

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 928–2017

Lutningsindex – beslutsstöd vid markberedning

Slope index
– decision support tool for scarification

Gustav Friberg, Mats Berlin, Tomas Johannesson och Lars Eliasson

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 928–2017

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Lutningsindex
– beslutsstöd vid markberedning.

Slope index
– decision support tool for scarification.

Bildtext:

Ett exempel där skillnaden mellan att använda lutningsindexet i en karta (höger bild) och endast ett ortofoto (vänster bild) illustreras.

Ämnesord:

Markberedning, Föryngring, Skogsskötsel, Markfuktighetskartor, Beslutsstöd.

Scarification, Regeneration, Silviculture, Distance-to-water maps, Decision support.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2017

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Gustav Friberg, jägmästare.

Projektledare för STIG-projektet. Forskare inom Skötsel- och Miljöprogrammet sedan 2014.



Mats Berlin, Teknologie doktor. Arbetar på

Skogforsk sedan 2010. Ansvarig för granförädling i Mellansverige.



Tomas Johannesson, arbetar på Skogforsk sedan

2007 med utvecklingsfrågor inom skogsbränsle-, skogsskötsel-, produktions- och organisationsområdena.



Lars Eliasson, docent. Arbetar på Skogforsk med

teknik- och metodutveckling inom skogsbränsleområdet.

Abstract

Falling productivity has been a major concern in Swedish forestry for many years. However, cost-effective technology, remote sensing, and digital mapping are now improving the prospects of restoring an upward productivity curve with greater profitability, while simplifying and improving conservation measures.

New digital maps showing distance to water and surface conditions have advanced from the research stage and are now an integral part of operations with harvester and forwarder. The new maps have already improved efficiency of logging and reduced environmental impact, and the Swedish forestry sector is now working together to tackle the problems of ground damage and falling productivity.

These maps are also promising for use in other forestry processes and activities. This study evaluates whether a slope index and a distance-to-water map can improve productivity and results of scarification.

The study was based on 21 sites in Jämtland, and examined differences between sites where decision-support tools were used and those where they were not used.

The results show that the slope index helps to stabilise the number of planting points per scarified metre, regardless of the slope on the site. Without the slope index, there was a greater variation in the number of planting points on the site, depending on the proportion of sloping sections. On sites with a high proportion of sloping ground, the decision-support tool also helps to ensure more planting points per metre of driving distance, although this does marginally increase the unproductive driving distance.

The results also show that the slope index is associated with the proportion of unproductive driving distance, and this association is strengthened if the distance-to-water map and the slope index are combined.

The results are thought to be applicable on current slope maps if these maps have the same limit values for slopes as the slope index in the study and have a wide colour scale.

Tillkännagivanden

Denna studie har möjliggjorts genom medel från Skogsbrukets ”strategiska satsning för skonsamhet och effektivitet” som bedrivits på Skogforsk under åren 2013–2016.

Samtliga maskinförare som ställt upp på den workshop som initialt genomfördes skall ha tack för sitt viktiga bidrag med kunskap och erfarenhet.

Ett stort tack riktas till personalen på Skyttmos skogsentreprenad AB och Forest Link båda med Jonas Skyttmo i spetsen, vilka visat på god samarbetsvilja och intresse för studien. Detta har varit en nyckelfaktor för att datainsamling och studiens genomförande skulle bli så lyckat som det nu blev!

Uppsala 2017-01-20

Gustav Friberg, Mats Berlin, Tomas Johannesson, Lars Eliasson

Innehåll

Tillkännagivanden	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Inledning	4
Praktisk markberedning i lutande terräng	5
Laserskannad terräng.....	5
Nya kartmaterial vid avverkningsarbete	6
Behovsidentifiering.....	6
Syfte och mål.....	7
Material och metoder.....	7
Beslutsstöd.....	7
Framtagande av lutningsindex.....	7
Markfuktighetskarta.....	9
Kluster	10
Urval av försökstrakter	10
Markberedning	11
Indata från markberedningsarbetet.....	11
Testade Samband.....	12
Rumslig fördelning av körsträcka.....	13
Resultat	13
Markberedd körsträcka och antalet planteringspunkter.....	13
Oproduktiv körning	15
Samband mellan oproduktiv körning, lutning och markfuktighet	16
Rumslig fördelning av körsträcka.....	16
Maskinförarnas utlåtande.....	18
Diskussion	18
Slutsats	20
Referenser.....	21
Bilaga 1.....	23

Sammanfattning

Det svenska skogsbruket har haft en trend med sjunkande produktivitet under många år. Nya möjligheter med kostnadseffektiv teknik, fjärranalys och digitala kartunderlag har bidragit till att motverka utvecklingen samtidigt som hänsyn och naturvårdsarbete förenklas och förbättras.

För drivningsarbetet med skördare och skotare har nya kartmaterial, som visar markfuktighet och terrängförutsättningar, på några år gått från att vara forskningsområde till att vara en naturligt integrerad del i det dagliga arbetet. Kartunderlagen har redan lett till högre effektivitet och större skonsamhet vid drivningsarbetet och hela det svenska skogsbruket har kunnat ta ett samlat grepp för att motverka körskador och minskade produktivitet.

Investeringarna som gjorts i dessa kartmaterial kan användas även inom andra processer i skogsbruket. Denna studie utvärderar om ett lutningsindex och en markfuktighetskarta kan förbättra både produktivitet och resultat vid markberedning.

I studien användes 21 trakter i Jämtland med syftet att utvärdera skillnader mellan trakter där beslutstöd använts respektive inte använts.

Resultatet visar att lutningsindexet bidrar till att stabilisera antalet planteringspunkter per markberedd meter, oberoende av lutningen på trakten. För trakterna där lutningsindexet inte använts blev det en större variation på antalet planteringspunkter beroende på andelen lutande partier. På trakter med hög andel lutande mark bidrar beslutstödet dessutom till att fler planteringspunkter per meter körsträcka utförs, dock med en marginellt längre oproduktiv körsträcka.

Bakgrund

INLEDNING

Att behålla och öka produktiviteten innebär utmaningar för skogsbruket. Kurvan med den tidigare stadiga produktivitetsökningen har planat ut och under de senaste tio åren varit svagt avtagande (Brunberg, 2016). Skogsbruksindex som väger kostnader och intäkter för en mer nyanserad bild visar sig också ha en negativ trend (Brunberg, 2016). Björheden (2016) hävdar att skogsbruket framgent inte endast kan lita på att den traditionella maskinutvecklingen som tidigare bidragit med stora produktivitetsökningar. Det behövs utveckling inom andra områden för att bidra till en ökad produktion.

Att etablera ny skog kräver en gynnsam plats för var planta att gro i för att överleva och växa optimalt i en miljö med konkurrens, sjukdomar och väderfaktorer som påverkar plantan. Markberedningens syfte är att skapa denna miljö och få plantan att etablera sig till ett träd så effektivt som möjligt. Bäcke m.fl. (1986) beskriver hur olika faktorer på plantans växtplats påverkar hur utfallet av etableringen blir och hur markberedningen bör utföras för att skapa bästa förutsättningar. I dag 30 år senare, brottas skogsvården fortfarande med samma problemställningar, hur markberedningen skall åstadkomma bästa möjliga planteringspunkt.

Hur planteringspunkten skapas är en del av problematiken som till stor del berör hur markberedarens aggregat arbetar, hur stor tiltan ska vara, vilket bearbetningsmotstånd den har med mera. Däremot är problematiken kring hur markberedaren bör arbeta och planera arbetet effektivt utifrån terrängförutsättningar mer sällan belyst. Lutning, ytstruktur och avverkningsrester är sådana faktorer som till stor del påverkar markberedningens resultat, vilket Bäcke m.fl. (1986) beskriver men inte utreder vidare.

Nyligen gjordes ett examensarbete vid SLU om hur olika markberedningstekniker påverkas av brant lutning (Johansson, 2016). Att använda olika maskinsystem för att hantera lutning kan vara ett sätt att tackla problemet. Men kostnaden riskerar bli hög, om varje trakt ska behandlas med flera olika maskiner som arbetar med flera olika metoder. Att kunna hantera lutning med en maskin lär därför vara eftersträvänsvärt. Bäcke m.fl. (1986), nämner att topografin i stort och markberedningsobjektens utformning kan begränsa hur rundkörning och vändningar kan utnyttjas för att göra markberedningsarbetet effektivt.

Hur markens lutning påverkar markberedningsarbetet är inte i någon större omfattning utrett utöver markberedningsresultatet, själva planteringspunkten. Det är i själva verket förstaeligt att störst ansträngning gjorts på markberedningens kvalitet, eftersom den i sin tur påverkar hur bra plantetablering som möjliggörs genom effekter på överlevnadsgrad, höjning av marktemperatur och uppluckring av jord för att ge några exempel (Örlander m.fl., 1991). Markberedning förknippas ofta med en påtaglig och ibland onödigt stor markpåverkan. Detta har uppmärksammats av branschen, men även av media och allmänhet. Ett stort arbete pågår löpande inom olika spår för att utveckla skonsammare metoder och teknik för att säkerställa enligt lagen godkända föryngringar.

