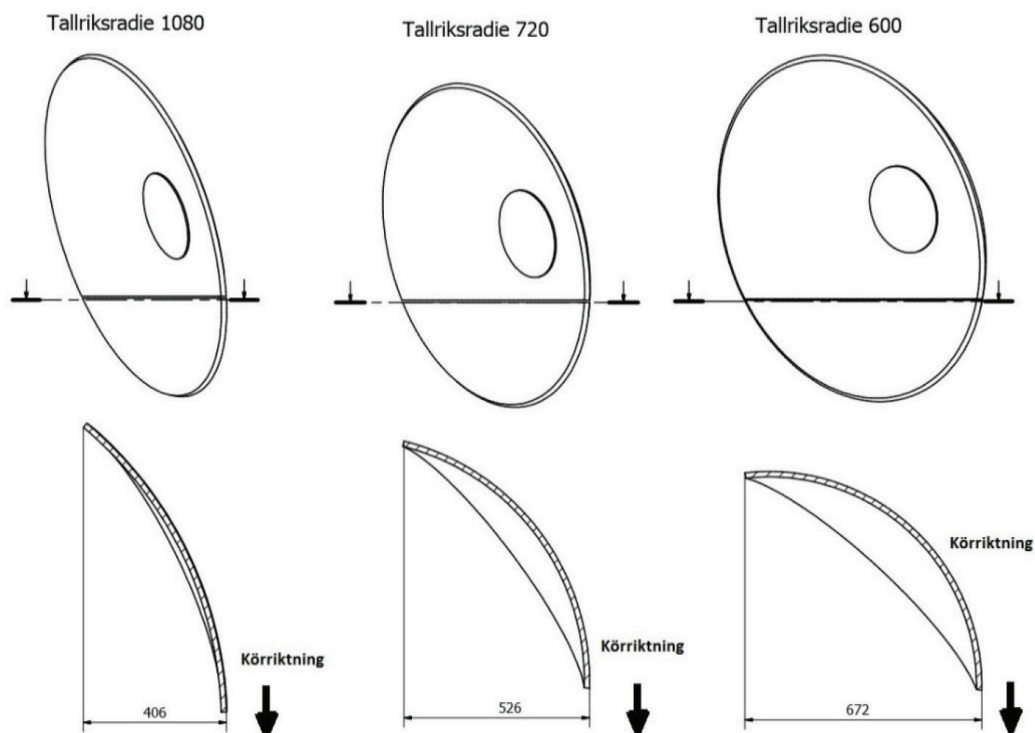
Tallriksvinkeln definierar vi som vinkeln mellan färdriktningen och skärningslinjen mellan tallriksplanet och horisontalplanet. Se figur 5 för illustration av tallriksvinkel och lutningsvinkel.



Figur 5. Definition av tallriksvinkel och lutningsvinkel.

Tallrikar

Tallrikarna var gjorda av härdat borstål (Hardox® 450) och är 15 mm tjocka. Till försöket användes tre par tallrikar med olika krökningsradier: 1080 mm, 720 mm och 600 mm. Diametern är ca 1000 mm, förutom tallriken med krökningsradien 720 mm, som hade en diameter på 930 mm.



Figur 6. I överdelen av bilden ses de tre tallrikarna med ett snitt vid arbetsdjup ca 25 cm. Nertill ses del som är under markplanet.

Tallriken med krökningsradie 720 mm och diameter 930 mm valdes som utgångspunkt, då den skålningen är vanlig på tallriksharvar i jordbruket. Tallriken skruvades fast i ett svängkranslager som inte är drivet.

Vinge

En vinge i gummi konstruerades av 4 stycken gummidukar, två med 10 mm:s tjocklek samt två som var 5 mm tjocka. Dessa sammanlimmades till en slutlig tjocklek av 30 mm. En mall användes för att limma samman gummidukarna till önskad form. För att minska slitage och friktion har insidan fått en kapp av 3 mm tjock polyetenplast. Vingen monterades i ett fäste bakom tallriken.

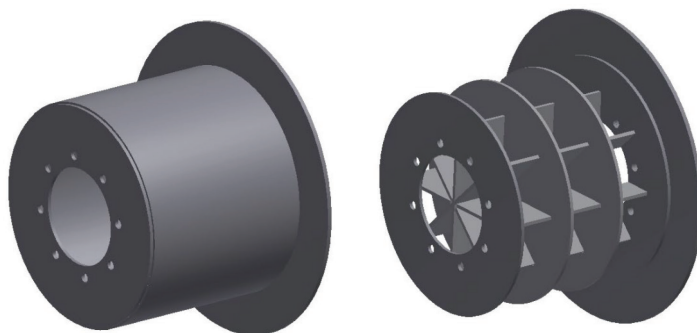


Bild 1. Vy av vingen uppifrån med plåten för att förskjuta tallriken framåt. Foto: Anders Högdal

Eftersom avståndet mellan tallrik och bakre boggie var knappt, har tallriken monterats på en extra plåt som förskjuter tallriken 12 cm längre fram. Vingen monterades på den högra sidan av Skogforsks markberedningsaggregat.

Rullar

För testet ändvändes Skogforsk markberedare och på den högra armen monterades en lagrad axeltapp i vilken rullen skruvades fast. Rullarna har en rund skärande skiva i hardox® 450 med 700 mm:s diameter och en tjocklek på 12 mm. Rulle (ii) har en cylindrisk del bestående av 3 stycken skivor med 500 mm:s diameter och en total bredd av 400 mm. Rulle (i) har en cylindrisk del med en helt slät cylinder med diametern 500 mm och bredden 400 mm (Figur 7).

