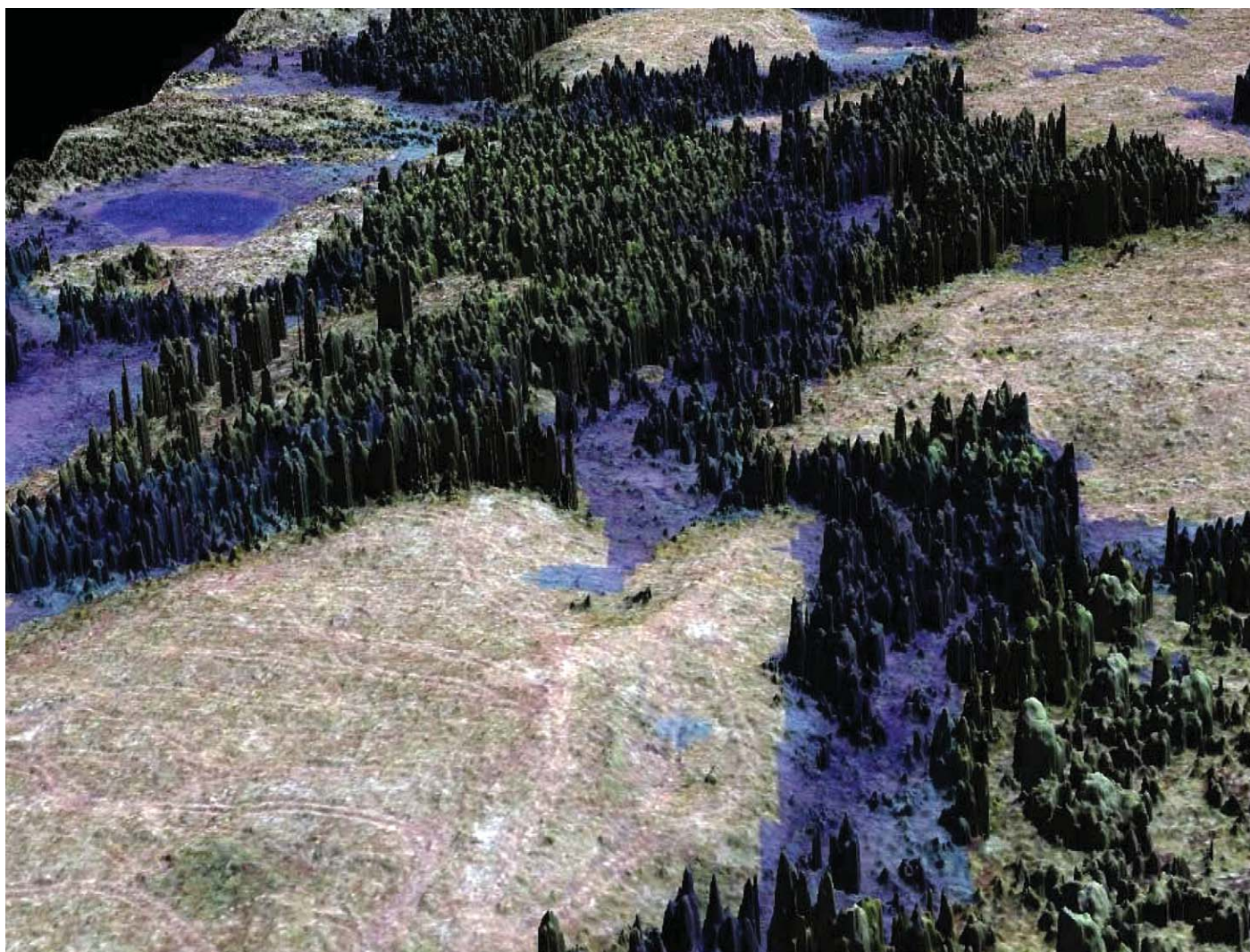




Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 904-2016

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

Gustav Friberg och Isabelle Bergkvist

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 904-2016

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

Titel:

Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körsador i skogsbruket.

How operational procedures and depth-to-water maps can reduce damage on soil and water and rutting in the Swedish forestry

Bildtext:

Digital 3D-modell över en trakt i studien med flygbild och markfuktighetskarta. Framtagen med drönare.

Fotograf: Gustav Friberg,

Ämnesord:

Körskada, Markfuktighetskarta, Skonsam drivning, Digital terrängmodell.

Ground damage, depth-to-water map, DTW, reduced impact logging, digital terrain model.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

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



Isabelle Bergkvist, jägmästare.

Programchef för Skötsel och Miljöprogrammet.



Gustav Friberg, jägmästare. Projektledare

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

Abstract

The problem of damage on soil and water and rutting in Swedish forestry has attracted increasing interest in the past decade. The forestry sector has taken measures to reduce the damage to soil and water in the forestry landscape. New digital material such as depth-to-water (DTW) maps and digital terrain models have been incorporated in everyday operations. Procedures to reduce damage have also been introduced; for example, machine operators now use operational paths within the stands in different ways.

This study was carried out in 2014 and 2015, and involved a survey of machine tracks and operational paths in 35 felled stands throughout Sweden. A total of 10,205 machine tracks and 308 km operational paths in the stands were surveyed, and results showed that the serious soil and water damage that occurred comprised 0.07% of the total area. In addition to the surveys, interviews were held with 22 machine operators and forest professionals, representing eight forestry players. The interviews showed that the DTW maps were appreciated, but that there was development potential to improve their accuracy.

Although the proportion of serious soil and water damage by area is relatively low, this is something that must be completely eliminated from forestry, so the issue must remain in focus. Protection of the ground by placing tops and branches on the operational paths, particularly on the sites where it is actually needed, can be improved.

Förord

Vi vill tacka samtliga maskinförare, entreprenörer och tjänstemän som har ställt upp med sin tid för att dela med sig av sina kunskaper och erfarenheter om avverkningsarbete, med och utan markfuktighetskarta. Ett tack till alla kollegor som hjälpt till med värdefulla inspel och kommentarer under studiens gång. Ett speciellt tack till Eva Ring som bidragit med viktiga inspel under granskning och resultatskrivande. Anton Hammarström (Greensway) och Lina Larsson (skogsmästarstudent) ska ha eloge för ett väl utfört fältarbete vid inventeringarna.

Studien blev möjlig med medel från skogsbrukets strategiska satsning för skonsamhet och effektivitet.

Uppsala 2016-05-18

Gustav Friberg och Isabelle Bergkvist

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Spårbildning på skogsmark.....	4
STIG-projektet.....	4
utvärdering av DTW-index/markfuktighetskartor	5
Mål.....	5
Material och metoder.....	5
Aktörer	6
Urval av maskinförare	6
Jämförelse med tidigare studie.....	7
Markfuktighetskartor.....	7
Inventering av körspår	7
Inventering av körvägar	9
Inventering av överfarter	10
Intervjuer	11
Resultat	11
inventering av spår alternativt förekomst av spår.....	11
Spår intill överfarter, vatten samt hänsyn.....	16
Allvarliga körskador.....	17
Intervjuer.....	20
Diskussion	23
Urval av Maskinförare.....	23
Användande av markfuktighetskartor	23
Användande av Skydd i körvägar	24
Spår intill hänsyn, vatten och överfarter.....	24
Allvarliga och mindre allvarliga körskador.....	25
Intervjuer.....	26
Slutsatser.....	27
Referenser.....	28

Sammanfattning

Körskadeproblematiken i det svenska skogsbruket har under det senaste decenniet varit i fokus. Skogsbruket har vidtagit åtgärder för att minska påverkan på mark och vatten i skogslandskapet. Nya digitala kartmaterial som markfuktighetskarta och digitala terrängmodeller har införts i det dagliga arbetet. Arbetssätt för att minska påverkan på mark och vatten har också införts, där maskinförarna bland annat använder körvägarna på avverknings-trakten på olika sätt.

Studien utfördes under 2014 och 2015 och innefattar inventerade körspår och körvägar från 35 avverkade trakter, spridda över hela Sverige och med åtta olika skogsbruksaktörer. Totalt inventerades 10 205 körspår och 308 kilometer körväg på trakterna. Det visade sig att de allvarliga körskadorna som uppkommit utgör 0,06 procent av den totalt påverkade ytan. Utöver inventeringarna på trakterna intervjuades även maskinförare och tjänstemän som deltagit i studien, totalt 22 personer. Av studien framgick att markfuktighetskartorna var uppskattade hjälpmedel men att det finns en utvecklingspotential för att få dem mer exakta.

Även om det är en relativt låg andel allvarliga körskador är detta något som måste elimineras helt från skogsbruket. Därför finns det anledning att fortfarande ha fokus på frågan. Att använda markskydd i form av ris på körvägarna kan göras i större utsträckning och risets placering, att det hamnar på stället där det faktiskt behövs kan förbättras.

Bakgrund

Det svenska skogsbruket har sedan 1960-talet drivit mekaniseringen av olika skogsbruksåtgärder med syfte att rationalisera och effektivisera råvaruförsörjningen till sågverks- och pappersindustrin. Detta har föranlett att dagens skogsmaskiner arbetar effektivt och frambringar stora råvaruvolymer kostnadseffektivt och konkurrensmässigt. För att skogsmaskinerna skall klara av detta krävs det en robust konstruktion som klarar av att hantera de stora virkesvolymer, vilket leder till tunga maskiner som lätt kan orsaka skador på skogsmark (Eliasson & Wästerlund, 2007; Kozlowski, 1999).

Dagens förutsättningar för att bedriva skogsbruk skiljer sig också från förr med tanke på den förändring av klimatet som förutses. Varmare klimat och korta perioder med tjälförhållanden i skogsmarken, är en framtida utmaning för skogsbruket, avseende bland annat transporter på skogsmark. I dag går det inte att räkna med, att marken i stora delar av Sverige, blir tjälad varje vinter. För skogsbruket betyder detta att tunga maskiner riskerar att orsaka fler och mer omfattande skador på skogsmarken.

