



**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2016:22

## **Skonsam drivning**

*Cautious forwarding*



**Magnus Karlström**

## Skonsam drivning

Cautious forwarding

*Magnus Karlström*

**Handledare:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kurskod:** EX0624

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2016

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Serienamn:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Serienummer:** 2016:22

**Omslagsbild:** Vattendrag som med hjälp av en portabel bro passerats av skogsmaskiner i samband med avverkning. Foto: Magnus Karlström.

**Nyckelord:** körskador, avverkning, Mellanskog



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## FÖRORD

Det här examensarbetet har skrivits på SLU, Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Examensarbetet på uppdrag av Mellanskog är en del av Mellanskogs projekt *”Skonsam drivning”*. Som en del av Skogsmästarprogrammet så ingår det att göra ett examensarbete på 15 högskolepoäng inom skogshushållning.

Jag vill tacka min handledare Eric Sundstedt samt även Staffan Stenhag på Skogsmästarskolan för handledning och rådgivning.

Jag vill tacka Gunnar Björkholm på Mellanskog för förtroendet och möjligheten att få göra examensarbete. Vill även rikta ett stort tack till Per-Anders Smedhs som hjälpt till i fält samt även gett mig rådgivning i genomförandet av fältarbetet.

Tack även inspektorer Emil Mattsson och Göran Vikman och produktionsledarna Bo Nilsson och Per-Arne Ludvigsson

Magnus Karlström



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD .....	iii
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	v
1. ABSTRACT.....	1
2. INLEDNING.....	3
2.1 Markskador.....	4
2.2 Kvicksilverläckage .....	4
2.3 Kväveutlakning.....	4
2.4 Markpackning.....	5
2.5 Rotröta .....	5
2.6 Åtgärder .....	6
2.6.1 Kostnad för att förhindra markskador .....	6
2.6.2 Avverkningsrester.....	6
2.6.3 Däckdimension och lufttryck.....	7
2.6.4 Boggiband .....	7
2.6.5 Portabla broar .....	7
2.6.6 Planering .....	8
2.6.7 Digitala hjälpmedel.....	8
2.6.8 Reparera markskador.....	8
2.3 Framtiden .....	9
2.3.1 Klimatförändringar .....	9
2.3.2 Maskinteknik.....	9
3. MATERIAL OCH METODER .....	11
3.1 Utförande fältstudie .....	11
3.2 Datainsamling.....	11
4. RESULTAT .....	13
4.1 Andel körskador .....	13
4.2 Gallring respektive föryngringsavverkning.....	14
4.3 Vattendrag.....	14
4.4 Trakternas storlek .....	14
4.5 Kostnader för det förebyggande arbetet.....	15
4.6 Fördelning kostnader .....	15
4.7 Körskador trots förebyggande arbete.....	16
4.8 Traktdirektiv .....	16

5. DISKUSSION .....	17
5.2 Litteraturstudien .....	17
5.3 Förutsättningar .....	18
5.4 Andel körskador .....	18
5.5 Viktiga faktorer .....	19
5.5.1 Utbildning .....	19
5.5.2 Maskiner .....	19
5.5.3 Traktbank.....	19
5.5.4 Speciella omständigheter .....	20
5.5.5 Markfuktighetskartor .....	20
5.5.6 Förebyggande arbete .....	20
5.5.7 Kostnadsläge.....	21
5.6 Förslag till förbättringar .....	21
5.7 Förslag på fortsatta studier.....	22
6. SAMMANFATTNING .....	23
7. LITTERATURLISTA .....	25
7.1 Publikationer.....	25
7.2 Pdf-Dokument.....	26
7.3 Internetdokument.....	26
8. BILAGOR .....	27

# **1. ABSTRACT**

The purpose of this study was to compare ground damage caused by forwarders and the amount of costs of the preventive measures that occurred. A number of sites located in Värmland, Sweden were inventoried during the field work. Also a number of phone interviews was performed.

The result shows the connection between the costs that occur to prevent ground damages and the amount of ground damages.

This study is made for Mellanskog and is a part of the project Skonsam drivning.





## 2. INLEDNING

Mellanskog är ett medlemsägt företag som inriktar sig på att hjälpa sina medlemmar med skötsel av deras skogar, t.ex. rådgivning, skötsel förslag, och virkesförmedling. Mellanskog har som huvudsaklig inriktning att långsiktigt få största möjliga avkastning på den medlemsägda skogen samt tillmötesgå sina medlemmars önskemål vad gäller skötseln av deras skogar.

Det svenska skogsbruket står inför många olika förändringar den närmaste tiden till följd av bl.a. klimatförändringar. De kommer att leda till direkta förändringar så som hur skogarna kan brukas men även klimatpolitiska åtgärder kan komma att påverka skogsbruket (Eriksson, 2007).