PRAKTISK MARKBEREDNING I LUTANDE TERRÄNG

Målet med markberedningen är oftast att uppnå en omvänd torva med en viss mineraljordstäckning. Detta resultat nås vanligtvis utan problem av både harv och högläggare så länge förutsättningarna är rimligt gynnsamma. Dock har de två metoderna två skilda arbetsprinciper som påverkar hur föraren väljer att arbeta i brant eller sluttande terräng. Högläggaren viker med sig den omvända torvan i färdriktningen medan harven lägger ut den omvända torvan vinkelrätt i maskinens körriktning. I praktiken innebär detta att en högläggare kan få problem vid körning uppför, då torvan riskerar att ramla tillbaka ner i gropen. Körning i starkt motlut undviks även då det ofta går tungt för maskinen, vilket har negativa effekter för bränsleförbrukning och prestation. För harven innebär det i stället att det är vid körning på skrå som problem kan uppstå, då den övre torvan kan falla tillbaka ner i harvspåret.

Allt för brant motlut innebär svårigheter för bägge metoderna. Föraren kan då tvingas till ”rundkörning” genom att köra uppför utan att markbereda, för att sedan vända maskinen och markbereda nedför branten för att arbeta i medlut. Högläggaren har i sin arbetsprincip en bättre möjlighet att då köra på skrå och med det undvika rundkörning, samtidigt som en god kvalitet på resultatet kan bibehållas. Givetvis finns begränsningar i lutningsgrad och ytstruktur som påverkar vad förare och maskin kan klara av. Att med tanke på detta tidigt få relevant information om hur den enskilda trakten ser ut och vilka förutsättningar som ska beaktas är viktigt för planering och upplägg av körningen. Planering och strategi för arbetet påverkas även av vilken maskinutrustning som används. Såväl harvar som högläggare finns i 2-, 3-, och 4-radiga utföranden, vilket påverkar maskinens möjliga arbetsbredd.

LASERSKANNAD TERRÄNG

Hela Sveriges landområde har, med några få undantag, skannats med flygburen laserskanning mellan 2009 och 2015 på uppdrag från regeringen med syftet att ta fram en ny högupplöst höjddatamodell över landet. Laserskanningen har genererat flera olika produkter till gagn för samhället och en av produkterna som skogsbruket kommit att applicera har varit GSD-höjddata, grid 2+¹⁾, här efter benämnd DTM (digital terrängmodell). Denna produkt utgör Sveriges yta uppdelad i en grid om 2 × 2 meters pixlar. För varje pixel finns ett höjdvärde. Genom olika behandling av denna DTM kan olika information erhållas, som markfuktighet, lutningar m.m. Genom att lura ögat med en virtuell beskuggning av ytan uppträder den också som tredimensionell och en känsla för hur marken ser ut i realiteten uppkommer. Beskuggningen benämns Hillshade och med denna produkt kan terrängförutsättningarna för skogsbruksaktiviteter läsas av.

¹⁾ <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/GSD-Hojddata-grid-2/>

NYA KARTMATERIAL VID AVVERKNINGSARBETE

Skogsbruket har med goda resultat (Friberg, 2016), lyckats att implementera nya digitala kartmaterial, bland annat markfuktighetskartor där potentiellt fuktiga och blöta områden visas, vilket innebär att dessa kan undvikas i t.ex. drivningsarbetet. Likaså finns det andra digitala skikt tillgängliga, där höjder och lutningar kan utläsas. Sammantaget har detta skapat nya förutsättningar för planering och utförande av avverkningsarbete. Skogsbruket har med dessa nya digitala kartskikt förutsättningar att bli skonsammare mot miljön, samtidigt som de utvecklar och effektiviserar arbetet (Bergkvist, 2014). Studier med syfte att optimera terrängkörning har gjorts (Friberg, 2014), likaså studier med syfte att förhindra körskador vid avverkningsarbete (Bergkvist m.fl., 2014; Friberg, 2016). Friberg (2016) visar att allvarliga körskador uppstått på 0,06 procent av arean där skogsmaskinerna kört under avverkningsarbete. Åttio procent av dessa körskador, hamnade i områden som markfuktighetskartor indikerar som fuktiga och blöta. Detta visar på en potential för skogsbruket som helhet, att totalt kunna förebygga alla allvarliga körskador. Även optimeringar av maskinarbetet har gjorts med hjälp av de olika digitala kartskikten. I en studie vid SLU (Friberg, 2014), uppskattas förkortningar av körsträckan vid skotning av virke till mellan 11–32 procent av den totala körsträckan.

Även terrängytans beskaffenhet gällande lutning och strukturer har applicerats på olika håll i skogsbruket. Fornminneskartering är ett område där potentialen av att använda terrängmodeller utvärderats av bland annat riksantikvarieämbetet (RAÄ, 2014; RAÄ, 2015) och Skogforsk håller i skrivande stund på att avsluta en studie inom området. Information om lutning, karterad med terrängmodeller på olika sätt, har i dag en begränsad användning i skogsbruket. Potentialen att använda information om lutning är dock inte utredd i samma omfattning som markfuktighetskartan och andra digitala skikt, varför kostnads-effektiva förbättringar snabbt kan åstadkommas om det visar sig att lutnings-skikten bidrar till effektivisering, då de redan finns skapade och även implementerade i olika organisationer.

BEHOVSIDENTIFIERING

Under fyra seminariedagar anordnade av Skogforsk, undersöktes markberedningsbranschens behov av beslutstöd (Skogforsk, 2016). Dagarna hölls med nord-sydlig spridning över landet och totalt möttes cirka 100 personer med representanter från maskintillverkare, beställare och utförare. Gemensamt konstaterades att lutning på trakter och markfuktighet är de viktigaste påverkande faktorerna för markberedningsarbetet med potential att visas i beslutstöd.

Syfte och mål

Studien skulle ge en bild över förhållandet mellan produktiv och oproduktiv körsträcka vid markberedningsarbete.

Syftet med studien var också att utvärdera potentialen i att använda terräng- och markfuktighetsmodeller vid markberedning för att nå ett skonsammare och effektivare markberedningsarbete. Genom att strukturerat definiera lutning och skapa ett beslutsstöd givet kriterier inhämtade från praktisk arkberedning, skulle beslutsstödet påverka på markberedningsarbetet jämföras för två behandlingar (med respektive utan beslutsstödet). Studien skulle:

1. Undersöka om samband finns mellan lutning (såväl andel som frekvens), och andelen oproduktiv körsträcka.
2. Undersöka om samband finns mellan markfuktighetskarta (såväl andel som frekvens), och andelen oproduktiv körsträcka.
3. Utredda om beslutstöden påverkat markberedningsresultatet.
4. Undersöka förhållandet mellan produktiv och oproduktiv körsträcka i och runt områden med lutning.
5. Ange omfattningen av markberedning i markfuktighetskartans områden samt i lutning.

Vidare skulle maskinförarna tillfrågas om hur de upplevde beslutstöden under arbetsförloppet för att ge förståelse kring hur beslutstöden var att arbeta med i praktiken.

Material och metoder

BESLUTSSTÖD

Två olika beslutsstöd utvärderades i detta projektet dels ett lutningsindex som också utvecklades under projektet, dels markfuktighetskartan som finns implementerad i det svenska skogsbruket. Under framtagningsprocessen av lutningsindexet fanns en regelbunden kontakt med ett värd företag verksamma med markberedning. Genom erhållen feedback från erkänt kompetenta maskinförare säkerställdes att inga praktiska orimligheter uppkom i beslutsstöd eller studieupplägg.

Framtagande av lutningsindex

Lutningsindexet är framställt i ESRI:s programvara ArcMap. Med hjälp av funktionen "Model-builder", har en modell byggts upp steg för steg för att åstadkomma ett lutningsindex baserat på kunskap som inhämtades från markberedningsförare. Varför ett lutningsindex skapades i studien, i stället för att ett redan befintligt skikt som visar lutning nyttjades, berodde på den input som erhöles från markberedningsförare. För att säkerställa att kravspecifikationen från markberedningsförarna för ett lutningsindex hölls, var det nödvändigt att skapa ett nytt skikt för studien.

Input från praktisk markberedning till framtagningen

En maskinförare användes som referens då graden av lutning som skulle märkas ut beslutades. Vid ett fältförsök på en testtrakt där tre exemplifierande kartor med lutning om 5, 15 respektive 27 grader visades för maskinföraren, avgjordes vilken av dessa kartor som ansågs rimligast att använda för markberedningsarbetet, utifrån maskinförarens erfarenhet och kompetens. Varken för mycket eller för lite lutning önskades enligt utsago. Kartor med lutningen över 15 grader markerad var det som ansågs rimligast.

Markberedningsföraren kommunicerade att slänter och lutningar med en omfattning på åtta meter och mindre ej var relevanta att visa i beslutsstödet, då dessa kunde hanteras av maskinens aggregat utan att maskinens körning påverkades nämnvärt²⁾.

Vidare önskades en färgskala på beslutsstödet som gav en indikation på lutningens struktur, om den snabbt blev brant eller om det var en mer flack lutning.

Lutningsindex

För att möta kravspecifikationen valdes 15 grader som tröskelvärde vid urvalet av lutning. Vidare togs lutningskluster som på längd eller bredd understeg åtta meter ej med i enlighet med maskinförarens synpunkter. För att visa lutningens struktur, skapades en buffertzona om tio meter runt om de utvalda lutningsklustren, inom vilken all lutning från tio grader och uppåt togs med som beslutsstöd. Dessutom justerades alla pixlar med lutning över 27 grader till att i beslutsstödet utgöra samma färgvärde. Utfallet av detta blev att färgskalan blev mer koncentrerad och dessutom likvärdig för samtliga studietrakter. Resultatet av beslutsstödet ses i Figur 1. När det hänvisas till "lutningen" vidare i rapporten gäller den specifikation som beskrivits för beslutsstödet.