SPÅRBILDNING PÅ SKOGSMARK

Hur stor tyngd skogsmark kan bära innan spårbildning uppkommer, påverkas av en rad faktorer som på ett komplext sätt påverkar varandra såsom jordart, markens vattenhalt, antal överfarter o.s.v. (Cambi et al., 2015). Det är även allmänt känt i skogsbruket att ju fuktigare mark, desto sämre bärighet för terrängkörning med skogsmaskiner. Denna kunskap har funnits under den tiden som avverkningsarbetet utförts på skogsmark, både innan och efter mekaniseringen av skogsarbetet. Att minska belastningen på mindre bärig mark är viktigt, då den i många fall är direkt ansluten till vatten. Berg (2011) beskriver fem huvudtyper av körsador varav samtliga har en direkt koppling till vatten i skogslandskapet. Spår i anslutning till vattendrag och sjöar kan leda till ökad tillförsel av sediment, näringsämnen och tungmetaller (Munthe & Hultberg, 2004). Det är därför mycket viktigt att undvika markskador i och intill vattenflöden. Att lägga ris i körvägar är en effektiv åtgärd för att undvika spårbildning (Ring, 2013).

STIG-PROJEKTET

Problemet med att skogsbruket orsakar körsador har under det senaste decenniet varit i fokus. Projektet ”Skoglig terrängplanering i GIS” (STIG-projektet), är ett resultat av detta och initierades år 2010 vid Skogforsk för att ge en bild av hur läget kring körsador i skogsbruket ser ut och framför allt, hur problemet kan åtgärdas.

De initiala frågeställningarna var hur ett förändrat arbetssätt med nya metoder och rutiner kan minska körsadorna. Genom att arbeta strukturerat och på ett enhetligt sätt, antogs körsadorna bli färre och mindre omfattande. Initialt i projektet nyttjades också en digital terrängmodell (DTM) skapad från en höjddatamodell som lantmäteriet på uppdrag av regeringen tagit fram (Lantmäteriet, 2015).

Ur denna DTM extraherades GIS-skikt som beskrev markens lutning, lutningens riktning och topografi där höjddata antogs bärigare än lägre belägna områden. Utöver DTM-data användes även jordartskartor. Med hjälp av skiktet konstruerades kostnadsindexytor i GIS-program, på vilka bästa vägval för basvägar och basstråk utifrån nämnda förutsättningar i terrängen och kortast väg till avlägg kunde beräknas. Tanken var att de förslagna vägdragningarna skulle nyttjas som beslutsstöd under avverkningsarbetet på trakterna. Mohtashami (2011) konstaterade att information i kartunderlaget, om vart bäriga områden i trakten fanns, samt att automatiserade vägdragningar skulle ge möjlighet till att förbättra skördarförarnas trakttdirektiv och på så sätt bidra till färre körsador.

Nästa steg i STIG-projektet var att utvärdera ett så kallat DTW-index (Depth to water index) (White et al., 2012) som visar hur topografin påverkar avrinning och även var marken potentiellt är fuktig. White et al. (2012), konstaterar att det finns en potential till att använda detta index för att förbättra skogsbruksåtgärder och därmed förhindra att skador sker på mark och vatten. Ett samarbete med kanadensiska forskare som arbetade med indexet upprättades och en utvärdering av detta DTW-index för den svenska skogsmarkens förhållanden gjordes (Bergkvist m.fl., 2014). Utvärderingen indikerade att indexet kunde vara till stor hjälp för drivningsplanering och för det praktiska

drivningsarbetet. Mer än 60 procent av samtliga inventerade körspår hamnade i de av DTW-indexet markerade fuktiga och blöta områden (Bergkvist m.fl., 2014). Om dessa områden kan undvikas vid avverkningsarbetet, bidrar det också till att skador på mark och vatten i samband med drivning blir mindre, vilket blev upptakten till denna studie.

UTVÄRDERING AV DTW-INDEX/MARKFUKTIGHETSKARTOR

White et al. (2012) menar att vid framtagandet av ett DTW-index, måste man ta hänsyn till olika lokala förhållanden, då dessa varierar mycket över landskapet, vilket öppnar upp för ett brett användande. Ågren et al. (2015), konstaterar att DTW-indexet inte kan förutsäga var körskador kan uppkomma på en avverkningsstrakt. Däremot pekar indexet ut områden som är känsliga för körskador, vilket kan vägas in och tas hänsyn till vid avverkningsarbetet. Wikström (2015) visar på en signifikant skillnad i bärrighet mellan fuktig och torr mark utmärkt av en markfuktighetskarta. Wikström (2015), fortsätter också med samma resonemang som Ågren et al. (2015), då han föreslår en fortsatt studie som undersöker hur körskador kan korreleras till markfuktighetskarter. I sin studie konstaterar Wikström att det går att påvisa statistiskt signifikanta skillnader i bärrighet mellan olika fuktklasser i en markfuktighetskarta. Bergkvist m.fl. (2014), visade att DTW-indexet till 68 procent, gav samma värde som bedömd fuktighet vid fältinventering. I 25 procent av fallen angav DTW-indexet blötare förhållanden än vad som bedömts i fält och i sju procent av fallen angav indexet torrare förhållanden. Friberg (2014) beskriver en arbetsgång som kan tillämpas för att ta fram en markfuktighetskarta vid svenska förhållanden.

Mål

- Utvärdera hur användning av markfuktighetskartan påverkar spårbildning vid avverkningsarbete.
- Undersöka i vilka typer av områden på en trakt som spår uppstår vid avverkningsarbete.
- Sammanställa och analysera erfarenheter från maskinförare och tjänstemän som använt markfuktighetskarter.

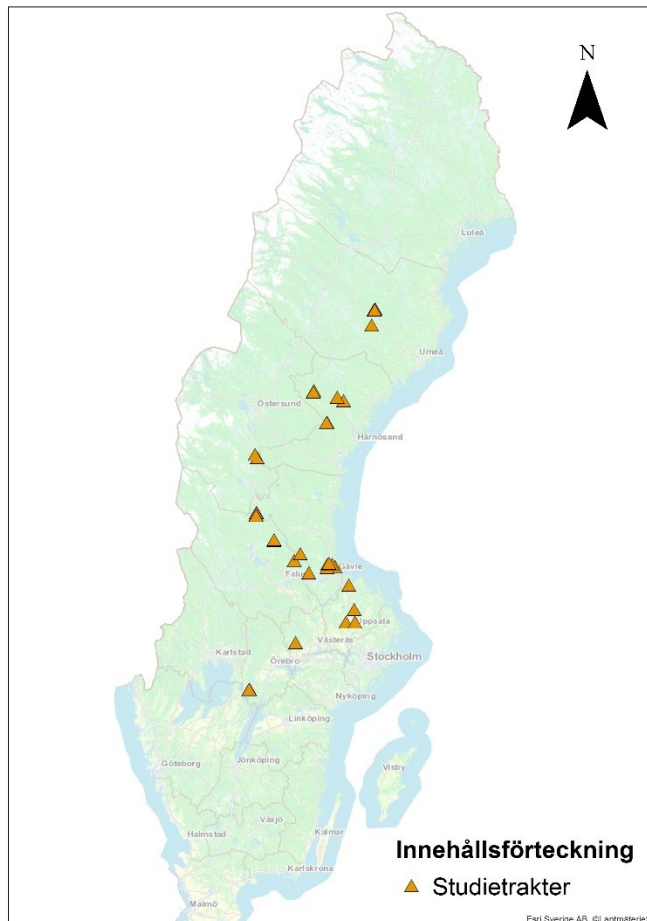
Material och metoder

År 2014 startades denna studie som ett delprojekt inom STIG-projektet. Syfte var att ta fram skonsamma och effektiva metoder för planering och genomförande av skogsbruksåtgärder, så att påverkan på mark och vatten vid drivning minimeras. STIG-projektet syftar också till att bistå vid implementering av markfuktighetskarter i det svenska skogsbruket.

Syftet med detta delprojekt var att utvärdera, hur användandet av markfuktighetskarter i det operativa drivningsarbetet påverkar terrängkörningen samt uppkomsten av körspår. Utvärderingen bestod dels av en inventering av trakter som avverkades med tillgång till markfuktighetskarter, dels av intervjuer med de deltagande maskinförare och tjänstemän om deras erfarenheter av och tankar om att använda markfuktighetskarter.

AKTÖRER

Samtliga större svenska skogsbruksföretag inbjöds att delta i studien. Totalt åtta stycken företag tackade ja till denna inbjudan. Totalt avverkades 35 trakter. På trakterna inventerades körvägar (utom på en trakt), körspår samt överfarter. Den sammanlagda inventerade traktarean var 445,57 hektar och avverkningarna utfördes mellan augusti 2014 och juni 2015. Figur 1 visar trakternas placering i Sverige.



Figur 1.
Lokalisering av de 35 inventerade trakterna i Sverige.

Urval av maskinförare

Varje företag fick själv utse de maskinförare som ansågs lämpliga att delta i studien, eftersom organisationsstrukturerna skilde sig mellan företagen. Därför var några maskinförare entreprenörer som arbetade för företagen, medan några var anställda av företagen och ingick i företagets egna maskinlag. Ett grundkriterium var att maskindator med GPS-stöd och GIS-program fanns i skogsmaskinerna. Tjänstemännen som deltog i intervjuerna var de kontaktpersonerna som utsetts av varje företag i studien.

JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIE

År 2012–2013 genomfördes en liknande studie, med 36 trakter spridda över fem regioner i Sverige (Bergkvist m.fl., 2014). I den studien fanns kartunderlagen (terräng- och markfuktighetsmodeller) under avverkningsarbetet som pappersutskrifter men inte i maskindatorerna.

MARKFUKTIGHETSKARTOR

Flera olika typer av markfuktighetskartor användes i denna studie.

- DTW-index efter en modell från University of New Brunswick (White et al., 2012).
- WAM-karta framtagen av företaget Cowi.
- Markfuktighetskarta framtagen av företaget Foran.

DTW-indexet användes vid utvärdering av körskadeinventeringen av två anledningar:

- Modellen har använts i tidigare studier vid Skogforsk och möjlighet till jämförelse med dessa möjliggjordes.
- DTW-indexet var den av markfuktighetskartorna som vid projektuppstart var möjlig att skapa för samtliga studietrakter.

I DTW-indexet extraherades fuktig och blöt mark fram med kriteriet att vattenflödet skulle komma från minst ett hektar. När flödet hade uppnått bildades flödeskanaler, där vattnet tar sig fram vidare i flödesriktningen. Runt om dessa flödeskanaler, beräknades utbredningen av det fuktiga och blöta området, vilket innefattade all mark inom en meters höjdskillnad i topografin från flödeskanalerna.

INVENTERING AV KÖRSPÅR

Ett körspår definierades som ett hjulspår med blottad mineraljord efter en skogsmaskin. Körspåret skulle vara minst en decimeter djupt eller djupare och en meter långt eller längre. På torvmark uteslöts kriteriet med mineraljord.