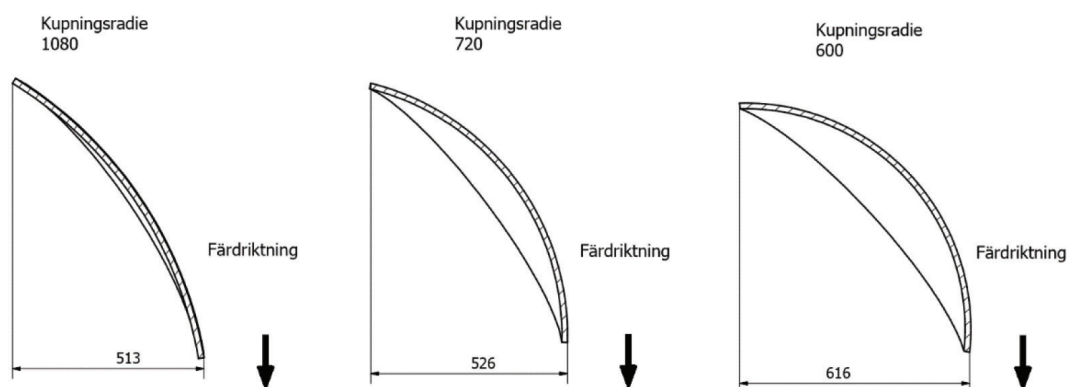


Figur 7. Rulle (i) till vänster och rulle (ii) till höger.

METOD

Försök med tallrikar

Försök gjordes med tre olika krökningsradier på tallrikarna och med fokus på i första hand fårans bredd och djup och i andra hand antalet planteringspunkter. Varje körslag kördes med två likadana tallrikar. Inställning av tallriksvinkeln gjordes utifrån tidigare erfarenheter vid försök till ca 30–35° för alla tallrikar, detta för att bättre kunna studera själva krökningsradiens inverkan. Detta innebär även att krökningsradiens tangent ligger ungefär i färdriktningen vid tallrikens periferi, vilket gör att tallriken skär bättre. Figur 8 ger en uppfattning av tallriksvinklarna under försöket.



Figur 8. Vy över vinkeln mellan färdriktningen och krökningsradiens tangent, tallriksvinkeln.

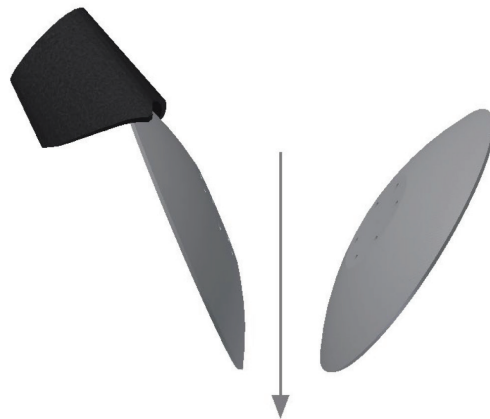
Lutningsvinkeln har enligt tidigare erfarenhet inverkan på möjligheten att få torvan att vika över och ligga kvar dubbelvikt tills man kör över den med boogien. Lutningsvinkeln har även betydelse för hur profilen ser ut efter överfarten. För första slaget valdes en lutningsvinkel på ca 0° och vid andra slaget ca 20°. Försöket delades upp i 6 stycken slag: 1–3 kördes med de tre olika tallrikarna med lutningsvinkeln 0° och slag 4–6 kördes med lutningsvinkeln 20°.

Försök med vinge

Båda tallrikarna körs samtidigt, på den högra sidan är tallriken utrustad med vinge. Tallriken med vinge har ca 15° mindre tallriksvinkel och 10° mindre lutningsvinkel jämfört med tallriken utan vinge och i övrigt lika. Försöket sker med några slag på lättare mark med ett tunt humuslager ca 5cm tjockt och ett längre slag på mark utan grot med tjockare humuslager ca 10-15cm tjockt. Figur 9 och 10 visar en vy över vingens och tallrikarnas inställning under försöket.



Figur 9. Skillnaden i tallriksvinkeln mellan sidan med vingen och den utan.

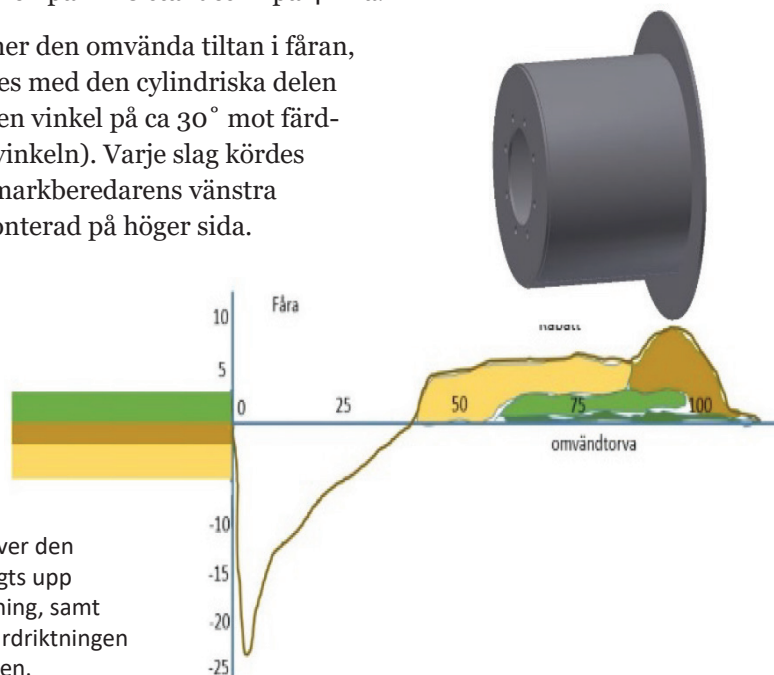


Figur 10. Skillnaden i lutningsvinkel mellan höger och vänster sida.