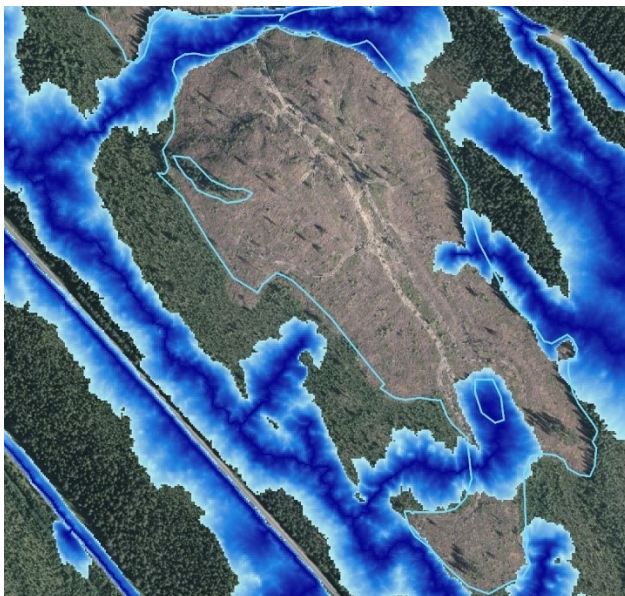
²⁾ Åtta meter ansågs rimligt då markberedningsaggregatet i detta fall var fyrradigt. Givet ett annat aggregat kan också annan distans bli aktuell.



Figur 1.
Illustration av lutningsindexet på en studietrakt ovanpå ett ortofoto.

Markfuktighetskarta

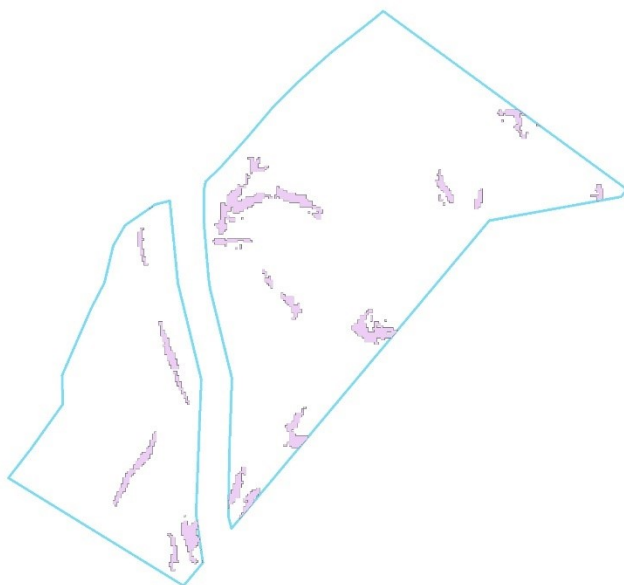
Som markfuktighetskarta under markberedningen användes skogsföretaget SCA:s markfuktighetskarta. Vid analys användes DTW-index (White, et.al., 2012) som markfuktighetskarta, vilket visas i Figur 2.



Figur 2.
DTW-index som markfuktighetskarta på en studietrakt ovanpå ett ortofoto.

Kluster

Ett sätt att beskriva den rumsliga fördelningen av såväl lutningen som markfuktigheten utöver storlek och andelar i studien var antalet kluster. Ett kluster utgjordes av sammanhängande pixlar av antingen markfuktighet eller lutning. Figur 3 ger en schematisk bild av kluster på en trakt.



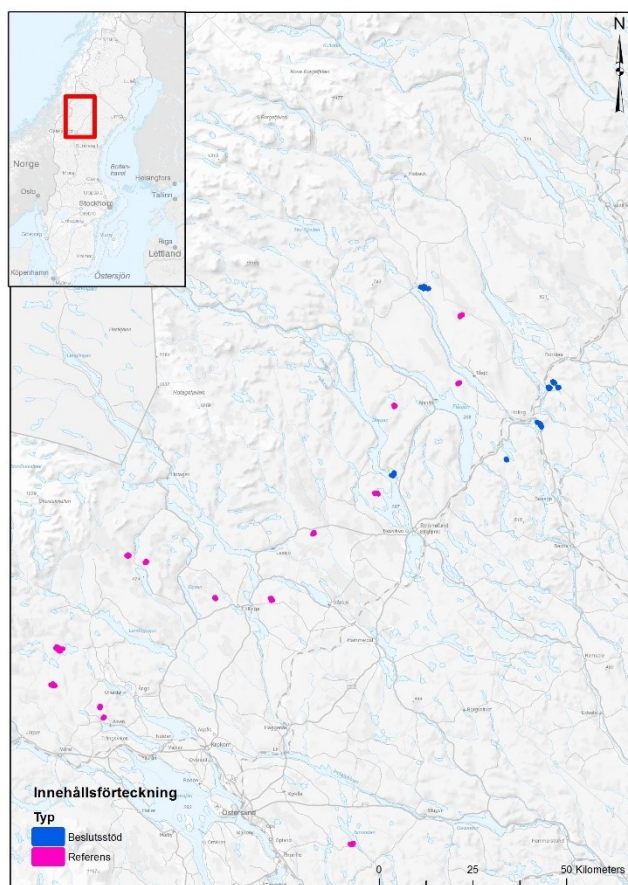
Figur 3.
Schematisk bild över ett antal kluster på en trakt. Det kan tydligt urskiljas ett antal kluster per trakt, vilket utgjorde ett mått av rumslig fördelning av lutningen.

URVAL AV FÖRSÖKSTRAKTER

Totalt 21 trakter belägna i Jämtlands län valdes ut till studien (Figur 4). Deras geografiska placering var i huvudsak norr om väg E14 mellan Östersund och Åre samt väster om väg E45 mellan Östersund och Strömsund. Fem trakter var dock placerade öster om E45 och en trakt öster om Östersund. Försökstrakternas storlek avgränsades att vara 12 hektar eller större. Storleksavgränsningen om 12 hektar grundar sig i att den traktstorleken har en tidsåtgång som kräver minst ett skiftbyte av maskinförare under arbetet. Genom att utnyttja detta i studieupplägget förhindrades att endast en markberedningsförare arbetat på trakten och risken för varje maskinförares individuella påverkan på studieresultatet minskades.

En turordning för trakterna erhöles från värdföretaget och den första hälften av trakterna beslutades bli referenser där inga förändringar i arbetet gjordes. Den andra halvan av trakterna beslutades bli trakter att använda beslutsstöd på. Detta för att referenserna inte skulle påverkas av hur beslutsstöden påverkade maskinförarna. Dock uppstod förändring i turordningen på grund av praktiska omständigheter. Utfallet blev därför sju trakter där beslutsstöd använts och 14 trakter som var referenser. Dessutom blev två av beslutsstödstrakterna markberedda innan alla referenser var markberedda.

Fyra av referenstrakterna visade sig senare ej ha lutningar över femton grader, dessa uteslöts vid analys och jämförelser. Totalt 17 trakter användes således för analyserna i studien.



Figur 4.
Placering av försökstrakterna med en färgskillnad mellan de olika behandlingarna.

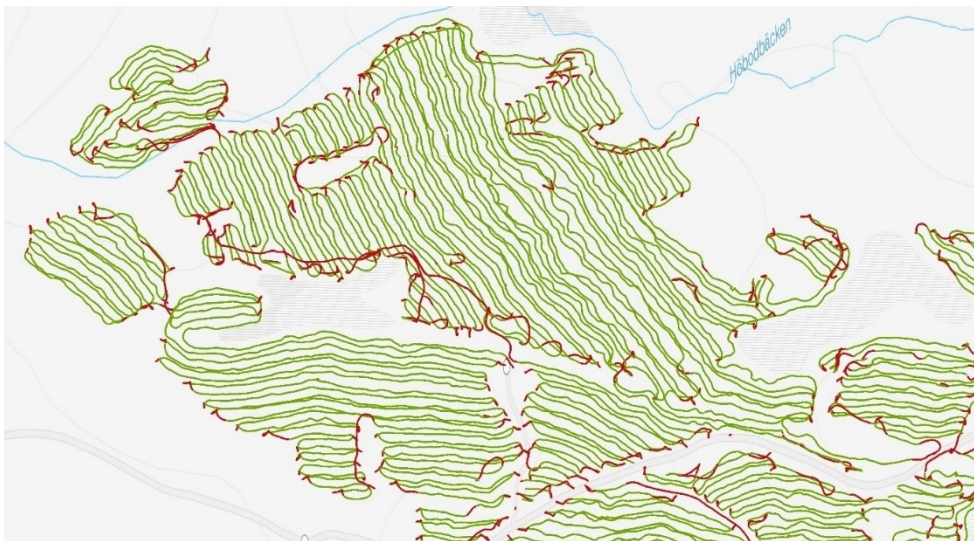
MARKBEREDNING

Markberedningen utfördes med en fyrradig högläggare (Bracke M46) och en Komatsu 895-skotare som dragmaskin. Inga studiespecifika instruktioner gavs maskinförarna som skulle syfta till att ändra deras arbetssätt eller annat i deras arbete. Beställningarna från markägaren omfattade 1 900–2 300 planteringspunkter per hektar och generell hänsyn i enlighet med FSC-standard gällde för samtliga trakter.