I samarbete mellan fjorton skogsbolag, stift samt skogsägarföreningar togs i februari 2012 fram en branschgemensam miljöpolicy om körskador på mark för att förebygga att körskador på mark ska uppkomma.

1. Planera körstråken med hänsyn till mark, vatten, fornlämningar och andra kulturlämningar innan åtgärd.
2. Kör inte direkt i vattendrag, sjökanter, genom källor och blöta partier. Undvik att köra i direkt anslutning till lämnad hänsyn. Kör inte över grova lågor.
3. Undvik skada marken närmast vatten genom att:
  - Köra så långt ifrån vattnet som möjligt
  - Förstärka marken där körning är nödvändig och det finns risk för skador
  - Utnyttja skördarens räckvidd och lägga upp virket bort från vattendraget så att skotaren inte behöver köra nära vattnet. Denna åtgärd är lämplig vid kultur- och fornlämningar.
4. Överfarter av vattendrag och diken. Undvik överfarter om det är möjligt. Överväg om det finns skäl att förlänga skogsbilvägen och bygga en permanent bro över vattendraget.
5. Kör runt blöta och försumpade ytor, improduktiva torvmarksområden samt hänsynsytor.
6. Avverkning på produktiv torvmark: Markstruktur och grundförhållande ställer höga krav på planering och teknik. Körningen planeras så att in- och utflöden av vatten inte påverkas genom att överfarter av surdråg, naturliga vattendrag, och diken undviks så långt det är möjligt. Tvingande överfarter genomförs enligt punkt 4.
7. GROT och stubbar skördas bara i den omfattningen det är möjligt utan att allvarliga körskador uppkommer.

När massa- och sågverksindustrin har ett färskhetskrav på virket, som köps av aktörerna i svenska skogsbruket, så pratar man om maximal hanteringstid av virket innan det når industrin vilket brukar vara ca 2 veckor beroende på årstid. Detta är en av orsakerna till att det uppstår körskador, dvs. att virket måste transporteras till industri inom två veckor efter att det averkats (Wilhelmsson, 2005).

## **2.1 Markskador**

Under de senaste decennierna så har svenskt skogsbruk strävat efter att öka produktiviteten vid sina avverkningar. Det i sin tur har lett till att maskinerna har blivit både större och tyngre vilket inneburit en ökad mängd samt allvarigare körskador (Wästerlund, 2006).

## **2.2 Kvicksilverläckage**

Kvicksilverhalten i svensk insjöfisk kan många gånger vara lika hög i som fiskar som är fångade i Indien och Kina. Dessa två länder som är kända för att ha väldigt höga utsläpp av kvicksilver. Svenska barrskogar fungerar som filter där föroreningar fastnar i gran- och tallbarren som sedan faller ner på marken eller spolas ned vid regn (Skogsstyrelsen, 2009, Länk A).

Den största andelen av kvicksilver binds upp i växternas rötter eller i klyvöppningar dvs. i mårskiktet där blir det uppbundet i humuspartiklar och lagras. Mårskiktet skiljer av kvicksilverpartiklar som kommer ovanifrån från kvicksilvret som finns lagrat i jorden. När marken rivs upp så försvinner mårskiktet och kvicksilvret kan transporteras med hjälp av rinnande vattendrag till närliggande sjöar (Skjällberg, 2003).

Ungefär 25 % av det totala utsläppet av kvicksilver räknar man att det svenska skogsbruket står för. Enligt Kevin Bishop, SLU så kan körskador orsakade av skogsmaskiner vid avverkning öka kvicksilverläckaget med upp till 100 % i flera år efter avverkningen (SLV, 2015, Länk B).

## **2.3 Kväveutlakning**

Efter avverkningen beräknas kväveutlakningen öka 2-10 gånger inom de kommande 5 åren. Fosforutlakningen kan bli dubbelt så stor efter avverkningen de närmaste 5 åren. När marken ska markberedas efter avverkningen så kan fosforutlakningen öka med upp till 10 gånger (Länk C)

En körskada räknas som allvarlig när den är i närheten av vatten och orsakat läckage av slam och näring som leds ut i vattnet. Det drabbade vattendraget, kommer nedströms från körskadan påverkas negativt i den mån att fiskar och andra vattenlevande organismer missgynnas av slam- och näringsläckaget som uppstått och leds med vattnet (Skogsstyrelsen, 2015, Länk D).

## 2.4 Markpackning

Till körskadorna kan man också räkna in markpackningen. Det är ingenting som syns ovanpå jorden utan det sker under ytan. Jorden komprimeras och varje liter jord blir tyngre när porerna i jorden bli packade. Detta innebär att andelen porer som har en större diameter än rötterna minskar vilket innebär att rötterna får svårare att växa ut i jorden. Det leder även till att porerna packas närmare varandra och gör att det mekaniska motståndet ökar vilket försvårar för rötterna att växa.