Försök med rullar

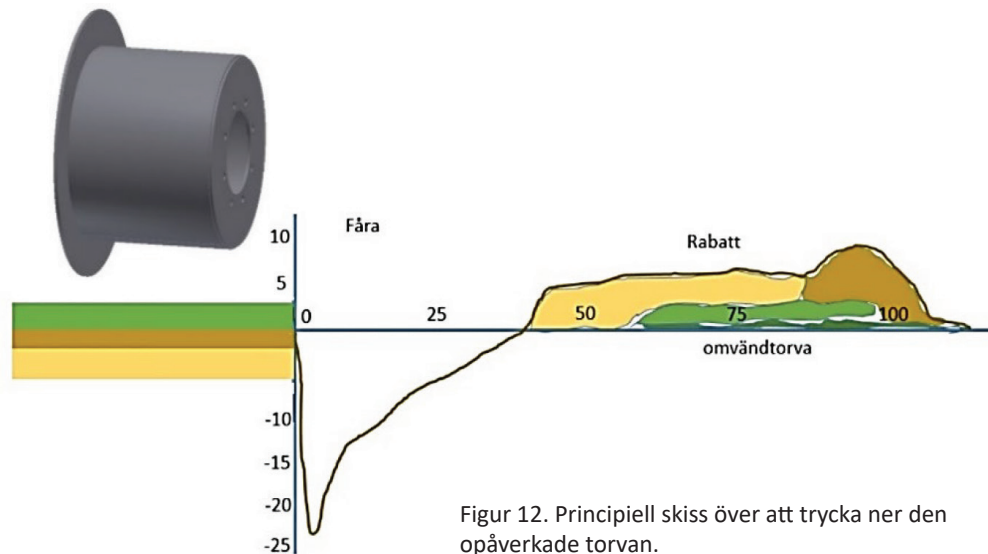
För att få bästa möjliga resultat så måste rullen ligga an mot marken med ett måttligt tryck på några kN. Djupregleringen ändvands och djupet ställdes till 20 cm under marknivån så att man var säker på att ha rullen i kontakt med marken. För att få lagom marktryck på rullen så begränsades hur stor kraft som skulle läggas på rullen genom att begränsa hydraultrycket i LMC till ca 1MPa för djuphållningen. Den manuella tryckbegränsningsventilen på LMC ställdes in på 4MPa.

Princip 1 är att knuffa ner den omvända tiltan i fåran, se figur 11. Rullen kördes med den cylindriska delen plan mot marken men en vinkel på ca 30° mot färdriktningen (jfr. tallriksvinkeln). Varje slag kördes först med tallriken på markberedarens vänstra sida sedan kördes rullen monterad på höger sida.



Figur 11. Principiell skiss över den omvända torva som har lagts upp med ordinarie markberedning, samt cylindern för återföring. Färdriktningen är här vinkelrätt ut ur figuren.

Princip 2 är att knuffa den opåverkade torvan ner i fåran (Figur 12). Först kördes ett slag med tallriken så att man får en rabatt bestående av fåra och omvänd tilta. Sedan körs rullen från sidan där marken är opåverkad för att trycka ner en del material och minska djup och utbredning av diket.



Figur 12. Principiell skiss över att trycka ner den opåverkade torvan.

Mätningar under körning

Dieselmätning

Ett mindre försök gjordes för att visa skillnaden i dieselförbrukning med bägge tallrikarna i ingrepp respektive inte. Två slag kördes så att det andra slaget med tallrikarna i ingrepp kördes i samma spår som det första. Slagen hade en längd av ca 230 m. Dieselförbrukningen utan markberedning blev 11,9 l/h och med båda tallrikarna i ingrepp 13,6 l/h.

Mätning av markpåverkan

På en 40 meters sträcka per krökningsradie och lutningsvinkel mättes markpåverkan av tallriken med måttband i en rad i körriktningen och vinkelrätt mot denna för att skatta påverkad areal. Till markpåverkan räknades där man kunde se att tallriken vidrört humusen. I körriktningen skattades även hur stor del av sträckan som hade hinder i form av stora stenar, rishögar eller stubbar som hindrade markberedning. Mätning av markpåverkan vinkelrätt mot körriktningen gjordes vid 20 fasta punkter längs 40-meterssträckan. Om ingen markpåverkan fanns vid mätpunkten flyttades mätpunkten en meter framåt eller bakåt där marken var påverkad. Vid den vinkelräta mätningen mättes påverkan som lägsta och högsta punkt från markytan samt bredden av markpåverkan fördelad på spår (ren mineraljord), rabatt (omvänd tilta) och övrig påverkan såsom humus och rötter som kastats ut på humustäcket. Dessutom mättes humustäckets tjocklek med sond vid opåverkad mark mellan raderna vid varje mätpunkt.

Bedömning av planteringspunkter

I samma rad där markpåverkan hade mätts på 40-meterssträckan registrerades hur många godkända planteringspunkter som skapats av tallriken vid markberedningen. Kriteriet var minst en meter mellan varje planteringspunkt, vilket innebär maximalt 40 godkända punkter på sträckan. För bedömningen av godkända planteringspunkter och

kvaliteten på dessa användes samma instruktion som vid markberedningsförsöken hösten 2015 och våren 2016 och som redovisas i bilaga 6. Instruktionen är en modifierad version av den instruktion som SCA använde 2015 för bedömning och klassning av godkända planteringspunkter. Se mallen i bilaga 5.