INDATA FRÅN MARKBEREDNINGSPÅRBEJTTET

Indata i form av GPS-loggning av markberedaren erhöles från värdforetaget. All körning loggades och presenterades i linjesektioner. Var linjesektion innehöll information om markberedningsaggregatets placering. Uppluft (oproductiv körning) eller nedsänkt (productiv körning), vilket illustreras i Figur 5 där röda linjer visar oproductiv körning och gröna linjer productiv körning. I GIS beräknades sedan samtliga linjesektioners längd.

Antalet planteringspunkter per hektar erhöjls från värdföretaget. Tio provvytor per trakt uppföljdes under markberedningsarbetet i enlighet med värdföretagets rutin³⁾ och medelvärdet av dessa utgjorde det angivna antalet provvytor per hektar i studien. Maskinförarna lade själva ut provvytorna som inventerades.



Figur 5.
Ett exempel av korloggen från markberedarna där rödmarkerade sektioner är oproduktiva körsträckor och grönmarkerade sektioner är produktiva körsträckor.

Transportsträckor till och från traktgräns från avställningsplats samt körning på bilväg som ej haft med det faktiska markberedningsarbetet på trakterna att göra användes ej i studien.

TESTADE SAMBAND

I analys testades hur andelen oproduktiv körsträcka påverkades av lutning respektive markfuktighet genom en GLM-modell i sex olika steg. Även hur antalet planteringspunkter påverkades av andelen lutning testades i två steg. I samtliga fall testades om det fanns en skillnad mellan behandlingarna (referenstrakter/beslutsstödstrakter).

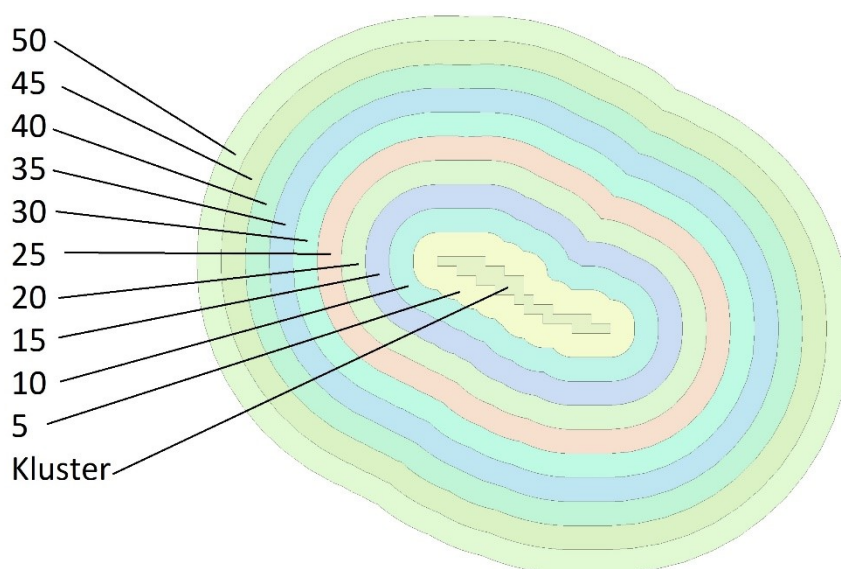
Test:

1. Oproduktiv körsträcka påverkas av *andelen lutning*.
2. Oproduktiv körsträcka påverkas av *antalet lutningskluster*.
3. Oproduktiv körsträcka påverkas av *andelen markfuktighet*.
4. Oproduktiv körsträcka påverkas av *antalet markfuktighetskluster*.
5. Oproduktiv körsträcka påverkas både av *andelen lutning och andelen markfuktighet*.
6. Markberedd sträcka per hektar påverkas av *andelen lutning*.
7. Antal planteringspunkter per hektar påverkas av *andelen lutning*.
8. Antal planteringspunkter per markberedd sträcka påverkas av *andelen lutning*.

³⁾ SCA:s markberedningsuppföljning användes för inventering.

RUMSLIG FÖRDELNING AV KÖRSTRÄCKA

Vid beskrivningen av körspårens disposition runt om klustren av lutning och markfuktighet, användes buffertzoner med intervallet fem meter upp till femtio meter runt om respektive kluster (Figur 6). Samtliga körsträckor som hamnade inom respektive buffertområde medräknades, medan linjesektionerna som löpte utanför buffertområdets yttergräns kapades i gränsen så att endast delen inom buffertområdet räknades med i respektive analys.



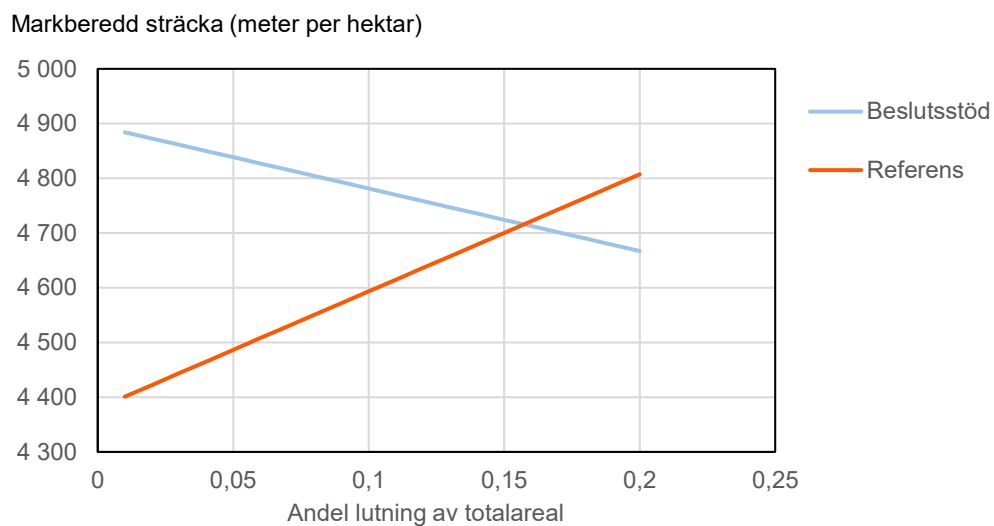
Figur 6.
Skiss över ett kluster med omgivande buffertzoner, siffrorna anger respektive buffertzons avstånd i meter.

Resultat

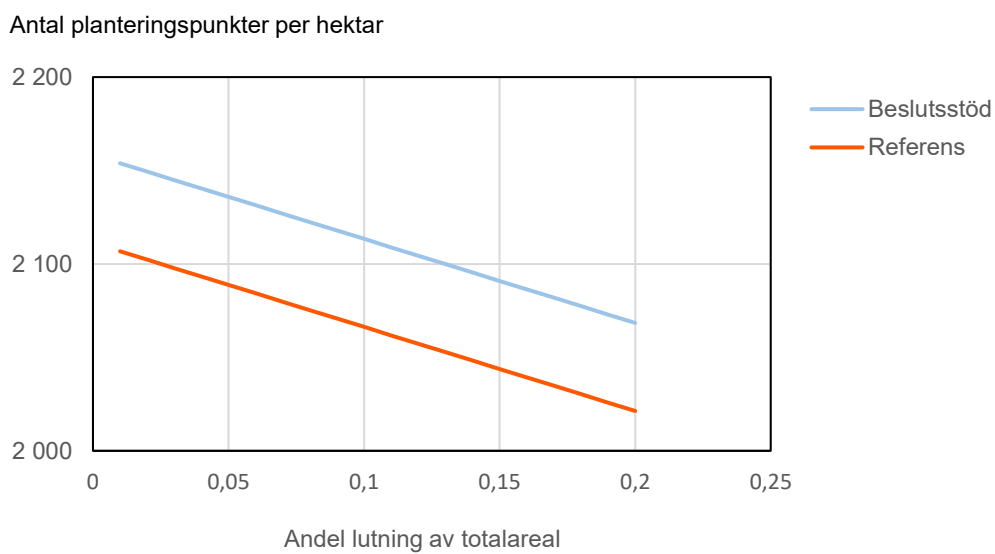
MARKBEREDD KÖRSTRÄCKA OCH ANTALET PLANTERINGSPUNKTER

På beslutsstödstrakterna har man en längre markberedd sträcka än på referenstrakterna för trakter med liten andel areal med en lutning över 15 procent (Figur 7). Då andelen brant mark ökar minskar skillnaden relativt snabbt. Även om den markberedda sträckan skiljer sig åt mellan beslutsstödstrakterna och referenstrakterna så fanns ingen skillnad i antalet planteringspunkter per ha mellan behandlingarna. Dessa minskar dock med ökad andel brant areal (Figur 8).

Om i stället antalet planteringspunkter per markberedd sträcka studeras leder det till att det finns en signifikant skillnad mellan beslutsstödstrakterna och referenstrakterna i antalet planteringspunkter per markberedd sträcka (Figur 9). För beslutsstödstrakterna påverkas inte antalet planteringspunkter per markberedd sträcka av andelen lutning, men för referenstrakterna minskar antalet planteringspunkter per markberedd sträcka med en ökad andel lutning.