För att göra inventeringen effektiv, uppskattades körspårens längd och djup visuellt. Kontrollmätning gjordes av inventeraren varje halvtimme med måttband för att minska risken för systematiska fel i inventeringen orsakade av inventerarens uppskattningar.

Data som registrerades för varje punkt:

- **Vägtyp** – avläggsväg, basstråk eller körstråk (se kapitel ”Inventering av körvägarna”, s. 9).
- **Marktyp** – berg, morän, sandig-moig morän, sand, lera, torv och mjäla.
- **Markfuktighetsklass** – torr, frisk, frisk-fuktig, fuktig, blöt mark (Hägglund & Lundmark, 2007).

Använt markskydd – inget skydd, ris, kavelstockar (d.v.s. på tvären utlagt virke som bildar en bro/matta för maskinen att ta sig fram på), kavelstockar plus ris, risat – ej i skada (d.v.s. då ris är utlagt över körvägen som helhet för att skydda marken, men just där spåret uppkommit har det saknats skyddande ris till brobygge). Mängden skydd har inte bedömts, antingen användes skydd eller inte. Vid fall där det var uppenbart att skyddet ditlagts efter skadans uppkomst registrerades att inget markskydd använts och en kommentar noterades i fältet ”Övrigt”.

- **Anslutning till hänsyn** – noterades om spår uppkommit inom 10 meters distans från hänsynsyta.
- **Anslutning till vatten** – noterades om spår uppkommit inom 10 meters distans från vatten.
- **Klassificering av allvarliga och mindre allvarliga körskador** – enligt ”Branschgemensam policy för körskador på skogsmark” (benämns herefter ”branschgemensam policy”) (Skogsindustrierna, 2011). Åtta klasser för allvarliga körskador och två klasser för mindre allvarliga körskador.
- **Längd- och djupklass** – Längd registrerades i fyra klasser: 1–5 meter, 5–10 meter, 10–20 meter samt >20 meter. Längden mättes för den delen av spåret som höll ett djup om 10 centimeter eller djupare. Djup mättes i tre klasser: 10–20 centimeter, 20–50 centimeter, >50 centimeter. Djupet mättes från omgivande mark till botten av spårets djupaste del. I de fall ett körspår framträdde som en yta snarare än som ett enskilt körspår registrerades detta separat. En area mättes upp och noterades i stället för längd och bredd. I resultatet finns inte dessa ytor med i dataunderlaget för körspårens längd och djup, men de finns med i dataunderlaget gällande körspårens area.
- **Övrig kommentar** – Vid avvikande iakttagelse.

I resultatet omklassificerades de sex kategorierna för markskydd till två nya klasser:

Skyddad spårarea som innefattar:

- Ris.
- Stockar.
- Stockar och Ris.
- Brobygge.

Samt oskyddad spårarea:

- Inget markskydd.
- Risat – ej i skada.

Anledningen var att göra en tydligare jämförelse med en annan datamängd.

Inventering av körvägar

Samtliga körvägar som använts av maskinerna under avverkningsarbetet på trakterna registrerades. Körvägarnas position registrerades, genom att inventeraren GPS-registrerade linjer löpande, då denne gick längs körvägarna. Körvägarna klassificerades i tre klasser: avläggsväg, basstråk och körstråk. Dessutom registrerades förekomst av ris i körvägen, d.v.s. ris som aktivt lagts dit som skydd, så att andelen risad körväg kunde beräknas.

Avläggsväg

Den väg som löpte längs avlägget på trakten samt i de fall som bilväg ej tangerar trakten, även väg från traktkant till avlägget. Vägtypen hade högst belastning då allt det avverkade virket transporterades på denna vägtyp.

Basstråk

Frekvent använda vägar på trakten som fungerade ackumulerande av flera körvägar för vidaretransport av virket ut från trakten. Belastningen var medel till hög då en stor andel av virket transporterades på denna vägtyp.

Körstråk

De körvägar som inte trafikerades mer än en eller ett fåtal gånger. Dessa förgrenade sig över trakten ut mot kanterna, ofta anslutna till ett basstråk. Belastningen var relativt låg då endast virket liggande längs denna vägtyp transporterades här.

Inventering av överfarter

Vid eventuell förekomst av överfart inventerades tre data in för den registrerade GPS-punkten:

- Överfart, över – dike, naturlig bäck, fuktig/blöt mark, annan hänsyn.
- Vattenförande, fuktigt/blött året runt – ja, nej, säsongsvis.
- Beskrivning av överfart – Generell beskrivning av hur överfarten konstruerats med ord.

Annan överfart

- Överfart över något som inte kan klassas enligt föregående (Överfart, över).

Beräkning av spårarea

Vid beräkning av körspårens area, antogs körspårens längd vara mittvärdet i den längdklass som körspåret tilldelats vid inventeringen. Som exempel antogs ett körspår i längdklass 1–5 meter vara 3,5 meter långt.

Körvägarnas respektive körspårens area beräknades enligt Ekvation 1 och i (Figur 2).

Ekvation 1:

$$A = 2 (L \times B).$$

A = Körvägens eller körspårets area per trakt.

L = Körvägens eller körspårets längd per trakt.

B = Bredden på ett spår efter ett maskinhjul (antogs genomgående vara en meter).



Figur 2.
Illustrering av hur körspårens area mättes.

Körvägs- respektive körspårarean multiplicerades med två, då varje körväg består av två hjulspår. Sedan sammanställdes respektive area per trakt för att användas under analyserna.

Intervjuer

Intervjuerna gjordes ostrukturerade och i grupp i stället för strukturerade och enskilda (Denscombe, 2009). I en ostrukturerad intervju, presenterar intervjuaren ett ämne som respondenten sedan får tala fritt om (Denscombe, 2009). Genom att intervjuaren inte ställer direkta frågor samt ingriper i så liten omfattning som möjligt, antas respondentens tankar komma fram relativt opåverkat av intervjuaren.

Tjugotvå stycken personer deltog i intervjuerna som varade i genomsnitt 45 minuter. De intervjuade personerna utgjordes av:

- 13 entreprenörer.
- Tre anställda maskinförare.
- Sex tjänstemän som arbetade som beställare gentemot maskinförarna.

Intervjuerna utfördes i sex fall som gruppintervju. En av intervjuerna utfördes av den medåkande maskinföraren i dennes maskin under två timmars tid.

Grupperna i de fall där gruppintervju utfördes var sammansatt på olika sätt avseende yrkesroll p.g.a. att de deltagande företagen hade olika struktur.

I tre av de sex gruppintervjuerna deltog tjänstemän. I de resterande tre intervjuerna var de intervjuade entreprenörer eller anställda maskinförare.

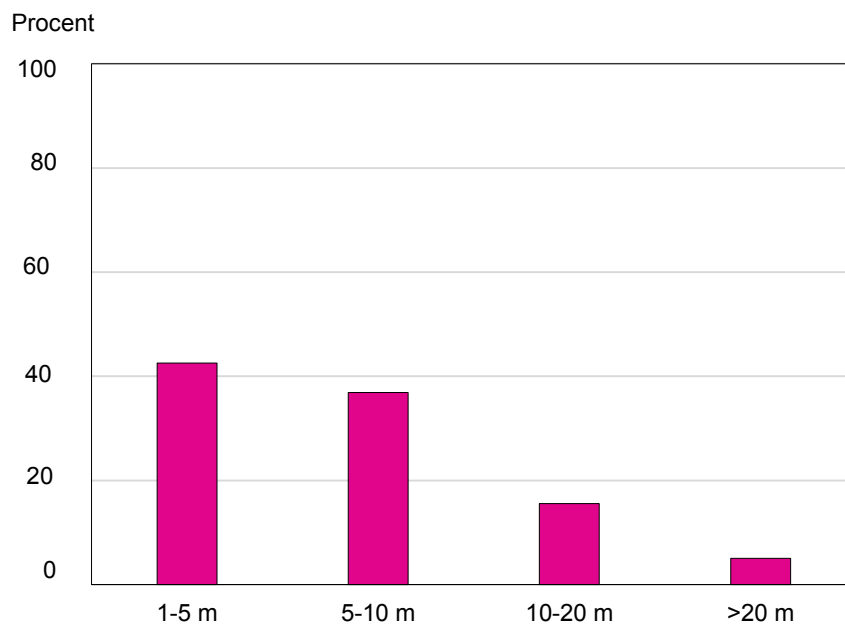
Resultat

INVENTERING AV SPÅR ALTERNATIVT FÖREKOMST AV SPÅR

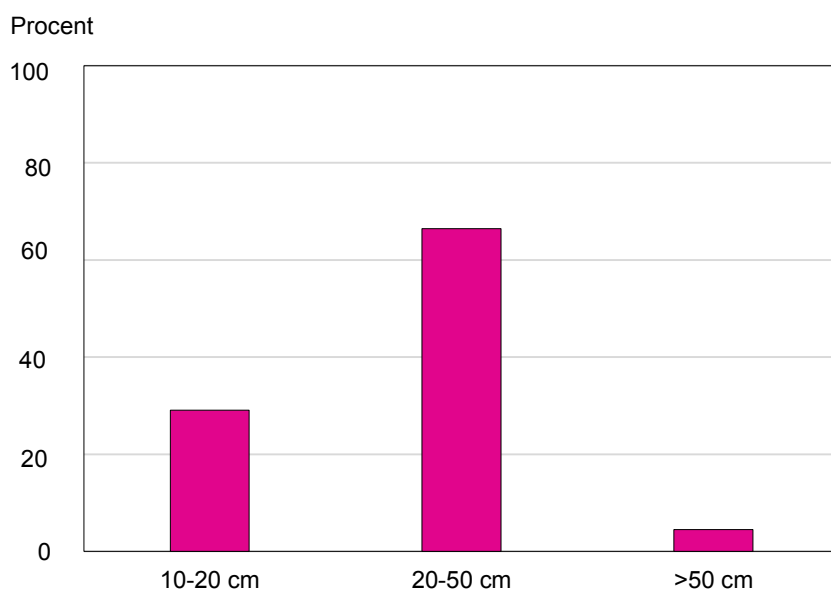
Totalt inventerades 6 322 punkter med spår på 308 kilometer körväg. Det totala antalet spår som registrerades i materialet var 10 205. Ytterligare 24 spår registrerades som spårade ytor. Åttio procent av spåren var 1–10 meter långa och 43 procent var 1–5 meter. De längsta spåren (>20 meter) utgjorde fem procent av samtliga körspår (Figur 3).