Resultat och diskussion

MARKBEREDNINGRESULTAT

Resultat från bedömning av planteringspunkter

I tabell 1 redovisas resultatet för bedömningen av planteringspunkter med de tre olika tallrikarna vid varierande lutningsvinkel. Totala antalet godkända planteringspunkter i sista kolumnen varierar inte så mycket med krökningsradie och lutningsvinkel. Eftersom försöket är litet är en del av variationen i sista kolumnen beroende av slump och variabler som mark m.m.

Tabell 1. Bedömning av planteringspunkter, olika tallrikar.

	Kröknings- radie	Lutnings- vinkel	SCA, 6:a	SCA, 5:a	Mineral	Övriga	Totalt korrigerat för hinder
Slag 1	Mellan	Liten	17	8	5	0	31
Slag 2	Störst	Liten	13	9	10	4	36
Slag 3	Minst	Liten	19	6	10	0	36
Slag 3	Mellan	Stor	14	9	8	1	33
Slag 5	Störst	Stor	19	11	7	2	39
Slag 6	Minst	Stor	23	4	7	0	34

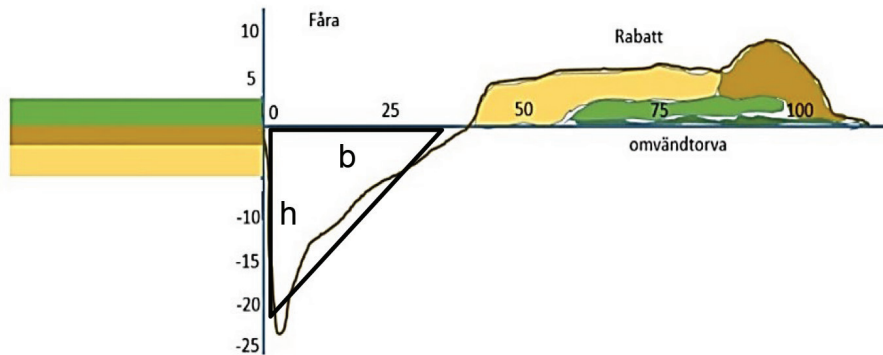
Mätning av markpåverkan

För samtliga sex slag som kördes kan man ur ett så här begränsat försök bara konstatera att tallrikarnas krökning och lutningsvinkel i aktuell mark har betydelse på markpåverkans procentnivå. Jämförbara mätningar av markpåverkan finns för tallriken med mellanradie i rapporten från 2015 års försök.

Tabell 2. Mätt markpåverkan, olika tallrikar.

	Kröknings- radie	Lutnings- vinkel	Spår- bredd/cm	Rabatt- bredd/cm	Övrig påverkan/cm	Lägsta punkt under mark- yta/cm	Totalt /cm
Slag 1	Mellan	Liten	34	51	25	21	110
Slag 2	Störst	Liten	28	50	33	19	111
Slag 3	Minst	Liten	37	45	35	21	117
Slag 3	Mellan	Stor	37	58	21	17	116
Slag 5	Störst	Stor	49	45	32	23	126
Slag 6	Minst	Stor	34	58	22	27	114

För att belysa vilken kombination av tallriksradie och lutningsvinkel som ger minsta fåran och mest antal godkända planteringspunkter har vi ansett att fårans markpåverkan är proportionell mot dess tvärsnittsarea, se vidare skiss i figur 13. Vi kan då approximeras fårans tvärsnittsarea med en triangel.



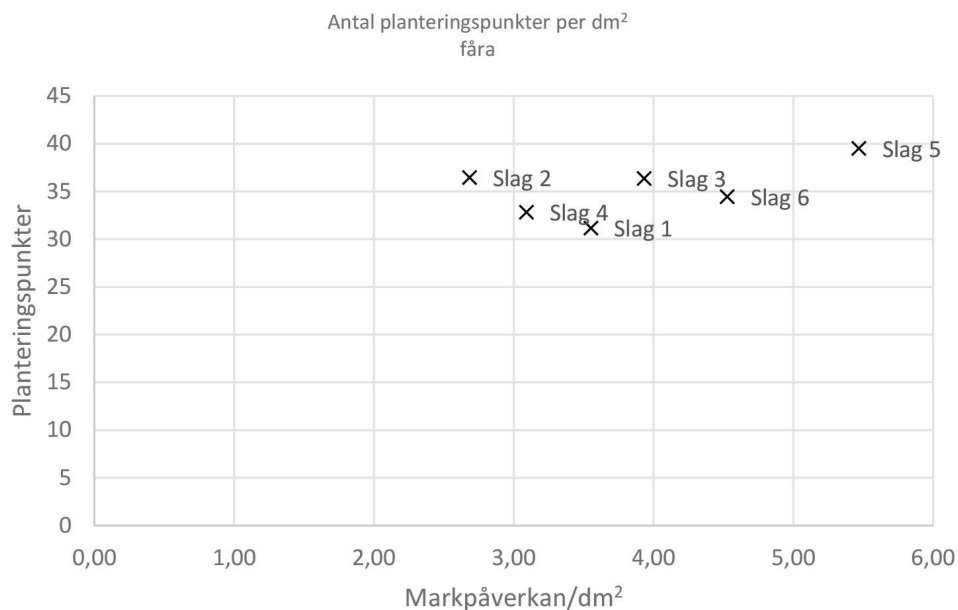
Figur 13. Approximation av fåran.