Andra konsekvenser som uppstår till följd av markpackningen är vattenmättnad. Den uppstår när övre lagren packas ihop så att vattentillförseln försämras vilket leder till en vattenmättnad. Detta leder i sin tur ofta till en syrebrist i jorden vilket i sin tur leder till en minskning av tillgängligheten av exempelvis kväve (Väderstad, 2015, Länk E).

## 2.5 Rotröta

Djupa körskadorna som skadar rötter och skaver bort barken på kvarlämnade träd eller i stubbar kan föra in rotröta i beståndet samt göra beståndet mer känsligt för vindar och ökar risken för stormskador (Wästerlund, 2008).

Det finns i Sverige ca 15 olika svampar som ger röta på träd, den i särklass viktigaste skadegöraren av dessa är rottickan (*Heterobasidion annosum*). Av Sveriges skogar beräknas ca 10 % vara drabbade av rotröta ända upp till brösthöjd (Skogsstyrelsen, 2015, Länk F).

Konsekvenser som kommer med rotröten är nedklassning av virke, ungskogsdöd, tidigare lagda avverkningar och ökade stormfällningar. Det svenska skogsbruket beräknas årligen förlora ca 500-1000 Mkr/år pga. rotröten (Johansson, 2000). Har väl rotröten kommit in i ett bestånd så kommer den att beröra kommande två generationer (Rennerfeldt, 1946). Om marskadorna uppstår när rotrötans sporer sprids så finns stor risk att det kommer in i beståndet. Stora kostnader läggs på att behandla stubbarna i avverkningar för att förhindra att rotröten ska spridas men rötterna som körs sönder behandlas inte och är fortfarande en inkörsport för rotröten (SLU, 2015, Länk F).

Rottickan sprider sig på två sätt, det primära sättet är att rottickans sporer sprids med vindar och angriper stubbar samt körskadorna. Det sekundära sättet är att rottickans mycel växer från ett infekterat träd vidare till ett friskt träd (Stenlid mfl, 1989).

## 2.6 Åtgärder

### 2.6.1 Kostnad för att förhindra markskador

Det finns många olika åtgärder för att förebygga markskador. Ofta är dessa både tidsödande och kostsamma att genomföra (Edlund 2012).

### 2.6.2 Avverkningsrester

Det vanligaste sättet att motverka markskador är att köra på avverkningsrester, grenar och toppar från avverkningen. Skördaren placerar grenar och toppar som blir kvar efter att träden avverkats, i basvägen där skotaren kommer att köra många vändor. Att köra på avverkningsresterna ökar bärigheten på marken och minskar marktrycket markant, vilket resulterar i färre och inte lika allvarliga körskador (Hallonborg, 1982).

Enligt Wästerlund, 2007 så behövs det inte mycket grenar och toppar, på stick- och basvägarna i avverkningen för att det ska bli skillnad i markskador. Det minskar signifikant förändringen i jorden avseende torrdensitet samt markpackning när man använder ett lager med grenar och toppar så tunt som 10 cm. Använder man ett tjockare lager med grenar och toppar så minskar påverkan av jorden ytterligare.

Det senaste årtiondet har det blivit allt mer vanligt att avverkningarna GROT-anpassas och avverkningsresterna skotas ut för att försörja energisektorn. Renhetskravet som finns på GROT omöjliggör att kunna använda de avverkningsrester som förstärkt bas- och stickvägar (Eliasson, 2002).

Enligt Eliasson och Wästerlund 2003 så lönar det sig att använda avverkningsresterna och förstärka känsligare partier på stick- och basvägarna för att förhindra körskador. Eftersom GROTen inte är särskilt välbetald så lönar det sig att köra på GROTen istället för att orsaka körskador som senare behöver repareras.

I gallringar och slutavverkningar är det vanligt att diken och naturliga vattendrag behöver passeras. Det är vanligt att skördaren placerar massaved att köra på förstärkt med grenar och toppar ovanpå. Materialet som använts för att göra en överfart över ett dike eller vattendrag ses som förbrukat och håller inte tillräckligt hög kvalitet för att användas som GROT eller massaved (Staland & Larsson, 2002).

### **2.6.3 Däckdimension och lufttryck**

Att använda sig av större däck och band och att kunna anpassa lufttrycket i däcken är också en metod som skulle kunna minska körskadorna i skogsbruket (Alakukku mfl. 2003). Enligt Bygden och Wästerlund, 2007 skulle resultatet att använda boggiband bli minskade körskador. Enligt statiskbelastning-teorin ska en rektangulär kontaktyta vara bättre än en cirkulär, alltså är det en fördel med boggiband.