Av det totala antalet spår återfanns 66 procent av spåren i djupklassen 20–50 centimeter (Figur 4). Spår djupare än 50 centimeter utgjorde fyra procent.

Långa (>20 meter) respektive djupa (>50 centimeter) spår var minst vanliga på de inventerade trakterna.



Figur 3.
Andelen körspår per längdklass.

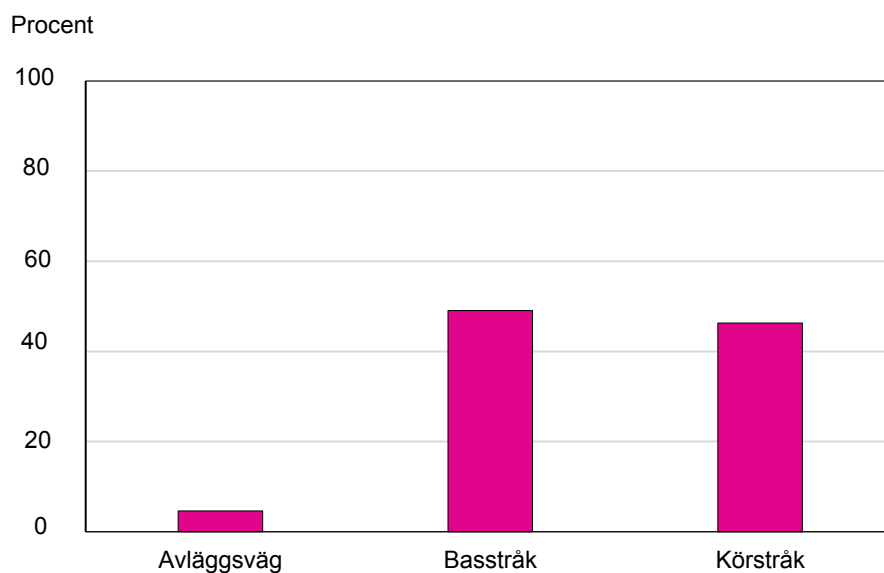


Figur 4.
Andelen körspår per djupklass.

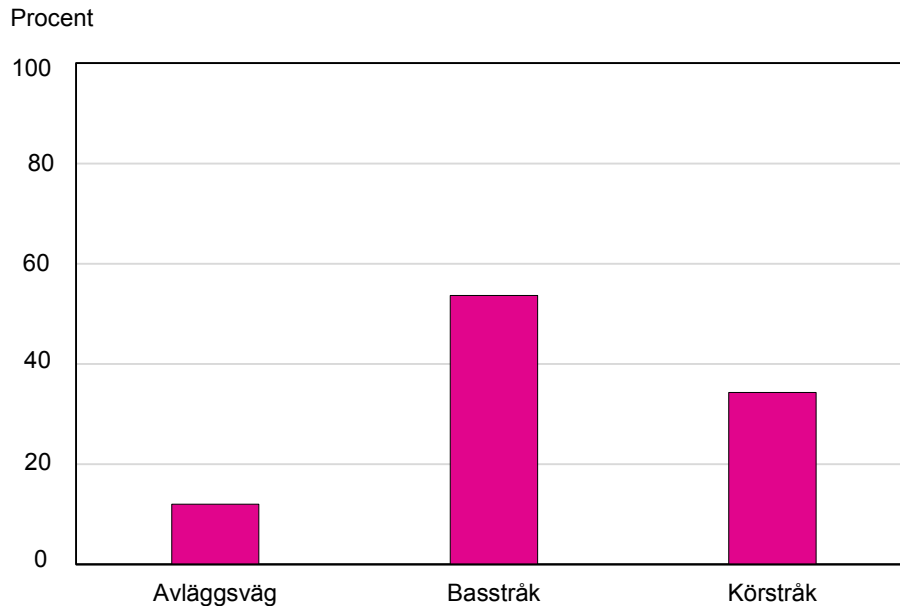
Fyrtiosex procent av körvägarnas längd var körstråk och 49 procent var basstråk (Figur 5). Avläggsvägar upptog således en liten del av länden med fyra procent.

Dock hade inte körspårarean samma relativa fördelning mellan vägtyperna. (Figur 6) visar att 54 procent av körspårarean uppkommer på basstråken. 34 procent av körspårarean uppkommer på körstråk.

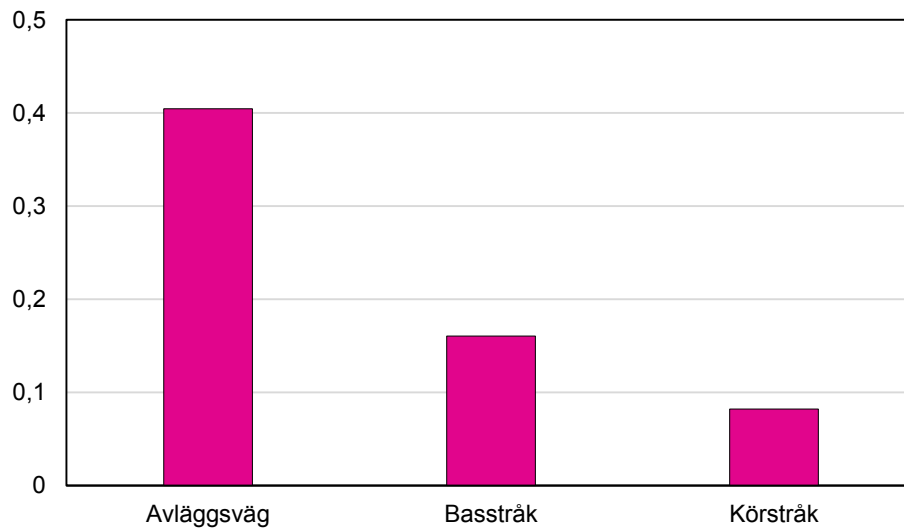
På basstråk och körstråk uppkom en större andel av körspårarean. Dock uppkom det på avläggsvägar mer än dubbelt så stor körspårarea per meter körväg jämfört med basstråk och mer än fyra gånger så stor körspårarea per meter körväg jämfört med körstråk (Figur 7).



Figur 5.
Körvägarnas längd fördelad på vägtyper.



Figur 6.
Andel körspårarea av den totala körspårarea uppdelad i respektive vägtyp.

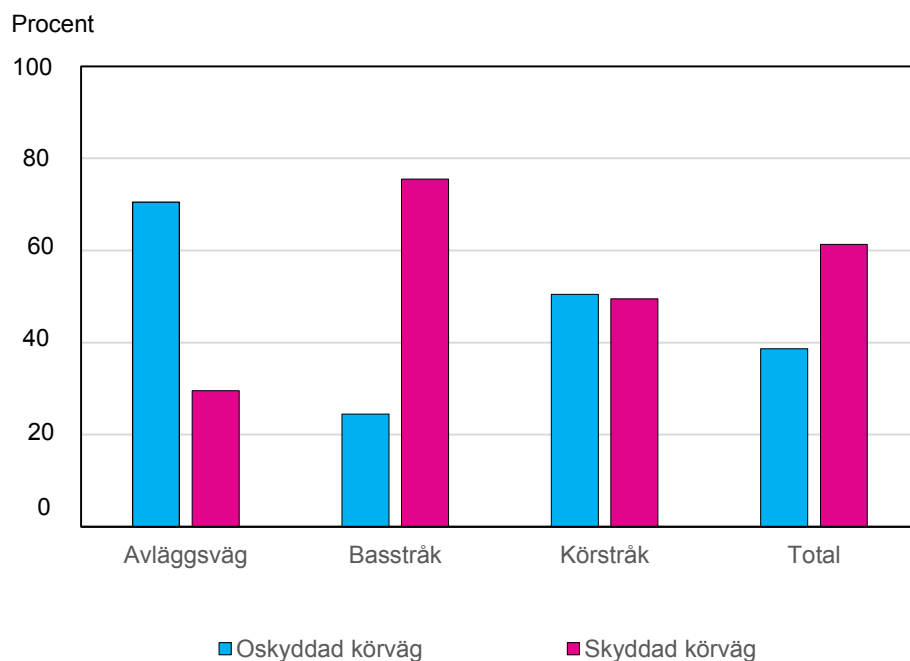


Figur 7.
Spårad yta per meter körväg för de olika vägtyperna.

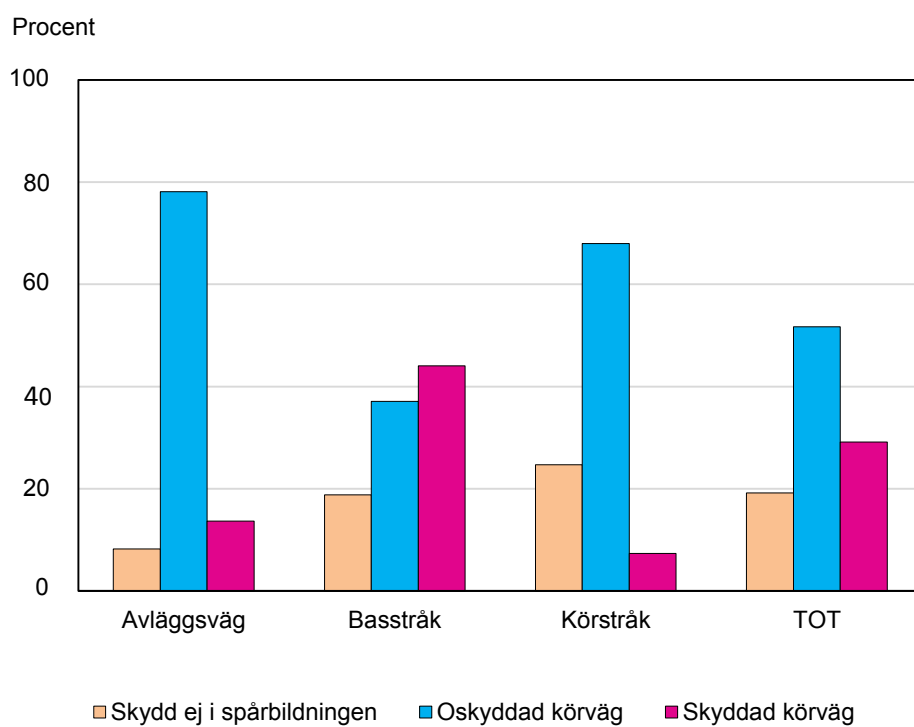
Vidare kan det utläsas i (Figur 8) att 76 procent av basstråkslängden var skyddad med ris medan andelen för de andra vägtyperna var betydligt lägre. För samtliga vägtyper sammanslaget var dock huvuddelen av körvägssträckan risad (61 procent). Mer än hälften av skadorna uppkom på orisad körväg. Nitton procent av skadorna registrerades på vägar som varit skyddade men där riset inte varit heltäckande (Figur 9).