Markpåverkan för fåran kan vi då skriva enligt ekvation 1.

$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad , \text{ekvation 1}$$

, där b är spårbredd och h är lägsta punkt i tabell 2.

I den sista kolumnen i tabell 1 har vi antalet för hinder korrigerade planteringspunkter och ur ekvation 1 får vi ett mått på fårans bredd och djup. Med detta kan vi göra en graf över antalet planteringspunkter som funktion av markpåverkan, se figur 14.



Figur 14. Antal planteringspunkter som funktion av markpåverkan.

För försöket med tre tallriksradier kan man ur figur 18 konstatera att när markpåverkan varierar mellan 2,5–5,5 dm² varierar de bedömda godkända planteringspunkterna mellan 31 och 39 stycken per slag. Den relativa variationen är därmed större för markpåverkan än för antalet planteringspunkter. Vi får ingen gruppering på lutningsvinkel eller krökningsradie, se tabell 1. En orsak till detta är kanske att försöket är litet och att standardavvikelsen i bedömningen av planteringspunkter är stor. Hypotesen var att mindre lutningsvinkel och större tallriksradie leder till en minskad fåra och reducerad markpåverkan. Tyvärr ger detta begränsade försök inget kvantitativt stöd för detta.

Försök med tallrikar med olika krökningsradier

Tallrikens utformning och val av inställning har påverkan på resultatet både i antal planteringspunkter och markpåverkan. Det är dock lite motstridiga mål, då vi tror att markskadan ökar med antalet planteringspunkter. Det är även intressant hur själva ingreppet i marken ser ut och hur strukturen blir för att säkerställa att det är lätt att hitta en lämplig planteringspunkt och för att få så liten markpåverkan som möjligt eller påverkan som snabbt minskas med erosion eller enkelt kan minska med någon typ av efterbearbetning.

Djupets betydelse

För att få ett bra resultat är det viktigt att komma åt mineraljorden, som ofta ligger djupt ner. Det har även betydelse för att lyckas tippa över torvan så att den ligger kvar. Ett sämre resultat beror vanligtvis på problem med att komma ner på djupet. Det kan finnas flera orsaker, som till exempel att stenar, rötter eller grot ligger kvar och hindrar tallriken att komma ner. Även bredden, det vill säga tallriksvinkeln, har betydelse för att få torvan att tippa över och ligga kvar. Detta handlar troligast om volymen material som grävs upp. Ju bredare spår, desto bredare dubbelvikt torva och naturligtvis större möjlighet till en bra planteringspunkt.

Försök med vinge

Tidigare tester har visat att för att få ett bra resultat med omvänd torva är man tvungen att ha ganska stor tallriksvinkel i förhållande till korraktionen, vilket leder till ett bredare dike. Även lutningsvinkeln behöver vara ganska stor för att hålla ner torvan innan man kör över den med boogien. Problemet har bestått i att torvan vikt tillbaka sig före den har blivit överkörd av boogien på skotaren. För att kunna minska tallriksvinkeln utan att torvan viker tillbaka prövades vinge. På detta sätt undviks att planteringspunkter tappas vid mindre tallriksvinklar. Man skulle även ha större möjlighet att få den övertippade torvan smalare. Vingen ska vara ett extra stöd som håller ner torvan och håller samman det uppgrävda materialet i en smalare sträng mellan tallriken och boogin (Bild 2).



Bild 2. Vingen med polyetenkappa syns bakom tallriken och framför boogien.

Resultatet av vårt försök är att fåran blir synbart smalare (Bild 3). Totala markskadan blir också mindre då rabatten blir smalare.



Bild 3. Fåran efter vingen syns vid pilen.

Försök med rullar

Försök med rullar enligt princip 1

Resultatet efter körning med rulle (ii) med fyra skivor som får bra grepp i marken och påvisade bra förmåga att flytta material. Humus ville fastna mellan tallrikarna och då blandades materialet om. Detta ledde till att i de skapade rabatterna blandas mineraljord och humus än mer. Därför gjordes försök med den släta rullen.

Rulle (i) med en slät cylindrisk del hade bättre förmåga att hålla samman strukturen, dock krävs bra positionering av rullen. Den inre skivan på rullen måste skära vid kanten av rabatten (Figur 12) så att man får så bred dubbelvikt torva som möjligt. Detta gör det svårt att flytta materialet i sidled.

Rullen fungerar även som tilltryckning, vilket ger en extra effekt på materialåterföringen. För att kunna dra nytta av tilltryckningen måste rullen ha måttlig kraft. För liten kraft ger ingen verkan och för stor kraft leder till att rullen går för djupt och styr material framför sig. Dessutom blir rabatten komprimerad. Även här resulterar aggressivare körning i större omblandning av mineraljord och humus. Dessa effekter har en negativ inverkan på planteringspunkternas kvalitet. Resultatet av återföringen, det vill säga hur mycket man kan minska fåran, beror till stor del på marktypen. Mycket bra resultat uppnås på mark med tunnare humustäcke och mycket mineraljord (Bild 4).

Vid styvare mark med mer sten och rötter ger metoden endast begränsad återföring.



Bild 4. Fåran återförd från vänster sida.

Försök med rulle enligt princip 2

För att helt undvika skador på rabatten i samband med återföring gjordes försök enligt princip 2. Försöket gav liknade resultat då det gäller att minska fåran som princip 1. Fåran minskades då rotmattan skars av och vidhängande torva trycktes ner i fåran. Mineraljorden under torvan skjuvades ner i fåran av rullen. Detta minskade fårans djup, men ett litet spår blir kvar efter rullen på vänster sida (Bild 5).