Enligt Myhrman, 1990 så skulle ökningen av däckdimensionen från 600 mm till 800 mm kunna reducera marktrycket med ca 50 % på en åttahjulig skotare som väger 22 ton. I teorin så gäller att ju större hjuldiameter och bredare däck desto mer minskar marktrycket. Begränsningarna sker i form av Europeiska sätt att gallra med smala stick- och basvägar begränsar däckens bredd samt att kunna transportera maskinerna på vägarna mellan avverkningarna (Westerlund, 1992).

Dessutom kan inte däcktrycket sänkas lika mycket som på t.ex. maskiner som används i lantbruket. När en skogsmaskin passerar stenar och stubbar så ökar risken för punktering när däcktrycket är lågt (Trelleborg Twinforestry, 2004).

### **2.6.4 Boggiband**

Genom att använda boggiband på en åttahjulig skotare med däckbredd på 700 mm skulle man kunna minska hjulspåren med 30 – 40 %, dessutom ska maskinens bärighet på blötare marker förbättras (Bygdén och Wästerlund, 2007). Boggiband minskar trycket på marken men river upp mer på ytan än vad en maskin utan boggiband gör. Vid skarpa svängar så skaver den upp mer och orsakar körskador. I gallringsskogar med smala stickvägar ökar även risken att skada kvarlämnade träd intill stickvägen (Ayers, 1994).

### **2.6.5 Portabla broar**

Portabla broar används flitigt i svenskt skogsbruk s.k. stockmattor. Dessa är gjorda av virke och vanligtvis 4 -6 m långa och ca 80 cm breda för att passa skogsmaskinernas däckdimension. Problemet med dessa är att skotaren behöver köra ut dem med kran, vilket gör att skördaren får köra utan mattorna. Dessutom behöver även markberedaren mattorna när det är dags att markbereda, vilket kräver att markberedarna ska vara försedda med kran. Trots att man använder stockmattor så är det vanligt med skador innan och efter påfarten av bron (Staland & Larsson, 2002).

### **2.6.6 Planering**

En av de viktigaste förebyggande åtgärderna för att förhindra att markador uppstår är planering. Planeringen knyter an till många viktiga delar i avverkningen. Det kan vara att avgöra vilken årstid som är lämplig att avverka trakten, var man ska lägga basvägen och planera stickvägar i förhållande till närliggande vattendrag. Trenden har varit att mindre av planeringen görs i fält utan man har kunnat göra mycket från kontoret. Senaste decenniet har man med hjälp av andra hjälpmedel inte behövt göra all planering i fält utan kan göra mycket från datorn. Dessa hjälpmedel är t.ex. laserdata, karta med höjdkurvor samt grundvattennivå. Med hjälp av detta så kan man med god sannolikhet finna lämpliga körstråk, årstid för avverkning etc. (Hummel, m.fl., 2004).

### **2.6.7 Digitala hjälpmedel**

Skogforsk driver sedan 2010 projektet STIG (skoglig terrängplanering i GIS) vars syfte är att ta fram bättre kartunderlag och tydliga rutiner för att förhindra att känsliga marker skadas vid avverkning. I projektet användes till en början laserdata för att mäta höjd över havet och traktens lutning. Senare har en markfuktighetsmodell tagits fram för att beräkna höjder och lutningar i förhållande till omkringliggande marker (Bergkvist mfl. 2014).

Med hjälp av dessa parametrar kan man även dra vidare slutsatser gällande avverkningar. T.ex. storlekar på maskiner som ska användas, om boggiband behövs och om marken är lämplig att GROT-anpassas och hur stor del av riset som behövs för att förstärka stick- och basväg (Poršinsky & Pentek, 2012).

### **2.6.8 Reparera markskador**

När körskadorna är ett faktum och anses så pass allvarliga att dessa behöver repareras är det vanligt att använda en grävmaskin till att fylla igen spåren. Detta är mycket kostsamt samt gör ofta ingen direkt nytta ur ekologisk synpunkt. Åtgärden är ofta endast kosmetisk och marken kommer fortfarande att vara mycket känslig för erosion flera år efter att körskadan uppstod. Däremot kan grävmaskinen vara mycket värdefull när körskador uppstått i närheten av rinnande vattendrag där körskadan leder slam, näring och smutsigt vatten ner i vattendraget, då kan det vara på sin plats med en grävmaskin och åtgärda skadan (Staland & Larsson, 2002).

Som tidigare nämnts så kan en reparation av en körskada oftast ses om en rent kosmetisk åtgärd, eftersom de biologiska riskerna med närings- och kvicksilverläckage fortfarande är höga. Däremot kan det vara nödvändigt att reparera körskador trots att skadan inte anses som allvarlig. Eftersom skogen är en plats för många och rekreationsvärdena höga så kan det vara nödvändigt att reparera körskador med grävmaskin för att tillmötesgå allmänheten (Berg, 2011).