Körstråken hade en jämn fördelning mellan skyddad och oskyddad körväg men 68 procent av spåren har uppkommit på oskyddad körväg. Avläggsvägarna var relativt lika gällande andelen oskyddad körväg och spår uppkomna på oskyddad körväg. Däremot var andel spår uppkomna på skyddad avläggsväg relativt låg jämfört med andelen risade avläggsvägar.

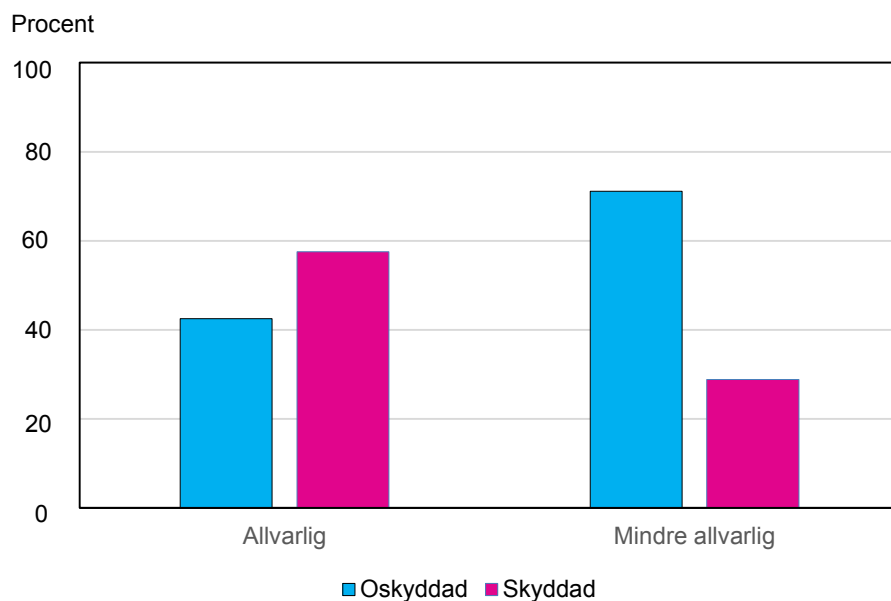
För allvarliga körskador hade 42 procent inte haft något skydd där de uppkom. Motsvarande siffra för mindre allvarlig körskada var 71 procent. Således var det mindre än hälften av de spår klassade allvarliga som inte hade skydd medan det för mindre allvarliga skador var mer än 70 procent som inte hade skydd (Figur 10).



Figur 8.
Andelen skyddad/oskyddad körväg inom varje väglagsslag samt totalen.



Figur 9.
Hur vägtyperna har skyddats eller inte skyddats där spår uppkommit.



Figur 10.
Skydd av skador klassad enligt branschgemensam policy.

SPÅR INTILL ÖVERFARTER, VATTEN SAMT HÄNSYN

Av de totala antalet körspår hade 15 procent uppkommit inom ett avstånd på tio meter från hänsyn, vatten eller överfart. 4,4 procent var lokaliserade inom 10 meter från vatten eller överfarter. Därmed utgjorde körspår intill hänsyn den största andelen med 10,6 procent (Tabell 1).

Tabell 1.
Skador belägna inom 10 meters avstånd från klasserna överfart, hänsynsyta och vatten.

	Överfart	Hänsynsyta	Vatten
Totalt antal spår för respektive klass	153	1 180	292
Andel körspår av samtliga körspår, % *)	1,5	10,6	2,9
Andel körspår som klassificeras som allvarlig körskada, % **)	1	2,5	11
Antal trakter med körspår	16	26	18
Antal spår per trakt *(medelvärde)	4,5	28,5	10

*) Totala antalet inventerade spår var 10 205 och totala antalet trakter 36 stycken.

**) Enligt branschgemensam policy.

ALLVARLIGA KÖRSKADOR

Körspårarean på sju procent av körvägarnas totala area klassificerades som mindre allvarliga körskador enligt den branschgemensamma policyn (Figur 10) och 0,06 procent av körspårarean som allvarliga körskador (Tabell 2).

De mindre allvarliga körskadorna tenderade att avta med ökande spårlängd (Figur 11). 36 procent av de mindre allvarliga körskadorna har längden 1–5 meter, medan 16 procent är >20 meter.

För de allvarliga skadorna har den högsta andelen, 31 procent längden 1–5 meter. Undantaget *Längdklass 1* tenderade skadegraden att öka med ökande spårlängd, från 5–10 meter, med 19 procent av körskadorna till körskador >20 meter, med andelen 27 procent.

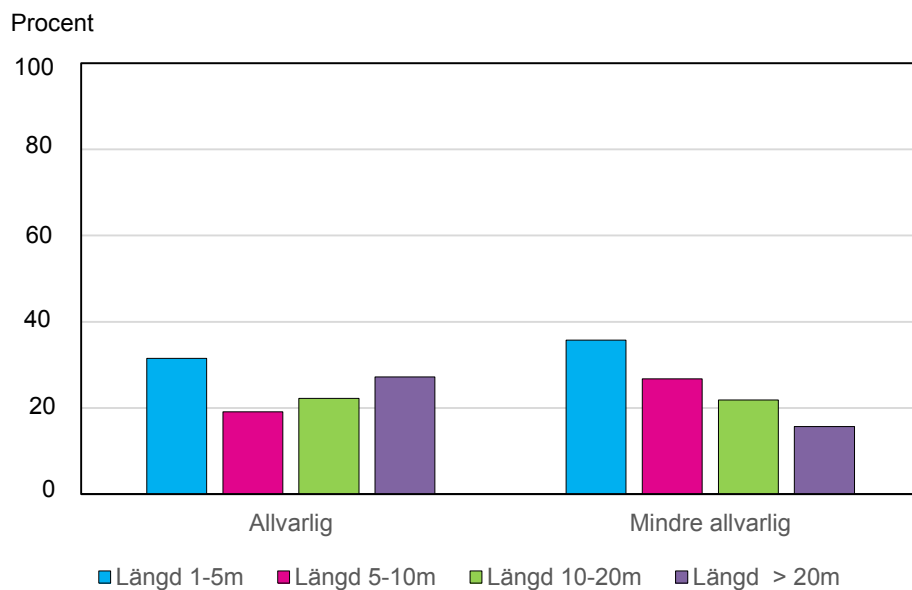
Som Figur 12 visar fördelar sig de allvarliga körskadorna över fuktiga och blöta marker vid fältinventering med 55 procent. De mindre allvarliga körskadorna däremot har 7 procent på fuktiga och blöta marker vid fältinventering. Om DTW-indexet i stället används som referens för fuktiga och blöta marker vilket visas i Figur 13 är 82 procent av de allvarliga körskadorna placerade i fuktiga och blöta marker och för de mindre allvarliga körskadorna är samma siffra 36 procent.

Basstråken hade den största andelen spårarea oavsett om spåren klassificerats som allvarliga eller mindre allvarliga körskador (Figur 14). De allvarliga skadorna hade en högre andel av den skadade ytan i avläggsvägarna jämfört med de mindre allvarliga.

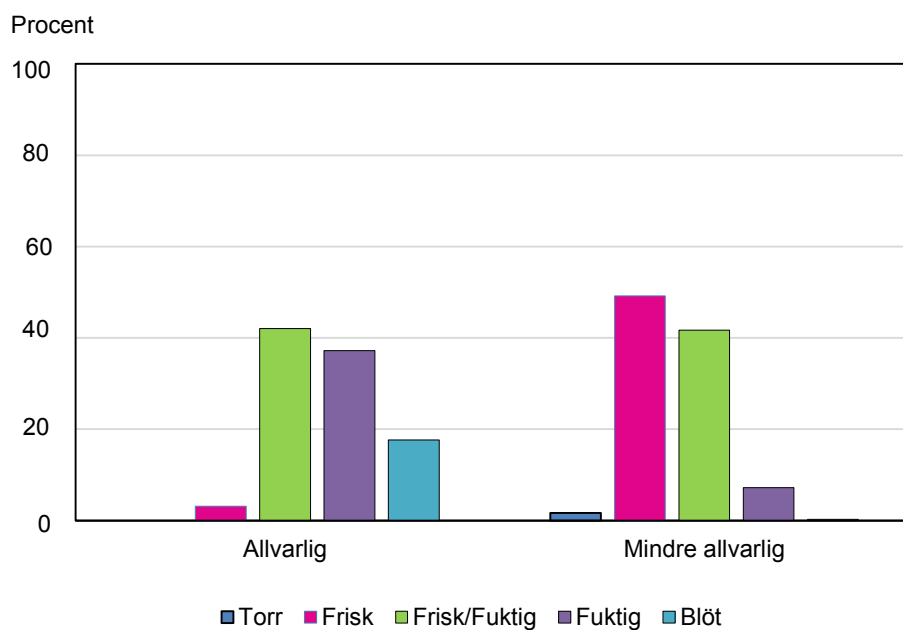
Tabell 2

Allvarliga och mindre allvarliga körskador på de inventerade trakterna enligt den branschgemensamma policyn

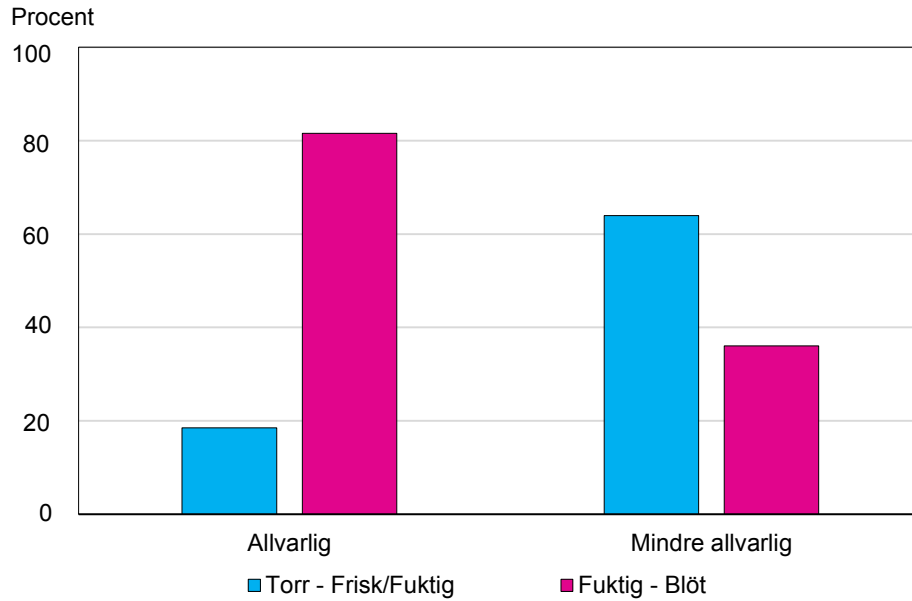
	Antal körskador	Antal skador per trakt	Antal skador per hektar	Andel skadad area av total körvägsarea, %
Allvarliga körskador	66	1,9	0,15	0,06
Mindre allvarliga körskador	10 138	289,7	22,75	7