Bild 5. Försök med att styra ner den opåverkade torvan.

Att torvan som flyttades blev så bred beror på att rullen var 40 cm bred. Om man istället hade en bredd på 20 cm skulle man kunna öka anliggningstrycket mot marken. Det skulle göra det möjligt att köra på hårdare mark med mer rötter och stenar och där kanske få bättre återföring. Men det kommer kanske leda till en större markpåverkan totalt på grund av upprivna stenar med mera. Försöket har även visat på att det inte behövs så stor kraft på rullen för att få resultat. Kanske finns möjlighet att ha rullen på samma arm som tallriken beroende på utformningen av själva markberedaren.

SAMMANFATTANDE DISKUSSION

När det gäller försöket med vinge för att hålla ner torvan mellan det att tallriken brutit upp den och att boogien trycker till den igen är det fullt möjligt med en styvare konstruktion än den vi prövat.

Försöket med rulle för reducering av fåran utföll ganska väl, så där kan man säga att det är möjligt att minska fåran på lättare marker.

Försöket med olika krökningsradier är svårare att utvärdera, men där det finns den största potentialen även för svår och stenig mark.

Försöket med bränslemätning gav ett kvantitativt resultat med 14 % ökad förbrukning under markberedning.

Vidare studier

Framåt behöver det göras en studie för att avgöra vilken tallriksradie och tallriksvinkel, respektive lutningsvinkel, som man bör köra med för att uppnå minsta möjliga markpåverkan i relation till antalet godkända planteringspunkter. För detta krävs förmodligen ett arealmässigt större försök som omfattar flera marktyper än de som är beskrivna här. Det är dessutom viktigt att inte blanda in andra frågeställningar i efterhand.

Det behöver också göras en andra studie av konceptet med vingen. Det finns av allt att döma mycket att vinna på att hålla materialet på plats före det trycks till av boogin. Här kan man lägga fokus på antingen att maximera antalet planteringspunkter eller att minimera markpåverkan.

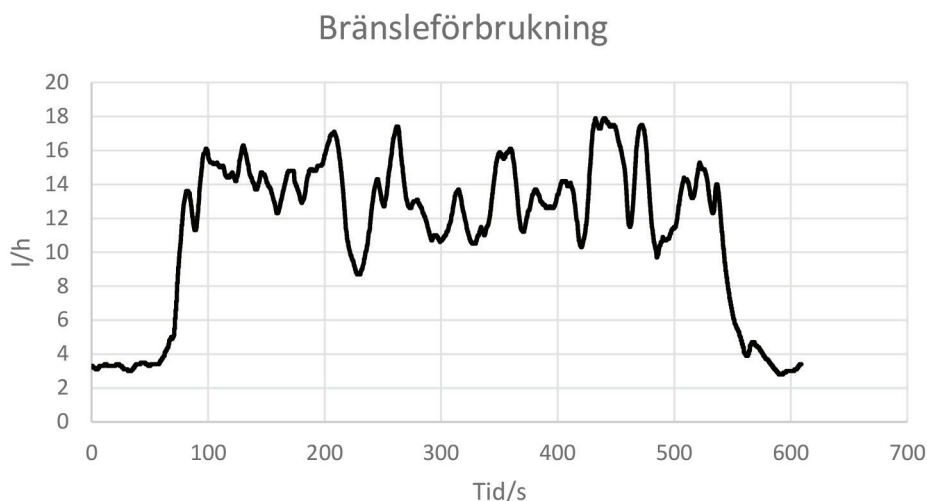
Litteratur

- Sundblad L-G, 2009. Grävmaskinburet aggregat klarar både inversmarkberedning och högläggning. Skogforsk Resultat nr. 11.
- Sundblad, L.-G. 2008. Kontinuerlig inversmarkberedning – ett utvecklingsprojekt med potential. Resultat nr 6. Skogforsk.
- Nordborg, F., Nilsson, U. & Örlander, G. 2002. Inversmarkberedning – snabbare plant-etablering och mer näring till plantan. Fakta Skog. Nr. 9.
- Nordborg, F. 2001. Effects of site preparation on soil properties and on growth, damage and nitrogen uptake in planted seedlings. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 195, 25 pp. Doctor's dissertation. ISBN 91-576-6079-4.
- Örlander, G. 1997. Inversmetoden – framtidens markberedning? Fakta Skog Nr. 8.
- Mattsson, S., Hofsten H., Hallonborg, U. & Granlund, P. 1996. EcoPlanter – studie av kranspetsmonterat planteringsaggregat. Arbetsrapport 339.

Bilaga 1.

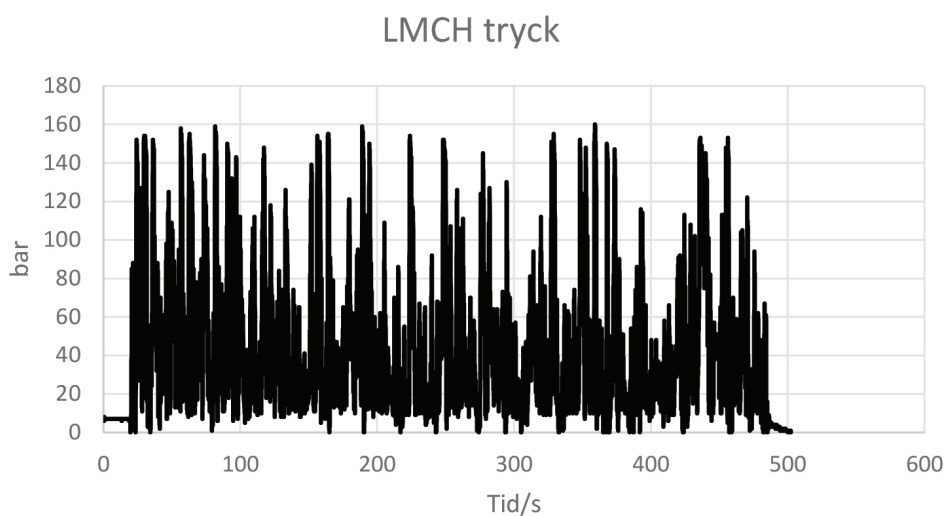
Grafer över hydraultryck och bränsleförbrukning vid slaget för dieselmätning