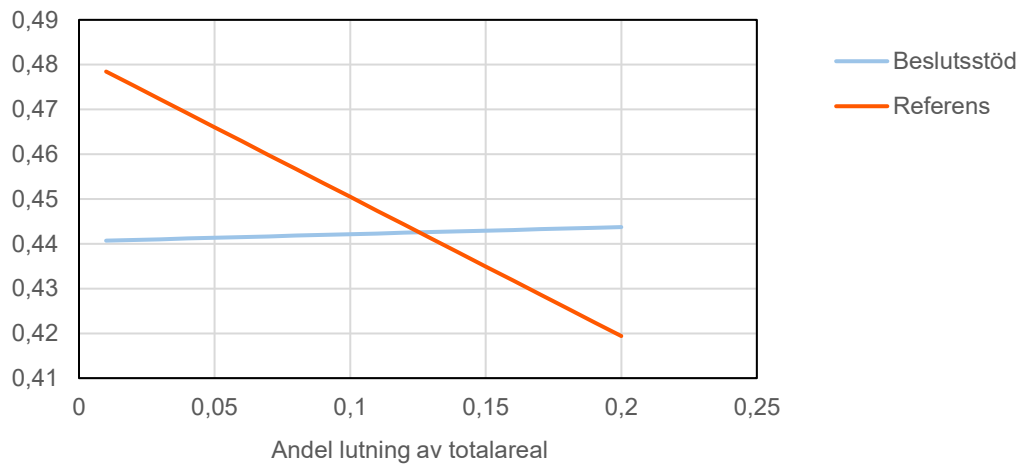


Figur 7.
Sambandet mellan den markberedda sträckan och andelen lutning för behandlingarna beslutsstöd och referens. Notera att y-axeln är beskuren.



Figur 8.
Sambandet mellan antalet godkända planteringspunkter och andelen lutning för behandlingarna beslutsstöd och referens. Notera att y-axeln är beskuren.

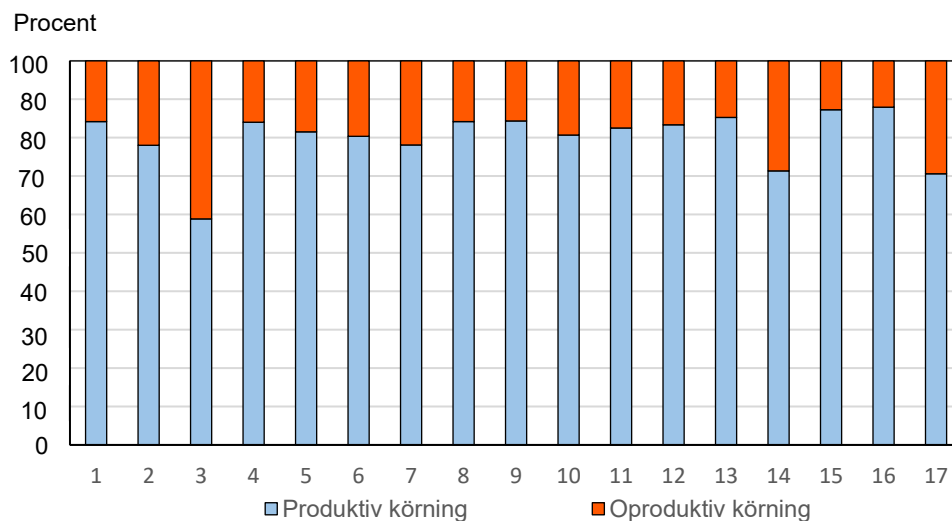
Antal godkända planeringspunkter per meter
markberedningssträcka



Figur 9.
Sambandet mellan antalet godkända planeringspunkter per markbredd meter och andelen lutning för behandlingarna beslutsstöd och referens. Notera att y-axeln är beskuren.

OPRODUKTIV KÖRNING

Förhållandet mellan oproduktiv körning och produktiv körning skiljde sig mellan trakterna i enlighet med Figur 10. Medelvärdet för samtliga trakter var 20 procent oproduktiv körning och 80 procent produktiv körning. Den oproduktiva körningen för referenstrakterna hade medelvärdet 18 procent och den oproduktiva körningen för beslutsstödstrakterna var 23 procent.

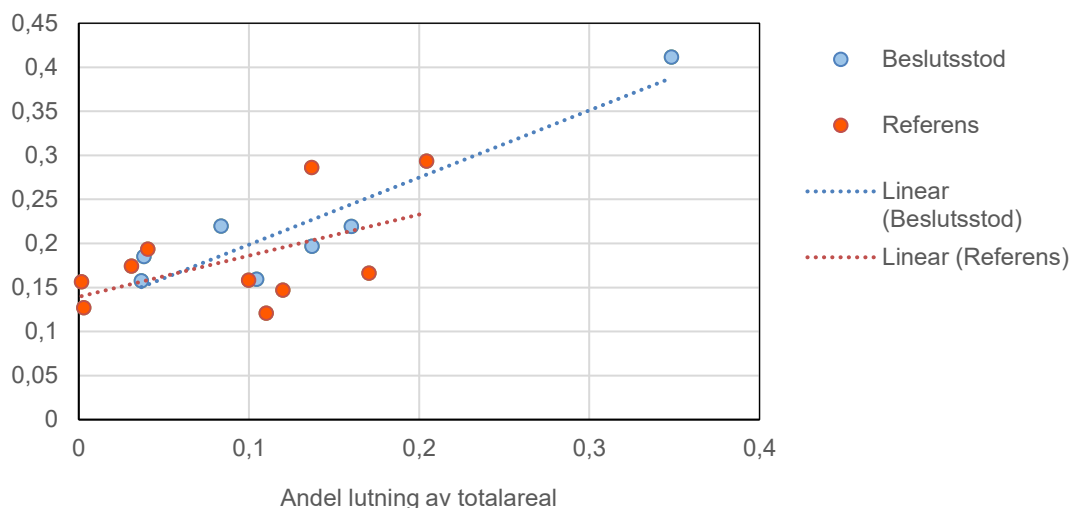


Figur 10.
Förhållandet mellan produktiv och oproduktiv körsträcka för på studietrakterna. Medelvärdet var 20 procent för oproduktiv körsträcka och 80 procent för den produktiva körsträckan.

SAMBAND MELLAN OPRODUKTIV KÖRNING, LUTNING OCH MARKFUKTIGHET

Ett signifikant samband mellan oproduktiv körning och lutning fanns om andelen lutning samt andelen markfuktighet kombinerades i en modell (Figur 11). Sambandet mellan den oproduktiva körsträckan och markfuktighetskartan är däremot inte säkerställd, även om analysen visar på en tydlig trend ($P = 0,1675$). Referenstrakterna visade en lägre andel oproduktiv körsträcka givet större andel lutning än vad beslutstödet gjorde.

Andel oproduktiv körsträcka



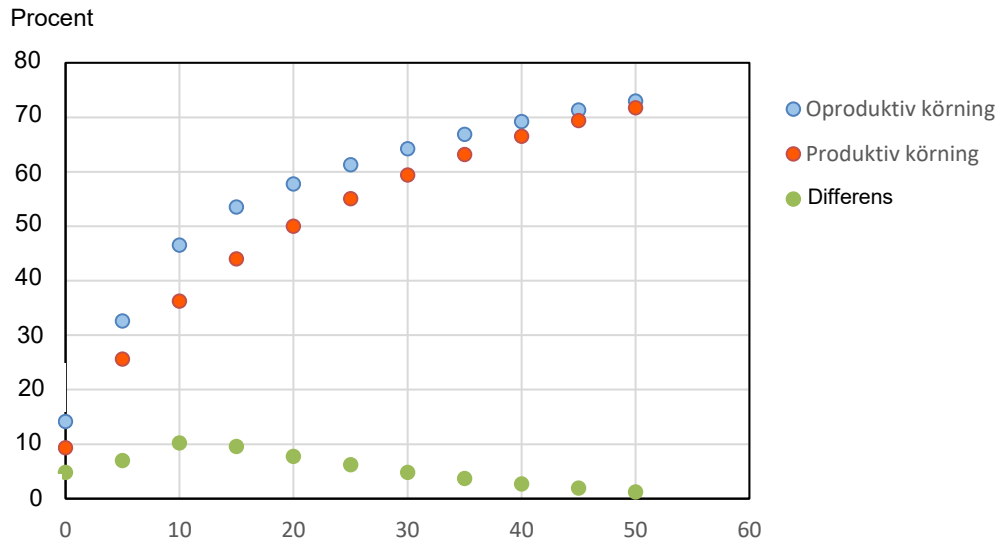
Figur 11
Sambandet mellan andelen lutning och oproduktiv körsträcka givet markfuktighetskartan som påverkande variabel. Behandlingarna visas separat och den signifikanta skillnaden mellan linjerna kan ses.

RUMSLIG FÖRDELNING AV KÖRSTRÄCKA

Utöver analysen av samband mellan oproduktiv körsträcka, lutning och markfuktighet undersöktes den rumsliga fördelningen av oproduktiv körsträcka på trakten.