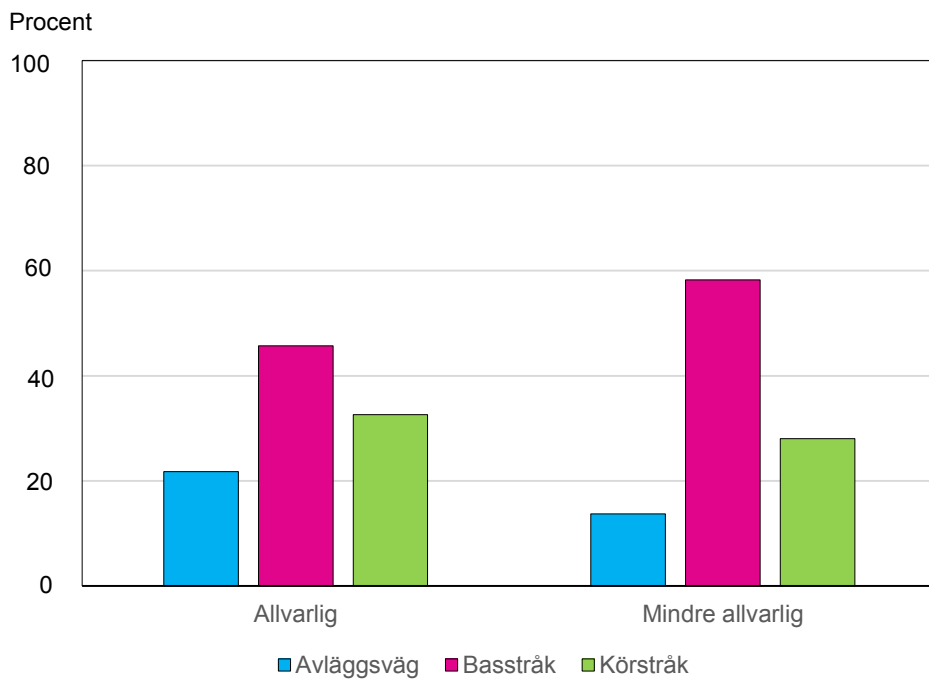
Figur 11.
Andel spårarea för allvarliga respektive mindre allvarliga körskador enligt branschgemensam policyn för olika längdsklasser.



Figur 12.
Visar hur den branschgemensamma policyns klassificering av körskador fördelar sig över inventerade markfuktighetsklasser.



Figur 13.
Fördelning av spåren över klassificering med den branschgemensamma policy och markfuktighet klassat med DTW-index.



Figur 14.
Fördelning av spårade arean med klassificering efter den branschgemensamma policyn över olika vägtyper från körvägsinventeringen.

Den aktuella studien redovisade fler spår än vad Bergkvist m.fl. (2014) gjorde. Däremot var antalet allvarliga skador 80 procent färre än i Bergkvists m.fl. (2014) studie, vilket också föranledde att antalet allvarliga körskador per trakt blev färre i den aktuella studien (Tabell 3). Samtidigt hade den aktuella studien längre körvägssträcka per hektar än Bergkvist m.fl. (2014).

Tabell 3.
Nyckeltal från Bergkvist m.fl. (2014) och den aktuella studien (2015).

	Bergkvist m.fl. (2014)	Studie 2015
Total inventerad areal, hektar	433	446
Antal områden/företag	5	8
Antal trakter	36	35/36
Körvägssträcka per hektar, m/ha	507	692
Körvägssträcka per virkesvolym, m/m ³	1,68	4,73
Andel risad körväg, %	41	61
Andel spårad area av körvägsarean, %	4	7
Antal allvarliga körskador enligt den branschgemensamma policyn	337	66
Totalt antal inmätta spår	3 400	10 205
Antal allvarliga skador per trakt	7,8	1,9
Andel allvarlig skadad area av körvägsarean, %	1,06	0,06

INTERVJUER

Vid sammanställningen av intervjumaterialet identifierade författaren tre kategorier som kunde appliceras på samtliga intervjuer och med vilka intervjustudiens resultat kunde struktureras upp:

- Förplanering av avverkningstrakten.
- Arbete med markfuktighetskartan/beslutsstöden.
- Metoder hos entreprenörerna.

Med dessa kategorier som utgångspunkt presenteras intervjurens resultaten.

Förplanering av avverkningstrakten

Entreprenörerna konstaterade att förplaneringen av trakten är mycket viktig och avgörande för hur drivningsarbetets resultat blir. Maskinförarna menade att markfuktighetskartan borde vara till stor hjälp, för tjänstemännen som beställer avverkningar för att ge ett bra kartunderlag till entreprenören inför avverkningen. Detta bekräftades också av tjänstemännen som intervjuades. Med markfuktighetskartan och den digitala terrängmodellen som stöd, kan lämpliga platser att placera basvägar på identifieras under förplaneringprocessen som ofta sker inomhus. Sedan går det att verifiera i fält huruvida placeringen är lämplig att använda eller inte. Detta arbetssätt praktiserades redan, dock inte på samtliga företag som deltog i studien. Hur planeringen utfördes hos de olika organisationerna skiljde sig nämligen åt. Arbetsmomenten i avverkningsplaneringen som beskrivs var inte lika mellan organisationerna. Vissa hade en resurs anställd för att utföra avverkningsplanering medan andra hade avverkningsplanering inkluderad som ett arbetsmoment hos samtliga anställda, eller en helt utlejd tjänst till entreprenörerna som utför avverkningen. Dock fanns fördelar med en tydlig förplanering innan fält, både ur ett skonsamhetsperspektiv och effektivitetsperspektiv menade maskinförare, entreprenörer och tjänstemän samstämmigt.

Arbetet med markfuktighetskartan/beslutsstöden

Deltagarna uttryckte både positiva kommentarer och likgiltiga kommentarer till markfuktighetskartorna. Dock förekom inga direkt negativa inställningar till markfuktighetskartan. De som inte ansåg sig ha användning av kartan menade inte att det var en dålig produkt, snarare att den passade bättre på andra ställen än i deras verksamhet geografiskt sett (där markförhållanden var annorlunda), eller i andra delar av organisationen där kartmaterialet kan användas för andra moment än just för avverkning.

Den digitala terrängmodellen ansågs svåravläst. Man menade att den inte gav någon uppfattning om höjdskillnadens omfattning i meter eller grad av lutning utan endast en indikation på att en höjdskillnad existerade. Höjdkurvor efterfrågades att placera ovanpå den digitala terrängmodellen. På det sättet menade maskinförarna och tjänstemännen att det skulle bli enklare läsa ut höjdskillnaden i terrängen.

Uttryck som ”markfuktighetskartan stämmer förvånansvärt bra” förekom frekvent under intervjuerna. Samtidigt som de intervjuade var försiktiga med att spekulera om, och hur mycket som kartorna faktiskt bidrar till att minska körskadorna. Det fanns en övertygelse om att markfuktighetskartorna minskar körskadorna. Kartmaterialet var använt för få gånger, menar maskinförarna och på för få trakter för att kunna bedöma, i vilken omfattning körskadorna kan minskas genom användandet av kartmaterialen.

Konkreta exempel där markfuktighetskartan ansågs göra stor nytta gavs:

- Fuktiga och potentiellt blöta områden kan upptäckas och körningen med skördare och skotare kan planeras runt om dessa områden för att undvika körskador.
- Passager över fuktig och blöt mark lämpliga att placera överfarter kunde urskiljas relativt enkelt med markfuktighetskartan.
- Högre belägna områden i terrängen där basvägar är lämpliga att placeras kan identifieras med den digitala terrängmodellen och markfuktighetskartan.

Markfuktighetskartorna visade inte alla fuktiga eller blöta partier. Ett citat löd ”den visar lika mycket som den inte visar”. Trots detta var det ett bra hjälpmedel menade de intervjuade. Man måste dock vara noggrann och verifiera i fält och väga in sin lokalkännedom innan man kan vara helt säker på de rådande förhållandena.

Deltagarna hade även noterat att markfuktighetskartorna inte alltid visade rätt. Det nämndes att markens textur påverkade hur rätt markfuktighetskartorna visade. En grovkornig jord dränerar vatten bra och därför indikerade markfuktighetskartorna blötare mark än verkligheten. Motsatt kunde en finkornig jord vara fuktigare eller blötare än vad kartan visade. Även vid myrar kunde den intilliggande marken ofta vara fuktigare än vad markfuktighetskartan indikerade.

Metodik och arbetssätt hos entreprenörerna

Av de intervjuade entreprenadbolagen använde tre bolag en utarbetad och etablerad arbetsmetod för skonsamt drivningsarbete. Dessa metoder hade mycket gemensamt och syftar till att entreprenörerna med sitt arbetssätt ska minska körskadorna och samtidigt jobba effektivt i drivningsarbetet.

Samtliga metoder specificerade att basstråken skulle placeras högt i terrängen och därmed hamna på behörigt avstånd från blöta och fuktiga områden. Likaså skulle dessa basstråk alltid risas. Andra vägar som fanns placerade i eller intill fuktiga och blöta områden skulle också beläggas med ris för att öka bärigheten.

Tre begrepp används frekvent i diskussionen om metodik: basstråk, spökslag och backstråk.