Resultatet av dieselmätningen under det längre slaget som kördes för att logga dieselförbrukningen. Medelvärdet för dieselförbrukningen beräknades från 74 s till 546 s i figur 1.



Figur 1. Total bränsleförbrukning vid slaget för dieselmätning.

Hydraultrycket vid slaget för dieselmätning varierar kraftigt (Figur 2). Orsakerna till detta är dels att markens hårdhet varierar på grund av sten med mera och dels att styrsystemet reglerar för att hålla djupet. Det genomsnittliga hydraultrycket beräknades för intervallet 26 s till 484 s.



Figur 2. Graf över hydraultrycket i LMCH vid slaget för dieselmätning.

Bilaga 2.

Skattning av krafter på tallriken vid mätning av dieselförbrukning

Dieselförbrukningen under slaget på 235 m var i genomsnitt 13,6 l/h. Körningen varade 499 s. Slaget utan markberedning var 228 m och genomsnittsförbrukningen 11,9 l/h. Slaget tog 456 s.

$$V_m = \frac{T_s \cdot V_D}{L_s} \quad , \text{ekvation 1}$$

, där:

T_s , tiden förslaget

V_D , volymdiesel per timme

L_s , slagets längd

V_m , dieselförbrukning per meter

Ur ekvation 1 kan vi beräkna dieselförbrukningen per meter under slaget med och utan markberedare. Om vi sedan tar skillnaden mellan slagen kan vi beräkna hur mycket mer diesel som går åt under slaget med markberedning. Resultatet blir att under slaget med markberedning förbrukades 0,273 kg mer dieselolja, motsvarande energin 11,5 MJ.

FAKTARUTA DIESEL:

För dieselolja (mk2) är energiinnehållet 42 MJ/kg och densiteten 816 kg/m³

Om vi antar att den hydrauliska verkningsgraden typiskt för en hydrostatisk transmission är runt 80 %, för dieselmotorn 35 % och för den mekaniska delen av transmissionen 95 % ger det en total verkningsgrad på runt 27 %, det vill säga att av 11,5 MJ blir det ca 3 MJ kvar till markberedning.

$$W = \int \mathbf{F} ds \quad , \text{ekvation 2}$$

W , arbete (J)

$\mathbf{F}$, kraft (N)

S , sträcka (m)

Ur ekvation 2 kan vi beräkna den genomsnittliga dragkraften som markberedaren behöver. Resultatet blir 13 kN för båda tallrikarna, det vill säga 6 kN per tallrik.

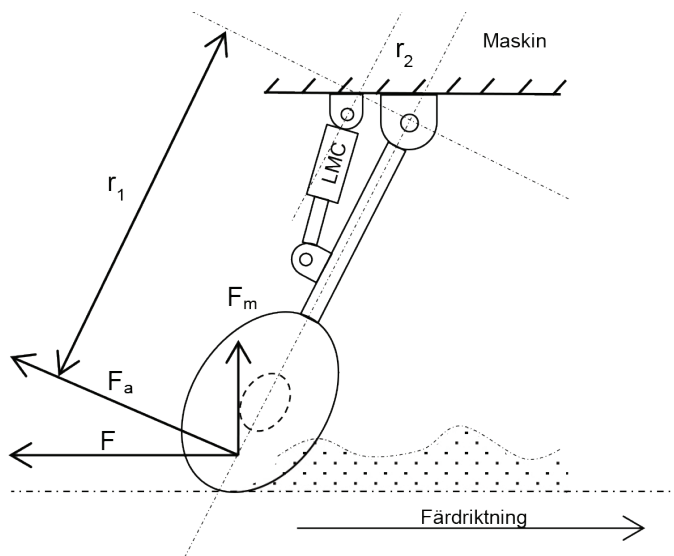
Effekten som behövs för markberedning blir då ur ekvation 3:

$$P = \frac{dW}{dt} \quad , \text{ekvation 3}$$

t , tid(s)

P , effekt (W)

Totalt effektbehov för båda tallrikarna under slaget blir 6 kW. Kraftbilden skulle då se ut som i figur 1, med dragkraften F .



Figur 1. Bild över krafterna som verkar, där F står för dragkraften.

Fa i figur 1 känner vi från loggat hydraultryck i höger LMC som var 4,4MPa i genomsnitt vid slaget under dieseltesten. Ur dieselförbrukningen känner vi dragkraften enligt tidigare, så vi kan beräkna ett ungefärligt marktryck under testet.

För kraften från LMC:

$$F_{LMC} = P_c \cdot A_c \quad , \text{ekvation 4}$$

P_c , cylindertrycket (MPa)

A_c , (cylinderarean (m²) och $A_c = \pi d^2/4$, där d är cylinderdiameteren (m).

Detta ger med LMC:s cylinderdiameter som är 125 mm en kraft F_{LMC} 54 kN.