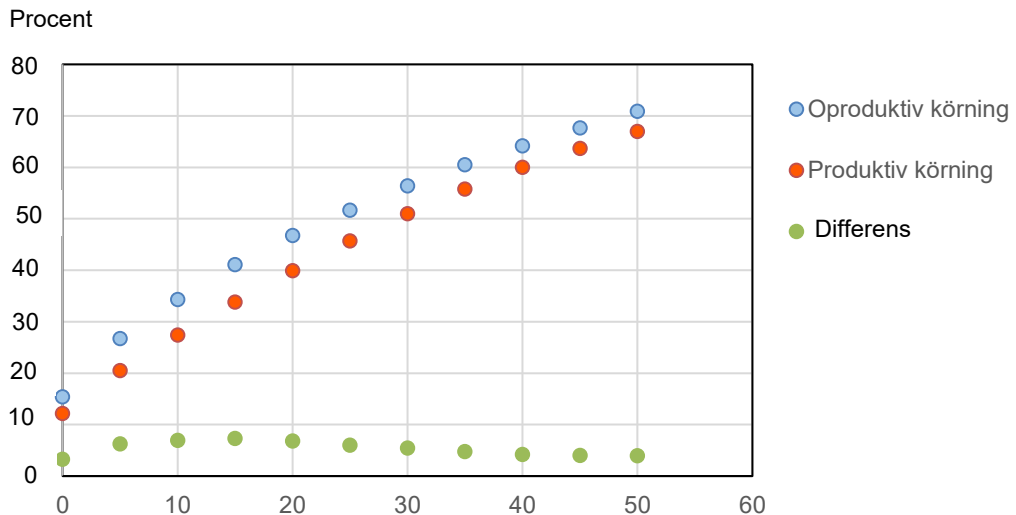
Figur 12 visar hur stor del av den totala oproduktiva respektive produktiva körsträckan som befinner sig inom lutningsklustren och de givna buffertzonerna runt lutningsklustren på trakten.

Den oproduktiva körningen ses ha en större koncentration än den produktiva körningen för samtliga buffertdistanser. Differensen var störst inom 10 meter från klustren där 46 procent av all oproduktiv körsträcka återfanns mot 36 procent av all produktiv körsträcka. Givet längre buffertavstånd mattas differensen av och vid 50 meters buffert fångas 72 respektive 73 procent av respektive körsträcka.



Figur 12.
Andel av den oproduktiva respektive produktiva körsträckan belägen inom lutningsklustren och de givna buffertzonerna runt lutningsklustren på trakten

Samma buffertdistanser runt markfuktighetskartan ses i Figur 13. Den oproduktiva körningen har en större koncentration än den produktiva körningen för samtliga buffertdistanser. Differensen var störst inom 20 meter från klustren där 47 procent av all oproduktiv körsträcka återfinns och 40 procent av all produktiv körsträcka. Givet längre buffertavstånd mattas differensen av och vid 50 meters buffert fångas 67 respektive 71 procent av respektive körsträcka. Av den totala körsträckan var 12 procent belägen i markfuktighetskartans markerade områden.



Figur 13.
Andel av den oproduktiva respektive produktiva körsträckan belägen inom markfuktighetsklustren och de givna buffertzonerna runt markfuktighetsklustren på trakten

MASKINFÖRARNAS UTLÅTANDE

I Bilaga 1 kan de ställda frågorna och svaren ses per trakt. Dessutom finns en mer omfattande intervjuartikel med värdföretaget i (Skogforsk, 2016). Maskinförarna anser att lutningsindexet är till god hjälp och att det absolut vill ha detta för sitt dagliga arbete. Detta nämner de i anslutning till intervjuerna. Det går att planera sitt arbete utan att stå på trakten och även då det är mörkt får man en känsla för hur trakten ser ut hävdas det.

Det varierar visserligen mellan trakterna huruvida kartstödet ansetts vara till hjälp vid planeringen av trakten eller inte. Även gällande om maskinförarna upplevt en produktionshöjning på trakterna på grund av beslutsstödet eller inte, har varierat från att de upplevt att de gjort ett mer produktivt jobb, till att de inte alls tyckt detta.

När det gäller utseende av *lutningsindexet* och kopplingen till verkligheten är maskinförarna i stället mer säkra. De upplever att branterna som finns med på beslutsstödet är aktuella och att dessa är sådana som det behövs tas hänsyn till vid markberedningen. Likaså tycker man att färgskalan som användes passade bra med hur brant lutningen var så att det är möjligt att utläsa släntens utformning.

Diskussion

När beslutsstödet användes visade det sig att trakter med en låg andel lutning tenderade att ha en längre markberedd sträcka än trakter med en högre andel lutning. För referenstrakterna var förhållandet omvänt. Att sja i vad som kan förklara detta blir mer relevant om sammanslagning med antalet planteringspunkter görs och då i stället huruvida antalet, planteringspunkter per markberedd sträcka förklaras av andelen lutning. Det kan urskiljas att beslutstöds-trakterna hamnar på en stabil nivå oberoende av andelen lutning medan referenstrakterna får färre planteringspunkter per markberedd sträcka med ökad andel lutning. Beslutsstödet bidrar helt enkelt med att skapa en stabilitet gällande markberedningens resultat.

Det visade sig också att *lutningsindexet* i kombination med markfuktighetskartan gjorde, att det kunde påvisas en skillnad i oproduktiv körsträcka mellan referenstrakter och trakter där beslutsstödet använts. Skillnaden följde dock inte logiken, att trakter där *lutningsindexet* använts, borde haft kortast oproduktiv körsträcka eftersom ett hjälpmedel använts där. I stället visade det sig att det på trakter där *lutningsindexet* använts var en större andel oproduktiv körsträcka. I studien utgjorde antalet studietrakter dock ett relativt litet antal upprepningar för varje behandling (referens och beslutsstöd), vilket kan ha bidragit till att det finns andra förklarande variabler utöver lutning och markfuktighet som kan påverka individuella trakter. Några exempel kan vara ytstruktur som inverkar på markberedarens arbete liksom avverkningsrester och stubbar. Dessutom visade resultaten att andelen lutning inte förklarade antalet planteringspunkter, vilket styrker att det finns andra viktiga variabler som ej behandlats i studien.

Markfuktighetskartan verkar ha en potential att bidra till skonsammare markberedning, genom att användas som planeringsunderlag vid markberedningen i markfuktighetsklustren. Detta har visats i tidigare studier under avverkning och i denna studie visar sig 12 procent av den totala körsträckan i studien vara belägen i markfuktighetskartans kluster. Det är alltid riskfyllt att göra skogliga åtgärder i anslutning till vatten och blöta/fuktiga områden och att planera för att undvika onödiga skador är viktigt, vilket också markfuktighetskartan hjälper till med. Gemensamt kan då beslutsstöden verka för både skonsamhet och effektivitet.

Lutningsindexet kan vidareutvecklas för att användas till bedömning om huruvida markberedning i lutningarna kan ske uppför, utför och på skrå samt hur påverkan på antalet godkända planeringspunkter skulle bli. Detta för att skapa underlag till att göra en kvalitetssäkrad och god planering av hela markberedningen innan den startar och på så vis göra en än mer effektiv markberedning med god kvalitet. Vidare bör även tidsåtgången räknas med som en variabel för att utreda sambandet mellan körsträcka och tidsåtgång. Det kan vara möjligt att beslutsstödet kan bidra till en tidseffektivare markberedning trots en längre oproduktiv körsträcka.

En början vore att framarbete effektiva arbetssätt som ökar andelen produktiv körning inom 15 meter runt lutningsklustren, där resultaten visar att den största koncentrationen av oproduktiv körsträcka är belägen. Lutningen påverkar som resultatet visar den oproduktiva körsträckan och kan därför användas för att utveckla arbetssätt framtagna för att minska körsträcka kring det identifierade problemområdet.

Studien visar att den genomsnittliga andelen oproduktiv körsträcka är 20 procent för studietrakterna. Det går att diskutera vad som är en rimlig och realistisk effektivisering av denna oproduktiva körsträcka, dock betvivlas inte att det finns effektiviseringar att göra när en femtedel av den totala körsträckan inte är produktiv. Optimeringar av skotarens arbete vid slutavverkning har visat stor potential till effektivisering och samma siffra behöver inte vara relevant för markberedning. Däremot ger uppskattningen en hint om att en förbättrad produktivitet med hjälp av digitala beslutsstöd vid skogsarbete inte behöver vara en utopi och att förkortningar av körsträckan för markberedare med procentandelar kan vara möjligt.

Än har inte alla markberedare datorer installerade, utan man jobbar med analog kartor. För att kunna använda olika digitala beslutsstöd är det nödvändigt att ha en dator i markberedningsmaskinen. Tillgång på digitala kartstöd och gps-positionering är något som skulle utgöra en förbättring i sig med direkt skillnad för berörda maskinförare. Om inte, i markberedningsarbetet så gällande administration och övrig hantering av kartor. Detta är förvisso andra problem utanför denna studie, men det hänger trots allt samman med beslutsstöd och uppföljning. Utvecklingsmöjligheterna i markberedningsbranschen när det gäller digital teknik är stor, på grund av att alla maskiner fortfarande inte har datorer.

Genom digitala beslutstöd har andra åtgärder i skogsbruket som föryngringsavverkning, kunnat förbättras och möjligheten till liknande förbättringar i markberedningsarbetet bör finnas, då det i stora drag handlar om samma förbättringsområden, som skonsamhet och effektivitet vid maskinkörning. Genom datorn och kartstöd i den finns möjlighet att bära med sig underlag med GPS-stöd som kan användas för att förbättra det dagliga arbetet. Det finns med säkerhet flera olika lutningsskikt på olika håll i skogsbruket och en fråga som kan ställas är då huruvida dessa är möjliga att applicera studiens resultat på. Bedömningen är att om tröskelvärde som använts i det alternativa beslutstödet stämmer överens med studiens tröskelvärde på 15 grader så är resultaten applicerbara.

Slutsats

Maskinförarna i studien ansåg att beslutstödet är till god hjälp i deras dagliga arbete och vill använda detta.