- **Basstråk**– En huvudväg på avverkningstrakten som maskinerna utgår från under avverkningsarbetet. Denna placeras på stabilt underlag med stor bärförmåga och leder centralt in på trakten så att access till en stor del av virkesförrådet kan fås via den.
- **Spökslag**– Körvägar i eller intill känsliga områden där endast skördaren tar sig fram. Skördaren arbetar på ett sådant sätt att gagnvirket hamnar åtkomligt för skotaren på intilliggande körväg, belägen längre från det känsliga området. Den känsliga marken blir således inte belastad med tunga skotarlass som riskerar att orsaka körskador.
- **Backstråk** – En körväg som leder in i eller intill känsliga områden. Skotaren backar sedan som namnet antyder, längs backstråket utan någon last på lastutrymmet. Väl i det känsliga området har skotaren rak körväg ut och lastar samtidigt med sig gagnvirket. På detta sätt sker inga körningar med full last över känsliga områden, utan maskinen är förhållandevis lätt under inbackningen och blir sedan succesivt tyngre på vägen ut samtidigt som markens bärighet ökar.

Dessa relativt enkla metoder förändrade arbetet mycket vittnar maskinförarna om. Det blev inte längre några långa körvägar över trakterna på onödiga ställen, utan genom att tänka till placerades vägarna på lämpade ställen där marken klarade av en hög belastning. Genom metodiken jobbade man sig från basstråken med bra bärighet mot fuktiga och känsliga områden där spökslag och backstråk användes. Då blev det lätt att stanna då marken inte längre håller istället för att direkt ge sig in i känsliga områden för att planeringen brustit från början.

Kartmaterialen är arbetsmetodernas förutsättningar hävdades det. Arbetsmetoden hade varit svårare att använda om inte kartmaterialen funnits tillhands. Dessutom jobbade maskinförare på olika skift med samma metoder, vilket entreprenörsföretagen hade märkt underlättar och förbättrar arbetet. Arbetsmetoden gjorde att det uppstod färre oklarheter till följd av olika arbetssätt.

Diskussion

Ursprungligen var studieupplägget att ett antal trakter som avverkats utan markfuktighetskartan som stöd skulle inventeras och jämföras med trakter där markfuktighetskartan använts. Detta för att utvärdera hur tillgången till markfuktighetskartan förändrat mängden körskador. Praktiska problem, som stormfälld skog, markberedning samt lång ledtid mellan avverkning och inventering på trakterna utan markfuktighetskartor, förhindrade dock detta. Uppkomna spår kunde inte med säkerhet härledas till avverkningstillfället på referenstrakterna, vilket var en förutsättning för jämförelsen.

Till viss del har dock resultaten kunnat jämföras med en tidigare studie vid Skogforsk (Bergkvist m.fl., 2014). En statistisk signifikant jämförelse var dock inte möjlig. Det finns trots det ett värde i jämförelsen eftersom det är ett relativt stort urval av trakter i respektive studie (36 respektive 35 trakter) vilka kan anses ge en ögonblicksbild av drivning i svenskt skogsbruk för respektive område och tillfälle.

Det finns en variation mellan de olika deltagande företagen gällande resultaten som studien visar. Det handlar främst om andelen skyddade körvägar, mängd allvarliga körskador och i hur stor del av körspåren som skydd använts. Variationen visas inte i rapporten, men i anslutning till att den nämns skall också påtalas, att det finns en potential för skogsföretag och då även för skogsbruket som helhet, att förbättra sig gällande de nämnda resultaten.

URVAL AV MASKINFÖRARE

Då studien syftade till att samla erfarenheter om hur användandet av markfuktighetskartor påverkar spårbildning, så bedömdes kontraktsformen mellan maskinförare och företag inte påverka resultaten. Däremot kan det tänkas att kontraktsformen mellan parterna påverkade hur de berättade om det som kom fram under intervjuerna. Till exempel kan det tänkas att den ena parten tyckte på ett sätt, men uttryckte sig tycka på ett annat, av rädsla över hur samarbetet parterna emellan skulle påverkas om de tyckte olika.

Kriteriet för studien var att maskindator fanns tillgänglig i maskinerna. Likaså skulle möjlighet att i efterhand erhålla GPS-loggar finnas. Dessa begränsningar kan ha påverkat sker på detta sätt urvalet.

ANVÄNDANDE AV MARKFUKTIGHETSKARTOR

Maskinförarna ansåg oavsett modell av markfuktighetskartan att den gett hjälp i drivningsarbetet. Att olika markfuktighetskartor inte överensstämmer helt med varandra är mindre relevant för användningen vid drivningsarbetet. Det viktigaste är att kartorna indikerar fuktiga och blöta områden för maskinföraren så att denne kan anpassa arbetet till dessa förhållanden. Planerare och maskinförare använde kartan (oavsett modell) som underlag/förtolkning av trakten medan den exakta positioneringen av fuktiga eller blöta partier gjordes i fält. Därmed har samtliga maskinförare haft möjlighet att ta hänsyn till fuktiga och blöta områden oavsett vilket kartmaterial de använt.

ANVÄNDANDE AV SKYDD I KÖRVÄGAR

Att använda ris som skydd på körvägar är en åtgärd för att undvika att skapa spår vid avverkning. Dock är det inte alltid tillräckligt med ris tillgängligt för att undvika spår. Sammansättningen av olika trädslag påverkar mängden ris då olika trädslag har olika mängd ris. Av denna anledning skapades klassen ”risat, ej i skada”, vilket ger en indikation på hur väl vägarna risats om det funnits ris runt om spåret men inte i det och där det uppkommit. Det visade sig att på denna otillräckligt risade sträcka är nästan en femtedel (19 procent) av spåren placerade vilket är viktigt att bära med sig. Tillgång till ris ger inte automatiskt ett tillräckligt skydd mot spårbildning.

De tre väglklasserna, avläggsväg, basstråk och körstråk är kategoriserade vid fältinventering. Olika skogsaktörer använder sig dock av olika kategorier och namn, men genom att använda endast tre kategorier, kan mer upplösta nivåer av vägkategorier hos olika företag hänföras till dessa tre, varför de valdes. Det syns tydligt för avläggsvägar hur belastningen på dessa och andelen av dem som är risade, påverkar vilken yta med spår som uppkommit på vägarna. Avläggsvägar har den största spårade ytan per meter körväg och samtidigt den lägsta andelen skyddad körväg. Samma förhållande kan inte hänföras på basstråk och körstråk då dessa var svåra att skilja på i en kategorisering, då deras belastning antagligen varierar i antalet passager och fyllnadsgrad av skotarens lastutrymme i högre grad. Den absoluta merparten av virket har transporterats på avläggsvägarna och dessutom går del av dessa utanför traktgränserna, varför det funnits en mindre mängd ris att lägga dit som skydd.

SPÅR INTILL HÄNSYN, VATTEN OCH ÖVERFARTER

Skador i närområdet till hänsynsytor, vatten eller överfarter behöver inte vara klassificerade som allvarliga. En allvarlig skada har enligt den branschgemensamma policyn en direkt koppling till vatten, hänsynsområdet eller fornlämnningar. Det behöver inte vara fallet bara för att skadan är belägen nära vattnet eller hänsynsområdet. Att spåren var belägna i det absoluta närområdet tyder dock på att det funnits en risk att skapa allvarliga körskador (enligt den branschgemensamma policyn). Dessa närområden bör därför undvikas.

Relativt många spår finns placerade i anslutning till hänsynsytor medan vattendrag är relativt få skador i direkt anslutning. Detta kan bero av att ett viktigt fokus på körskador varit effekter på vatten och inte på hänsynsytor generellt. Således har maskinförarna en större vana att ta hänsyn till vatten med risken att hänsynsytorerna hamnar i skymundan. Hänsynen är dock inte mindre viktig utan behandlas även den i den branschgemensamma policyn.

En annan möjlig anledning till varför körskador oftare uppstod i anslutning till vatten är skogsbruket generella hänsyn som alltid ska tillämpas. Detta gör att varje trakt alltid får något hänsynsområde.

ALLVARLIGA OCH MINDRE ALLVARLIGA KÖRSKADOR

Jämförelsen mellan denna studie och en tidigare studie (Bergkvist m.fl., 2014) visar att det uppkommit färre allvarliga körskador på ungefär samma avverkade areal i denna studie. Däremot har det uppkommit en större mängd spår i denna studie jämfört med Bergkvist m.fl. (2014) studie. Det går inte påvisa en statistiskt signifikant minskning av körskador mellan studierna. Dock kan det påstås att allvarliga skador (enligt den branschgemensamma policyn), i princip alltid går att undvika oavsett förutsättningar på trakten, då de är direkt knutna till vissa kriterier som vatten och hänsyn. Detta skall alltid undvikas utan undantag och därför finns relevans i jämförelsen och att det med faktiska tal är färre allvarliga körskador i denna nya studie. Faktorer som kan ha bidragit till detta kan vara större medvetenhet, implementeringen av den branschgemensamma policyn och användning av digitala markfuktighetskartor med GPS-positionering. Likaså är metoder för ett skonsammare arbete något som stora delar av den svenska skogsnäringen idag arbetar med men som inte var lika utbrett då den tidigare studien genomfördes.

I denna studie har begreppen spår och spårbildning använts. Den skada som spåren kan ha medfört klassificerades enligt branschgemensam policy. Det finns olika åsikter om vad som är en körskada, men för att utgå från dokumenterade definitioner användes den branschgemensamma policyn som underlag. Fokus var på allvarliga körskador eftersom dessa har mest negativ påverkan på miljön. Studien visade att spår som klassificerats som allvarliga körskador i större utsträckning uppkom på fuktig och blöt mark. Detta är logiskt eftersom en allvarlig körskada enligt den branschgemensamma policyn är direkt kopplad till vatten, hänsynsytor, forn.-/kulturlämningar eller rekreationsområden. De allvarliga körskadorna utgör dock en bråkdel (0,06 procent) av den area körvägarna upptar.

Vad gäller de mindre allvarliga körskadorna står det i den branschgemensamma policyn att de utifrån det dåvarande kunskapsläget klassades som mindre allvarliga ur miljösynpunkt. Nya rön i framtiden kan dock komma att förändra synen och intentionen bör därför vara att minska all typ av spårbildning.

Analysen visar att den vägtyp som i förhållande till sin andel av den totala körvägsytan genererar störst skadad area är avläggsvägarna. Det är antagligen många faktorer som bidrar till detta. Avläggsvägens längd och markförhållanden där den dras är troligen väldigt olika mellan trakterna. Det går inte i detta datamaterial att fånga denna typ av skillnader. I de fall där avläggsväg funnits är den till största del belägen utanför traktgränsen på en avverkning. Detta medför mindre tillgång på ris då den omgivande skogen sällan avverkas samtidigt. I resultaten kan det skönjas att avläggsvägarna har en hög andel oskyddad vägarea (Figur 8). I kombination med hög belastning, stora delar av eller all virkesvolym skall transporteras på denna vägtyp som inte sällan är den enda vägen till avlägget, uppstår mer spårad area per meter väg. Detta är viktigt att ta hänsyn till vid planering av avverkning.