## 2.3 Framtiden

### 2.3 Klimatförändringar

Klimatförändringen i Sverige påverkar skogsbruket på flera sätt, både positivt och negativt. Till det positiva kan den längre växtperioden leda till en ökad tillväxt på Sveriges skogar. Till det negativa kan man se att områden får en ökad variation i väder- och temperaturförhållanden som kommer att påverka drivningsförhållanden i skogen (Edlund, 2012).

Sveriges årsmedeltemperatur beräknas till år 2040 öka med 2,5–4,5 °C. Under vinterhalvåret är ökningen som störst och uppgår till 5,5 °C. Den kraftiga ökningen hänger samman med att mängden snö kraftigt har minskat det senaste decenniet. Snötäcket reflekterar den kortvägiga strålningen från solen och effekten av det minskade snötäcket blir att strålningen absorberas och omvandlas till värme (Eriksson, 2007).

Prognosen visar att mängden nederbörd kommer att öka i Sverige det närmaste seklet med ca 10-20% och i kombination med den ökade medelårstemperaturen kommer nederbörden i huvudsak ske i form av regn. Den period då det finns ett sammanhängande snötäcke i Sverige förväntas minska med sammanlagt 1 månad. I de sydligaste delarna i Sverige förväntas snötäcket helt försvinna.

En stor andel av Sveriges skogar är beroende av tjäle för att kunna brukas s.k. "vintertrakter". Det kan vara trakter där myrar eller sumpmarker behöver passeras för att avverkningen skall kunna genomföras. En mindre andel vintertrakter kommer att kunna avverkas vilket innebär att kostnader kommer att uppstå genom ett ojämnt virkesflöde samt även andra negativa effekter såsom påverkan på den biologiska mångfalden (Eriksson, 2007).

#### 2.3.2 Maskinteknik

På maskinsidan har fokus den senaste tiden legat på att öka produktiviteten samt att höja komforten för maskinföraren. Det har lett till att maskinerna har blivit lite större och tyngre varterfter (Edlund, 2012). Nu har maskintillverkarna fokuserat på att anpassa maskinerna för att minska andelen markskador i skogsbruket. En variant har varit att öka andelen hjul för att minska marktrycket. Ponsse har kommit fram med en ny skotare Buffalo 10 WD. Maskinen har tio hjul istället för åtta, ett par extra hjul bakom bakersta boggin kan sänkas ner vid dålig bärighet i marken. Detta ska minska marktrycket med ca 40 %.

Efterfrågan har varit stor de senaste åren att få fram maskiner som kan ha en hög produktivitet samt möjlighet att köra på sämre marker utan att orsaka körskador. Detta ska underlätta att ha ett mer kontinuerligt virkesflöde ur skogen som inte är lika beroende av väder och markförhållanden (Eriksson, 2007).





## **3. MATERIAL OCH METODER**

Metoderna som har använts för att kunna genomföra denna studie är dels en litteraturstudie, telefonintervjuer med inspektorer och entreprenörer dels en fältstudie. Dessa metoder har varit till grund för att utvärdera projektet Skonsam drivning under uppstartsfasen för att ge ett underlag för eventuella förändringar och förbättringar av projektet i framtiden. Fältstudien gick ut på att följa upp slutavverkningar och gallringar utförda av entreprenörer som har fått en utbildning i Skonsam drivning och mäta körskador och inventera vilka åtgärder som har gjorts för att förebygga markskador. Telefonintervjuerna med inspektorer och entreprenörer gjordes för att samla ihop åsikter och erfarenheter kring vilka konsekvenserna av projektet blir för de som är ansvariga för utförandet av avverkningarna.

### **3.1 Utförande fältstudie**

Fältstudien genomfördes i Värmland i två distrikt, Sunne och Årjäng. Tanken kring valet av region grundades på att Värmland har riklig nederbörd, osäkra drivningsförhållanden samt stor andel finkorniga jordar som försvårar att avverka utan att orsaka körskador. Objekten som var aktuella för fältstudien var slutavverkningar och gallringar genomförda av entreprenörer som har gått utbildningen Skonsam drivning hos Mellanskog. Avverkningarna var genomförda från 1/3-15 fram till 15/5-15 i den mest kritiska period på våren när risken för körskador är högre än vid övrig tid på året.

### **3.2 Datainsamling**

De data som samlades in var andel körskador indelat i tre olika klassificeringar enligt Mellanskogs branschpolicy, allvarliga körskador, körskador, inga körskador. Även data om vilka åtgärder som gjorts i förebyggande syfte för att förhindra körskador samlades in.