Mätningar visade att lutningsindexet bidrar med att skapa ett jämnare markberedningsresultat, oberoende andelen lutning. Dessutom gör lutningsindexet också att fler planteringspunkter per körd meter markberedning utförs på trakter med en större andel lutning.

Resultaten bedöms applicerbara på andra framtagna lutningsindex om tröskelvärde på 15 grader använts vid framtagandet och om en utsträckt färgskala används.

Utöver detta kan det finnas potential för att bli mer skonsam och effektiv, genom att använda markfuktighetskartan för att planera markberedningen annorlunda, och för att framarbete effektiva arbetsätt med syfte att öka andelen produktiv körning inom 15 meter runt lutningsklustren.

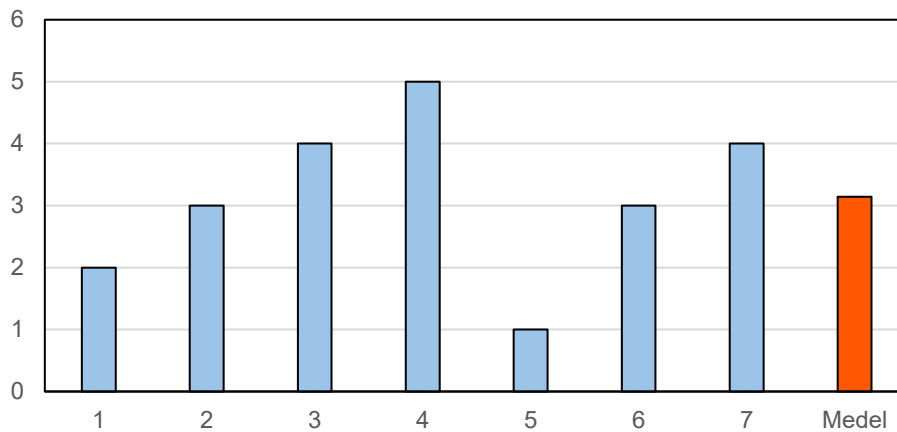
Referenser

- Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. Arbetsrapport 818–2014. Skogforsk. Uppsala.
- Björheden, R., Viklund, E. 2016. Webbartikel: Skogsbruksindex – ett nytt effektivitetsmått för skogsbranschen. Webb: <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/skogsbruksindex---ett-nytt-effektivitetsmatt-for-skogsbranschen/> Tillgänglig: 2016-12-08. Skogforsk. Uppsala.
- Brunberg, T. 2016. Skogsbruksindex – ett nytt effektivitetsmått för skogsbranschen. Webb: <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/skogsbruksindex-ett-nytt-effektivitetsmatt-for-skogsbranschen/> Tillgänglig: 2016-12-08. Skogforsk. Uppsala.
- Bräcke, J., Larsson, M., Lundmark, J-E. & Örländer, G. 1986. Ståndortsanpassad markberedning. Redogörelse Nr.3. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Spånga.
- Friberg, G. 2014. En analysmetod för att optimera skotning mot minimerad körsträcka och minimerad påverkan på mark och vatten. SLU, Institutionen för skogens produkter. Uppsala.
- Friberg, G. & Bergkvist, I. 2016. Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetsakartor körskador i skogsbruket. Arbetsrapport 904–2016. Skogforsk: Uppsala.
- Johansson, M. 2016. Markberedning i brant och stenig terräng. SLU, Institutionen för biomaterial och teknologi. Umeå.
- RAÄ. 2014. Fjärranalys för kulturmiljövården. Underlag för arbete med lägesbestämda fornlämningar. Rapport.
- RAÄ. 2015. Fjärranalys för kulturmiljövården, steg 2. Rekommenderade derivatprodukter och produktionsmetoder.
- Skogforsk. 2016. Det lutar åt bättre kartstöd i markberedningen. Vision. Nr. 4–2016. Skogforsk: Uppsala.
- White, B., Ogilvie, J., Campbell, D.M.H., Hiltz, D., Gauthier, B., Chisholm, H.K., Wen, H.K., Murphy, P.N.C. & Arp, P.A. 2012. Using the Cartographic Depth-to-Water Index to Locate Small Streams and Associated Wet Areas across Landscapes. *Canadian Water Resources Journal* 37(4), 333–347.
- Örländer, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. 1991. Effects of scarification, planting depth and planting spot on seedlings establishment in a low humidity area in southern Sweden. 1991:33. SLU, Institutionen för skogsskötsel. Umeå.

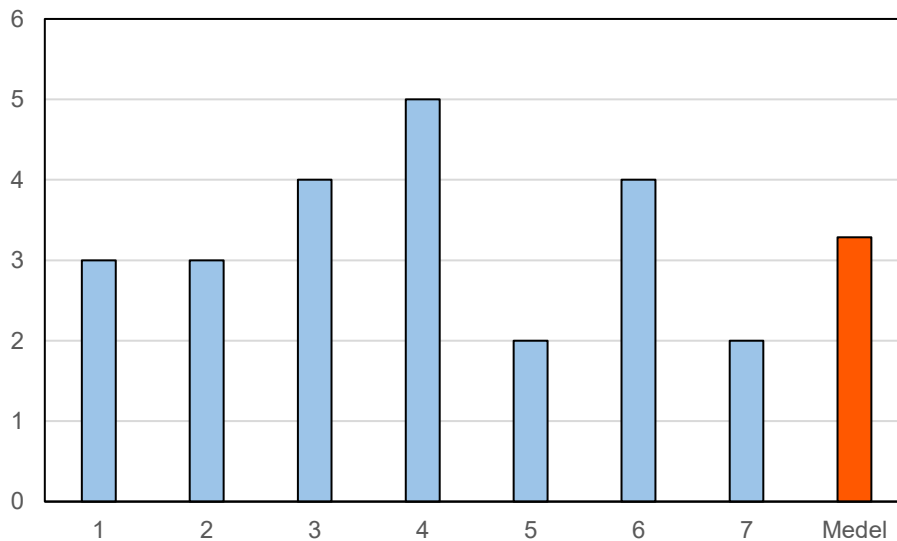
Bilaga 1

Diagrammen ger svaren på frågor om lutningsindexet som maskinförarna svarade på direkt efter att jobbet på beslutsstödstrakten avslutats. Frågan specificeras i var graf och varje trakt presenteras som en stapel med värde som anger 1 om maskinföraren inte hållit med om påståendet och 6 om maskinföraren höll med om påståendet. Medelvärdet för samtliga beslutsstödstrakter visas också i varje graf.

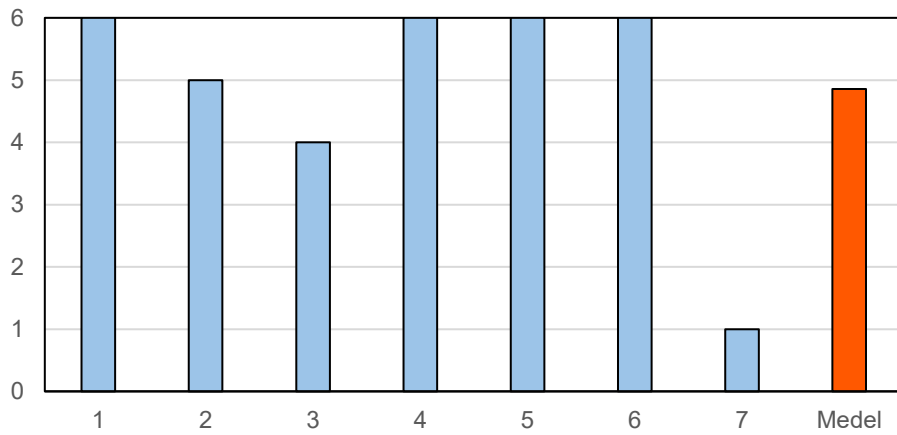
Kartstödet ledde på denna trakt till en ökad prestation



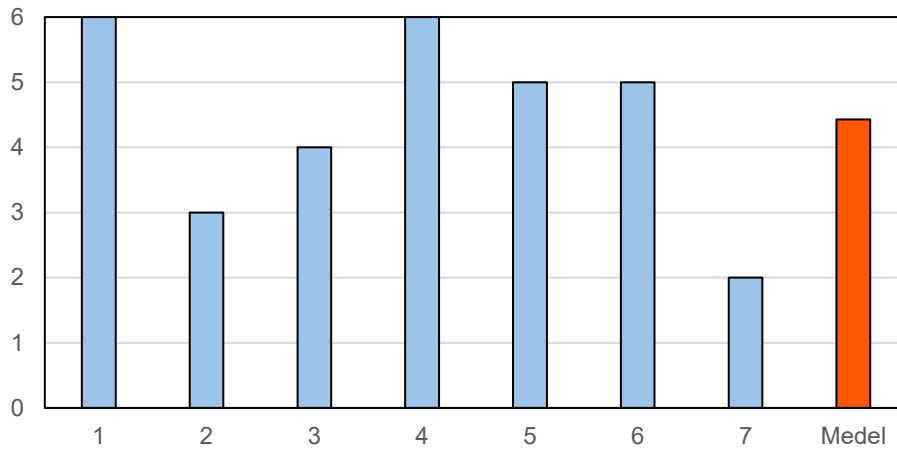
Kartstödet var till hjälp vid planeringen av körningen