Körskador på fuktig och blöt mark kan i studien identifieras med dels fältinventeringen, dels med DTW-index. Används fältinventeringen blir andelen skador i fuktiga och blöta områden lägre för både allvarliga och mindre allvarliga körskador än om DTW-index används som referens. Bergkvist (2014) menar att markfuktighetskartan stämmer till ca: 70 procent vilket kan antyda att DTW-indexets siffra kan behöva justeras något och inte är helt korrekt. Gällande fältinventeringen lär inte heller den vara ett facit då den är subjektivt utförd och att olika väderförhållanden under inventeringen då spelar in och kan orsaka felaktiga bedömningar. Rimligen hamnar verkligheten någon stans mellan fältinventeringen och DTW-indexets resultat. Den viktiga noteringen att göra är att för både fältinventeringen och DTW-indexet hamnar allvarliga skador i större omfattning i de fuktiga och blöta områdena än vad de mindre allvarliga skadorna gör.

INTERVJUER

Intervjuerna gjordes som gruppintervjuer dels för att få möta fler personer och ta del av en större mängd erfarenheter, dels pga. begränsade resurser.

Utgångspunkten var att göra semistrukturerade intervjuer. Dock upptäcktes det under utförandet att intervjuerna snarare tog en form liknande ostrukturerade intervjuer. Denscombe (2009) menar att gränsen mellan metoderna är relativt flytande. Det visade sig under intervjuerna att de ämnen som skulle diskuteras alltid tangerades i någon mån utan att intervjuaren direkt behövde gå in och ställa flera frågor och leda intervjun dit. Respondenterna var engagerade och intresserade och resultatet blev att intervjuaren satt och lyssnade under större delen av tiden, utan inblandning.

Intervjuaren påverkar alltid respondenterna under intervjuutförande. För att minimera den påverkan hölls intervjuerna ute i fält hos maskinförarna, oftast i deras mobila lunchrum, men även i skogsmaskinen. På detta sätt behöver inte den intervjuade flytta sig till ny och okänd miljö, dessutom befinner sig den intervjuade på sin professionella arbetsplats där arbetet i studien utförts. Genom att vara där är det möjligt att relatera till och prata om objekt och annat på ett mer naturligt sätt.

Sammansättningen av personer och deras tjänsteutövning i intervjuerna var spridd. Beroende på vilken relation som maskinförarna har med tjänstemännen kan resultatet påverkas. Det kan tänka sig att tjänstemännens närvaro har lett mot att kritik och missnöje av olika sort inte framförts. Likaså kan tjänstemännen hållit inne på information om det blivit en situation där meningskillnad uppkommit. Utgångspunkten var dock att samla in information om användandet av markfuktighetskarter vilket är ett relativt avdramatiserat ämne. Frågeställningarna under intervjuerna lär därför inte leda till direkta meningskillnader mellan maskinförare, entreprenörer och tjänstemän utan de lär snarare stå gemensamt och leverera informationen och lyssna på varandras olika erfarenhet.

Sammanfattningsvis konstateras att det fanns ett engagemang och en förståelse för att driva ett skonsamt skogsbruk hos samtliga deltagande maskinförare i studien. Det fanns en kritik mot markfuktighetskartan angående exakthet och hur användbar den faktiskt är, den är dock inte negativ utan mer av en konstruktiv karaktär där en medvetenhet hos entreprenörerna om en komplex situation tycks lysa igenom. ”Det går inte bara att placera en karta i maskinerna och tro att det skall göra någon skillnad” konstaterade deltagarna.

Slutsatser

Uppföljning av situationen för spår i skogsbruket var ett av studiens mål och det kan konstateras att de allvarliga körskadorna omfattar 0,06 procent av körvägarnas area i denna studie. Jämfört med vad tidigare studier visar kan detta betraktas som bra och ett positivt resultat. Dock är det inte acceptabelt enligt skogsvårdslagen att allvarliga körskador uppkommer överhuvudtaget, vilket föranleder ytterligare ansträngningar för att minska mängden körskador i det svenska skogsbruket. Givet den variation som funnits mellan företagen i studien bedöms ytterligare ansträngningar ändå relativt snabbt ge ännu mer positiva resultat.

Skydd för att förhindra körskador användes men kan användas i större utsträckning och framförallt på rätt ställe efter vad resultaten visar. En stor andel av skadorna som uppkom gjorde detta på risade körvägar men riset har där täckt körvägen för dåligt. Dessutom har det där allvarliga skador uppkommit inte använts skydd i 42 procent av fallen, motsvarande siffra för mindre allvarliga körskador är 71 procent. Det går alltså skydda körvägarna i större omfattning och då göra ytterligare åtgärder för att minska uppkomst av körskador.

Avläggsvägar löper störst risk för spårbildning, flera gånger högre än basstråk och körstråk enligt denna studie. Samtidigt så uppkom mer än hälften av alla spår i studien på basstråk. Att noggrant skydda basstråk och avläggsvägar är därför av stor vikt för att förhindra körspår.

Övergripande kan det sägas att markfuktighetskartorna ger förutsättningar att undvika körspår genom att med ökad information visa var riskområden för dålig bärighet finns så dessa kan undvikas eller skyddas med ris. Mer än 80 procent av de allvarliga körskadorna som uppkom hamnade trots allt på områden markerade av markfuktighetskartor vilket styrker vikten av att använda markfuktighetskartan som ett funktionellt och användbart beslutsstöd för att undvika körskador. Detta vittnade även tjänstemän och maskinförare om i intervjuerna. Den stora mängden spår på fuktig mark som ändå skett, visar att det är svårt att helt undvika. Men samtidigt visar det sig att det är mycket få allvarliga skador i denna studie och att arbetssätt och attityd hos de intervjuade maskinförarna verkar för en minskning av körspår. Det finns fortfarande potential till stora förbättringar genom att förbättra informationsunderlag och samtidigt tydliggöra metoder och rutiner kopplade till underlagen. Därför är fortsatt fokus på frågan och ännu tydligare och mer utvecklade rutiner om hur körvägar dras och hur ris används viktigt för det fortsatta arbetet. Kan vi som studien visar nå en nivå på allvarliga körskador som är under 0,5 procent av körspårens yta är vi mycket nära ett skogsbruk helt utan allvarliga körskador. Även om medvetenhet om att detta gäller trakterna i

studien måste finnas med, har 8 olika skogsföretag på 445,57 hektar åstadkommit ett skogsbruk nästan helt utan allvarliga körskador. Jämfört med tidigare kunskap och uppföljningar kan det ses som goda förutsättningar för att svenskt skogsbruk kan leva upp till avverkningsarbete helt utan allvarliga körskador.

För framtiden behövs dock en uppföljningsrutin som gör det möjligt att mäta hur mängden allvarliga körskador i hela skogsbruket förändrar sig. Skogsföretagen behöver ha en gemensam rutin för att säkerställa att resultaten går att jämföra. Likaså är vidare studier som mäter förändring vid användande av olika skonsamma arbetsmetoder samverkande med markfuktighetskarter i det förebyggande arbetet mot körskador viktiga. Detta för att säkerställa vilken skillnad de faktiskt gör och dessutom kunna bedöma prestationen och produktiviteten i arbetet. Körskadefrågan är inte kopplat till specifika företag eller delar av skogsnäringen, det är en branschfråga. Därför behövs det ett gemensamt synsätt på vad en körskada är och hur de ska följas upp och likaså att fungerande arbetsmetoder och rutiner sprids mellan företag.

En önskvärd utveckling av markfuktighetskarter vore att få dessa att bli dynamiska i förhållande till nederbörd och årsvariationer samt jordartsskillnader. Det är dessutom viktigt att knyta samman metoder och arbetssätt med markfuktighetskarter för att ytterligare utveckla skogsbruket.

Referenser

- Angelstam, P. et al. 1997. Marken i skogslandskapet. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Berg, S. 2011. Vad är en körskada. Skogforsk, Resultat nr 3.
- Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010-2014. Arbetsrapport 818-2014. Skogforsk. Uppsala
- Cambi, M., Certini, G., Fabiano, F., Foderi, C., Laschi, A. & Picchio, R. 2015. Impact of wheeled and tracked tractors on soil physical properties in a mixed conifer stand. *iForest* 9: 89–94. – doi: 10.3832/ifor1382-008 [online 2015-05-22]
- Denscombe, M. 2009. Forskningshandboken: för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna. Lund: Studentlitteratur.
- Eliasson, L. & Wästerlund, I. 2007. Effects of slash reinforcement of strip roads on rutting and soil compaction on a moist fine-grained soil. *For Ecol Manage* 252: 118–123.
- 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.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 2007. Bonitering, Del 1, Definitioner och anvisningar. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Kozłowski, T.T. 1999. Soil compaction and growth of woody plants. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 596–619.
- Lantmäteriet. 2015. [ONLINE] <http://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/Fakta-om-laserskanning/> Tillgänglig 2015-11-09.

- Mohtashami, S. 2011. Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques - A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden. Diss. Stockholm: Royal institute of technology (KTH).
- Munthe, J. & Hultberg, H. 2004. Mercury and Methylmercury in Runoff from a Forested Catchment — Concentrations, Fluxes, and Their Response to Manipulations. *Biogeochemical Investigations of Terrestrial, Freshwater, and Wetland Ecosystems across the Globe*. R. K. Wieder, M. Novák and M. Vile, Springer Netherlands: 607–618.
- 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.
- Wikström, J. 2015. Utvärdering av förmågan hos Wet Area Mapping (WAM) att beskriva markbärigheten på skogsmark intill vattendrag. SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel. Umeå.
- Ågren, A., Lidberg, W., Ring, E. 2015. Mapping temporal dynamics in a forest stream network-implications for riparian forest management.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas, Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. . – Damage after early thinning. 14 s..
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

Nr	874	Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
Nr	875	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
Nr	876	Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellering av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
Nr	877	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
Nr	878	Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
Nr	879	Eriksson, B., Widinghoff, J., Norinm K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
Nr	880	Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
Nr	881	von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
Nr	882	Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
Nr	883	Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.
Nr	884	Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
Nr	885	Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
Nr	886	Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
Nr	887	Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
Nr	888	Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
Nr	889	Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for inscreased biomass production för energy in Sweden. 28 s.
Nr	890	Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.
Nr	891	Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 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 27 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, 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

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

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. 904–2016



www.skogforsk.se