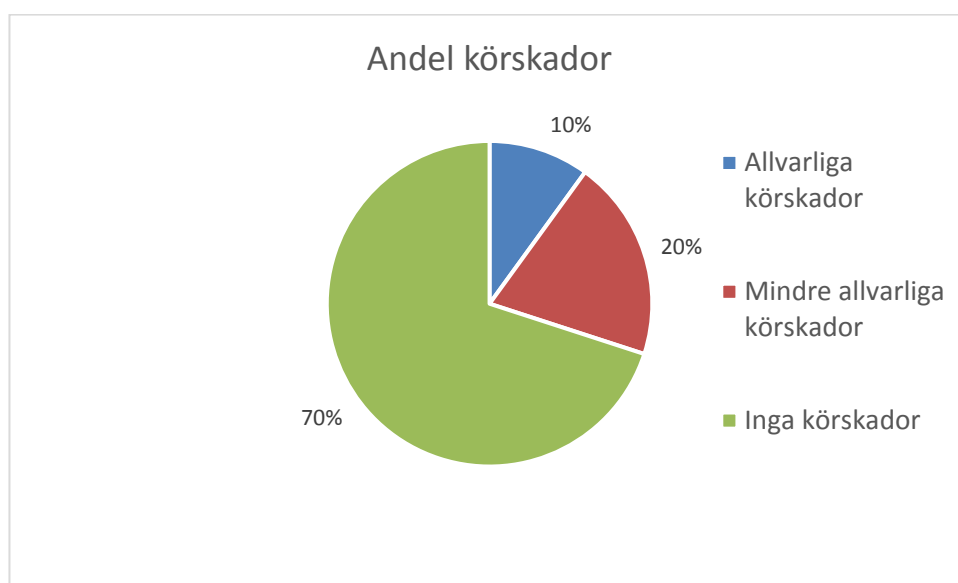
## 4. RESULTAT

Tjugo trakter har inventerats i fältarbetet och sammanlagt har 18 455 m<sup>3</sup>fub avverkats på dessa trakter. Totalt har det fakturerats 16 927 kr av entreprenörerna för det förebyggande arbetet för att förhindra körskador på trakterna.

Resultatet i fältstudien visar andelen körskador i gallringar och slutavverkningar samt vad entreprenörerna fakturerat för sitt arbete för att förhindra uppkomna körskador. Genom att i fält inventera körskador, jämföra dessa mot fakturor och trakt direktiv för den aktuella avverkningen kan man dra en slutsats om hur framgångsrik öppningsfasen av projektet Skonsam drivning varit.

### 4.1 Andel körskador

Totalt inventerades tjugo trakter där entreprenörer till Mellanskog hade gallrat eller förnygringsavverkat. På dessa tjugo trakter kunde sex stycken körskador dokumenteras varav två av dessa betraktades som allvarliga körskador. En av de allvarliga körskadorna var i direkt anslutning till en sjö och den andra allvarliga körskadan var > 50 cm djup och > 50 m lång.



Figur 1. Andelen upptäckta körskador i procent.

## 4.2 Gallring respektive föryngringsavverkning

Trakterna med körskador är uteslutande föryngringsavverkningar utom i ett fall där en gallring och en angränsande föryngringsavverkning använde samma basväg där det uppstått allvarliga körskador.

Tabell 1. Fördelningen på körskador på tjugo inventerade trakter.

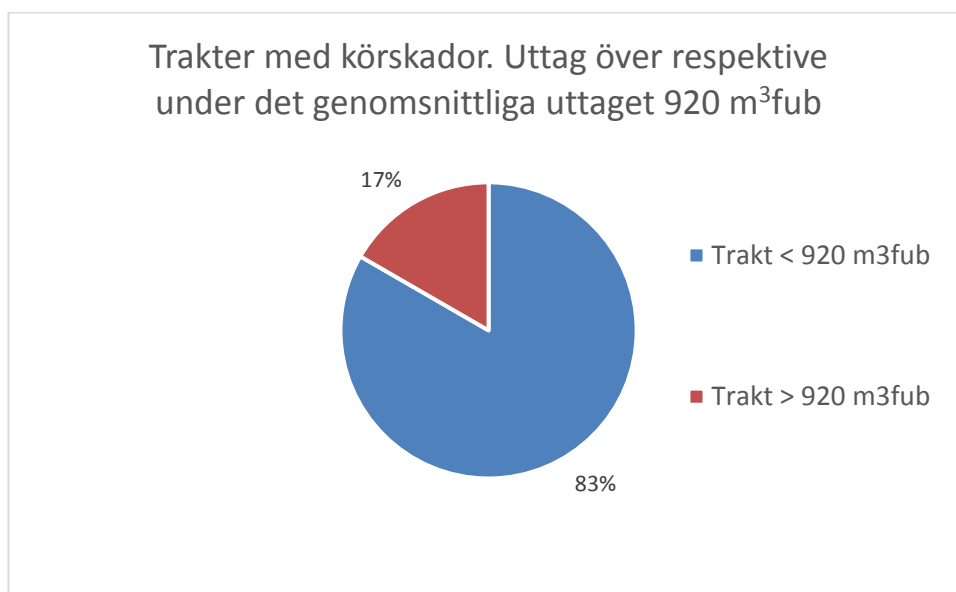
	Allvarliga körskador	Mindre allvarliga körskador	Inga körskador
Gallring	1	0	9
Föryngringsavverkning	1	4	5
Totalt	2	4	14

## 4.3 Vattendrag

Tre stycken vattendrag har passerats där anmärkningar gjordes. Det förekom virke kvar i ett vattendrag som använts vid överfart, vilket inte följer Mellanskogsstandarden. Flera körspår kunde noteras, intill vattendrag, som skulle kunna leda till allvarliga miljöskador om körspåren börjar leda vatten och slam.