För momentet har vi:

$$M = r \times F_a \quad , \text{ekvation 5}$$

M , moment (NM)

r , momentarm (m)

F_a , kraft (N)

, och i vårt fall ur figur 1:

Ur ekvation 5 och med r_1 1700 mm och r_2 280 mm ger oss F_a på 9 kN. För det genomsnittliga marktrycket vid testet har vi slutligen:

$$F_m = \sqrt{F_a^2 - F_{1/2}^2} \quad , \text{ekvation 6}$$

, eftersom F_m och $F_{1/2}$ är ortogonala blev den genomsnittliga uppskattade markkraften under slaget 6 kN motsvarande ca 600 kg.

Bilaga 3. Försöksmark Grustäkten

Holmen region nord har upplåtit marken för försök med markberedning. Den är belägen sydost om Överklinten Robertsfors, söder om Rickleån vid nedre Siknäs. Åtgärden är bestämd som intermittant högläggning med 2 300 planteringspunkter/ha, arealen är totalt 4,6 ha.



Bild 1. Trakt där försök med återförande vinge och dieselmätning genomfördes.

Bilaga 4. Försöksmark Gruskläppen

Holmen region nord har upplåtit marken för försök med markberedning. Den är belägen sydost om Överklinten Robertsfors, norr om Rickleån vid övre Siknäs. Åtgärden är bestämd som kontinuerlig harvning med 2 300 planteringspunkter/ha, arealen är totalt 28,4 ha.



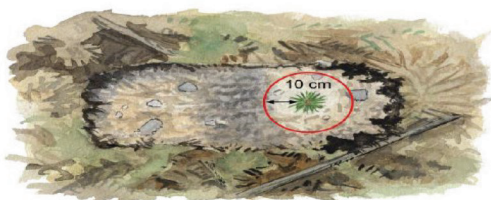
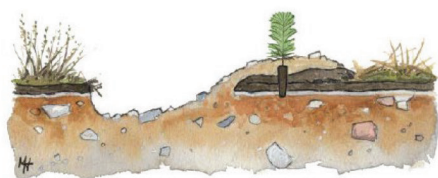
Bild 1. Trakt där försök med tallrikar och rulle genomfördes.

Bilaga 5. Mätning av markpåverkan

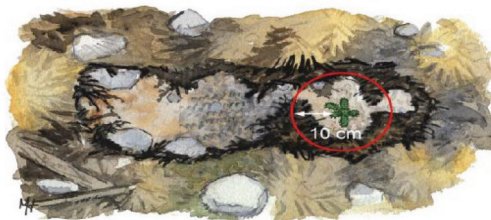
GODKÄNDA PLANTERINGSPUNKTER PÅ TORR OCH FRISK MARK

7. **Invers**, det vill säga att högen vänds upp och ner i sin egen grop = 5 poäng

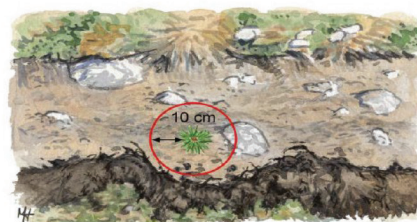
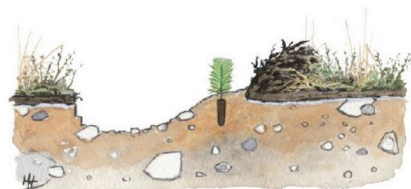
6. **Omvänd torva med mer 2x2 dm mineraljord** med minst 3 cm tjocklek = 5 poäng



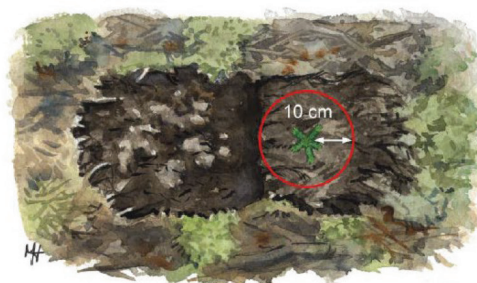
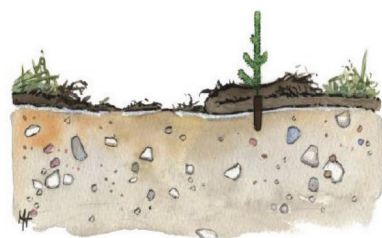
5. **Omvänd torva med minst 2x2 dm och mineraljordstäckning på 1x1dm** = 4 poäng



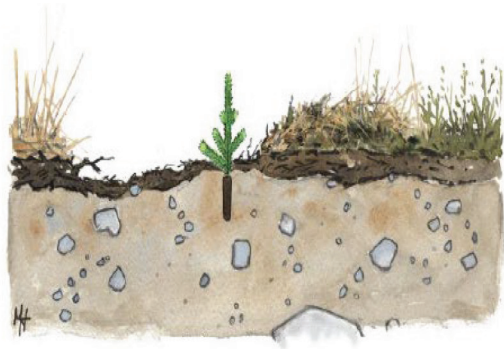
4. **Mineraljord min 2x2 dm och max 7x7 dm över eller i marknivå** = 3 poäng (ej godkänd på fuktig mark).



3. **Omvänd torva utan eller under 1x1 dm mineraljordstäckning max 7x7 dm** = 3 poäng (godkänd på fuktig mark).



2. Humusrester på mineraljord i spår eller fläck max 7x7 dm = 3 poäng
(godkänd på torvmark och humustäcke >16 cm)



1. I mineraljord klart under marknivå i fläck eller spår = 2 poäng (aldrig godkänd).

0. Omarkberett i humus = 0 poäng (aldrig godkänd).