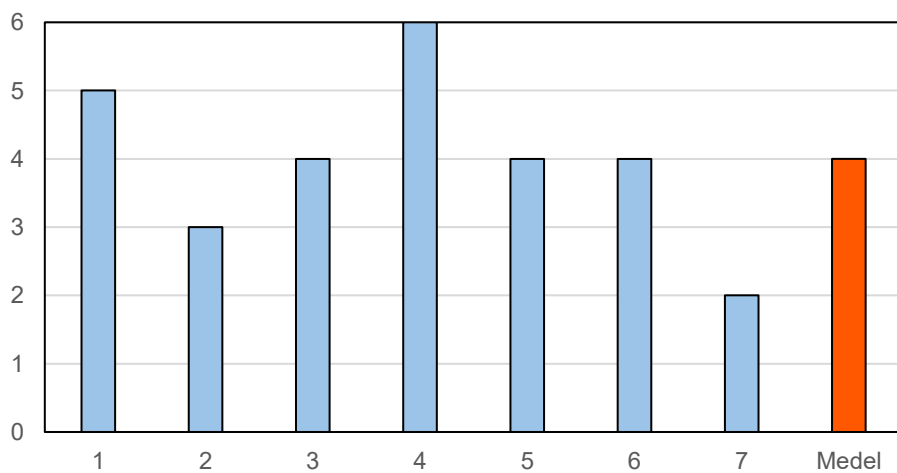
De markerade branternas placering stämde väl överens med verkligheten



De olika nyanserna stämde väl överens med verkligheten



Det går att uttolka av nyanserna i kartan var det är möjligt att köra på skrå



År 2016 Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2016

- Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.
- Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.
- Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection (*Thekopsora areolata*) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.
- Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige. – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materias. 55 s.
- Nr 896 Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom, L. 2016. Körskador vid slutavverkning – en inventeringsstudie i Mälardalen. 16 s.
- Nr 897 von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombiskotare eller med två dedikerade skotare. 8 s.
- Nr 898 Rytter, L. & Mc Carthy, R. 2016. – Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346. - Sustainable production of hybrid aspen after harvest – Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.
- Nr 899 Bhuiyan, N., Möller, J.J., Hannrup, B. & Arlinger, J. 2016. Automatisk gallringsuppföljning – Arealberäkning samt registrering av kranvinkel för identifiering av stickvägsträd och beräkning av gallringskvot – Automatic follow-up of thinning- Stand area estimation and use of crane angle data to identify strip road trees and calculate thinning quotient.. 47 s.
- Nr 900 Pettersson, F. 2016. Effects of type of thinning and strip road distance on timber production and economy in the Scots pine field experiment at Kolfallet. Results after two thinnings and a 20-year study period.
- Nr 901 Eliasson, L., Mohtasami, S. & Eriksson, A. 2016. Analys av ett högproduktivt flissystem – Analysis of factors affecting a high productive chip supply system. 20 s.
- Nr 902 Enström, J., Asmomarp, V., Davidsson, A., Johansson, F., Jönsson, P. & Mohtashami, S. 2016. Transportsystemet Inlandsbanan – The Inlandsbanan transport system. 50 s.
- Nr 903 Klingberg, A., Persson, T. & Sundblad, L.G. 2016. Projektrapport – Fröskörd från tallfröplantage T2 Alvik – Effekt av inkorsning på planteringsresultatet i fält (projekt nr 244). – Project report Harvests from the T2 Alvik orchard – Effect of cross-pollination on operational planting outcome.
- Nr 904 Friberg, G. & Bergkvist, I. 2016. Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körskador i skogsbruket – How operational procedures and depth-to-water maps can reduce damage on soil and water and rutting in the Swedish forestry 28 s.
- Nr 905 Berlin, M. & Friberg, G. 2016. Proveniensval av Svartgran i Mellansverige. – Provenance choice of black spruce in central Sweden.. 22 s.

- Nr 906 Grönlund, Ö. 2016. Kontrollmätningens utformning vid chaufförers travmätning. – Quality control procedure for stack measurement by truck drivers. 16 s.
- Nr 907 Björheden, R. 2016. Mekaniserad avverkning av grova lövträd - en litteraturstudie. – Mechanised harvesting of large-size hardwood trees – a literature study. 26 s.
- Nr 908 Bhuiyan, N., Hannrup, B., Nordström, M. & Larsolle, A. 2016. Beslutsstöd för stubbskörd.– Utveckling av ett prototypprogram för snabbare implementering i skogsbruket. – Decision-support tool for stump harvest. – Development of prototype software for faster implementation in forestry. 22 s.
- Nr 909 Brunberg, Y. & Lundström, H. 2016. Tidsåtgång och bränsleåtgång vid användning av sortimentsgripen 2014-Evaluation of assortment grapple 2014 in terms of processing time and fuel consumption. 19 s.
- Nr 910 von Hofsten, H., Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2016. Prestation och bränsleförbrukning för två stora trumhuggar avsedda för flisning på terminaler. – Production and fuel consumption for two large drum chippers. 14 s.
- Nr 911 Jonsson, R., Jönsson, H. & Lundström, H. 2016. Prestation och kostnader för slutavverkningsdrivare Komatsu X19 harwarder med snabbfäste. – Performance and cost in final felling for Komatsu X19. Harwarder with quick hitch. 40 s.
- Nr 912 Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. & Manner, J. 2016. Prestation och kostnader för drivaren Komatsu X19 och tvåmaskinsystem med Komatsu 941 och 895 i grov slutavverkning – Performance and costs for the Komatsu X19 harwarder compared to Komatsu 941/895 harvester/forwarder in heavy-timber final felling. 38 s.
- Nr 913 Jönsson, P., Andersson, M., Hannrup, P., Henriksen, F. & Högdahl, A. 2016. Avverkningskapacitet för sågkedjor – en jämförande studie. – Cutting capacity of saw chains – a comparative study. 38 s.
- Nr 914 Skutin, S.G. & Bergqvist, M. 2016. Slutrapport – Rapport Bergtäkt. – Potentialer till kortare ledtider i miljöprövningen. – Final report of the 'Rock Quarry' project. Potential to shorten lead times in environmental assessment. 44 s.
- Nr 915 Ottosson, P., Andersson, D. & Fridh, L. 2016. Radarteknik för fukthaltsmätning – en förstudie. – Radar technology for measuring moisture content – a preliminary study. 23 s.
- Nr 916 Manner, J., Björheden, R., Jonsson, R., Jönsson, P. & Lundström, H. 2016. Prestation och drivningskostnad för drivarprototypen Komatsu X19 jämfört med ett konventionellt tvåmaskinsystem. – Productivity and logging costs of the harwarder prototype Komatsu X19 and a conventional CTL system. 27 s.
- Nr 917 Bergqvist, M., Björheden, R. & Eliasson, L. 2016. Kompakteringseffekter på skogsbilvägar. – Effect of compaction on forest roads. 24 s.
- Nr 918 Jönsson, P., Andersson, M., Hannrup, B., Henriksen, F. & Högdahl, A. 2016. Cutting capacity of saw chains – a comparative study. – Avverkningskapacitet för sågkedjor – en jämförande studie. Ss. 38.
- Nr 919 Asmoarp, V., Bergqvist, M., Frisk, M., Flisberg, Patrik & Rönnqvist Mikael. VägRust på SCA. En analys av vägupprustningsbehov på SCA Skog AB:s tre sydliga förvaltningar. – Decreased cost of logistics with RoadOpt. An analysis of road upgrading needs on three southern holdings at SCA Skog AB. 35 s.

År 2017

- Nr 920 Bergqvist, M., Bradley, A., Björheden, R. & Eliasson, L. 2017. Validering av STP (Surfacing Thickness Program) för svenska förhållanden – Validation of the Surfacing Thickness Program (STP) in Swedish conditions. 40 s.
- Nr 921 Eriksson, B. & Sääf, M. 2017. Branschanalys-Ekonomiska prestationer i entreprenadskogsbruket. – Sector analysis: economic performance in contractor forestry. 31 s.
- Nr 922 Söderberg, J., Willén, E. & Bohlin, J. 2017. Gallringspunkter från fjärranalys. – Identification of thinning needs using remote sensing. 14 s.
- Nr 923 Mohtashami, S. & Willén, E. 2017. Kartering av fornminnen i skogen med fjärranalys. – Identifying cultural heritage sites in forest with remote sensing. 32 s.
- Nr 924 Mörk, A., Englund, M. och Brunberg, T. 2017. Utvärdering av sortimentsgripen i simulator.
- Nr 925 Mc Carthy, R., Johansson, F. & Bergkvist, I. 2017. Högläggning med tre- och fyra-uddigt rivhjul. – Mounding with three- and four-pointed mattock wheels 15 s.
- Nr 926 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wallgren, M., Weslien, J. & Wilhelmsson, L. 2017. Hyggesfritt skogsbruk på landskapsnivå.– Continuous-cover silviculture at land scape level. 59 s.
- Nr 927 Asmoarp, V. Davidsson, A., Flisberg, P. & Palmér Carl Henrik. 2017. Skogsbrukets möjlighet att utnyttja föreslagna BK4-vägar för 74-tonsfordon.
- Nr 928 Friberg, G. , Berlin, B., Johannesson, T. & Eliasson, L. 2017. Lutnignsindex – beslutsstöd vid markberedning. – Slope index – decision support tool for scarification. 24 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Fyra forskningsområden:

- Driftsystem
- Förädling
- Skogsskötsel
- Värdekedjor

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 928–2017



www.skogforsk.se