## 4.4 Trakternas storlek

Det genomsnittliga uttaget i m<sup>3</sup>fub på trakterna i fältstudien var 920 m<sup>3</sup>fub per trakt. Av dessa var fyra av körskadorna orsakade på trakter med mindre än 920 m<sup>3</sup>fub i uttag och de resterande två var orsakade på trakter med uttag mer än 920 m<sup>3</sup>fub. Diagrammet nedan visar fördelningen utifrån storlek på uttaget på trakten.



Figur 2. Fördelningen över trakter med körskador om det tagits ut mer eller mindre än genomsnittet 920 m<sup>3</sup>fub.

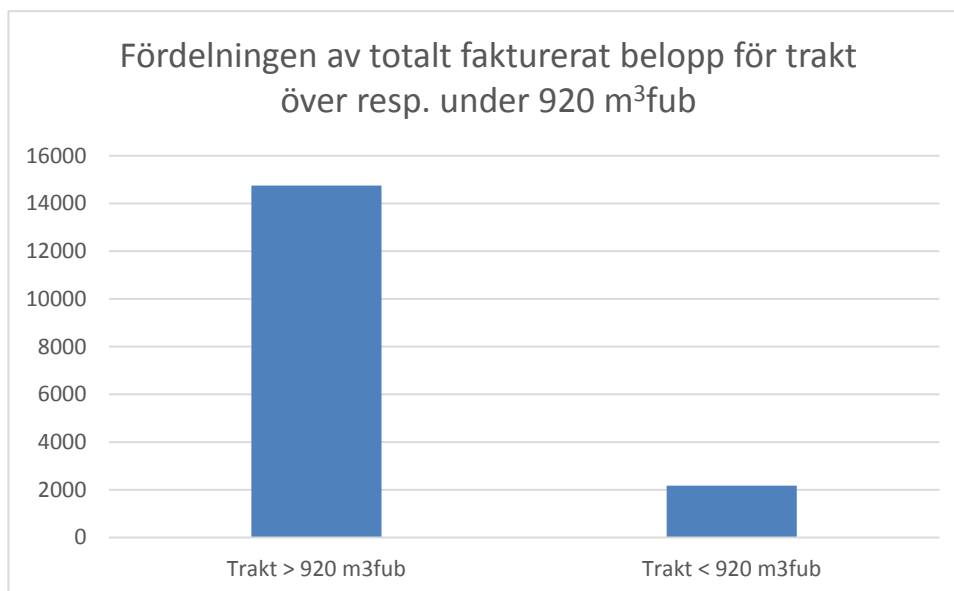
## 4.5 Kostnader för det förebyggande arbetet

Av tjugo trakter så har entreprenörerna fakturerat för förebyggande arbete för att förhindra körskador, på sju trakter, vilket motsvarar 35 % av totala antalet trakter. I de sju fall där det fakturerats för att förhindra körskador så är genomsnittliga kostnaden 2 418 kr. Den genomsnittliga kostnaden på det förebyggande arbetet för alla trakter blir 846 kr per trakt. På tre av dessa sju trakter så har det ändå uppstått körskador.

Kostnaden för det förebyggande arbetet i kronor jämfört med mängden avverkad m<sup>3</sup>fub på trakten varierar mellan 0 kr/m<sup>3</sup>fub till 5,38 kr/m<sup>3</sup>fub. Genomsnittliga kostnaden blir 92 öre/m<sup>3</sup>fub. Exempel på arbete som kan faktureras och inte räknas in i ackordspriset kan vara att köra ett skotarlass med ris att lägga i basväg eller bygga broar.

## 4.6 Fördelning kostnader

Fyra trakter som har större uttag än genomsnittet 920 m<sup>3</sup>fub har fakturerats för arbete för att förhindra körskador. Totalt har det fakturerats 14 752kr för dessa fyra trakter vilket motsvarar ca 87 % av det totala fakturerade beloppet. För de två trakter som är under 920 m<sup>3</sup>fub har det sammanlagt fakturerats 2 175 kr vilket motsvarar ca 13 % av det totala fakturerade beloppet.



**Diagram 2.** Fördelning av fakturerat belopp på trakter över genomsnittet 920 m<sup>3</sup>fub respektive under genomsnittet.

#### **4.7 Körskador trots förebyggande arbete**

På de sex trakter där det uppstått körskador så har det fakturerats för förebyggande arbete på tre av dem. På dessa sex trakter har det sammanlagt avverkats 4 500 m<sup>3</sup>fub och det har totalt fakturerats 3 100 kr för arbetet att förhindra körskador. Genomsnittskostnaden blir då 69 öre/m<sup>3</sup>fub. Kostnaderna varierade mellan 0kr/m<sup>3</sup>fub och 2,7 kr m<sup>3</sup>/fub.

#### **4.8 Traktdirektiv**

De sex trakter där det uppstod körskador så granskades traktdirektiven. På samtliga traktdirektiv kunde konstateras att det fanns särskilda anvisningar om att lägga ner extra arbete på att förhindra uppkomsten av körskador. Entreprenörerna hade använt basvägarna som var utmärkta i traktdirektivet.

## 5. DISKUSSION

Körskador i skogsbruket är ett problem som är aktuellt och som engagerar många. Denna rapport visar att körskador är ett problem som inte har någon enkel lösning. Det är viktigt att föra diskussionen för att utveckla nya metoder för att minska andelen körskador i skogsbruket. Rapporten tar upp en metod som tillåter entreprenörer att fakturera för det förebyggande arbetet, för att förhindra körskador och utvärdera resultatet av denna metod.

### 5.1 Litteraturstudien

Litteraturstudien delades upp i olika delar. En del behandlade markskador och vad dessa leder till, en del behandlar det förebyggande arbetet för att förhindra markskador och en del behandlar framtiden som t.ex. vad som är på gång att hända inom maskintekniken samt även klimatförändringar. Litteraturstudien var till stor hjälp för att få en djupare inblick i problematiken kring markskador.

För att visa hur viktigt ämnet markskador är så har stort fokus lagts på konsekvenserna som uppstår i samband med markskador. Det var till stor hjälp för mig som rapportförfattare att genomföra en litteraturstudie inom ämnet markskador för att få en bra grund att stå på och inse problemet.

Andra delen i litteraturstudien som beskriver olika åtgärder för att förhindra samt reparera markskador är det fältstudien handlar om. Olika metoder, tekniker och åtgärder redovisas som gör skillnad för uppkomsten av körspår. Det är ett mycket aktuellt ämne i svenskt skogsbruk och projektet Skonsam drivning är en stor satsning av Mellanskog för att bidra till att förhindra markspår i.

Tredje och sista delen i litteraturstudien handlar om framtiden, både inom maskinsidan men även klimatförändringen som leder till nya förutsättningar i skogsbruket. Projektet Skonsam drivning är en del som ska ge en fingervisning om vad som är värt att satsa på och vad man bör förändra inför fortsatta satsningar.

## 5.2 Förutsättningar

När fältstudien genomfördes juli 2015 så inventerades trakter som var avverkade under tidsperioden februari-juni. Under den perioden var det hög mängd nederbörd samt flera tjällossningar som gjorde drivningsförhållanden mycket besvärliga.

*Tabell 2. Mängden nederbörd i mm på olika observationsplatser i Värmland Maj 2015. Detta jämfört mot genomsnittnederbörden i maj månad samt högsta uppmätta nederbörden sedan 1901- i maj månad.*

	Maj 2015	Genomsnitt 1961-1990	Största sedan 1901-
Östmark	132	64	194
Gustavsfors	117	48	138
Arvika	91	41	89
Karlstad	122	41	116

Entreprenörerna är i en upplärningsfas där de lär sig avverka efter det nya konceptet innebärande att lägga mer tid på att förhindra körskador. Avverkningarna som inventerades i fältstudien var bland de första som entreprenörerna genomfört efter ha gått kursen Skonsam drivning. Projektet Skonsam drivning är i en utvecklingsfas där projektets olika delar utvärderas under tidens gång för att veta om något behöver ändras, läggas till eller tas bort.

Trakterna som ingick i fältarbetet avverkades på våren 2015 i Värmland under besvärliga drivningsförhållanden med dåliga grundförutsättningar med sämre bärighet och finkorniga jordar. Även ett flertal tjällossningar under våren har satt käppar i hjulen för maskingrupporna. Detta är emellertid inte representativt för den genomsnittliga trakten för Mellanskogs avverkningar. Det ger däremot en bra bild över hur svåra trakter kan avverkas och vilka förutsättningar som har stor betydelse för körskadors uppkomst.

## 5.3 Andel körskador

Andelen körskador på avverkningarna uppgick till 30 %, på de tjugo avverkningar som ingick i fältstudien, varav 10 % av körskadorna klassades som allvarliga. Trakterna i sig var svåra att avverka utan att göra körspår. Genom att vända på resonemanget och se att man klarar 70 % av besvärliga och svårdrivna trakter under en vår med en ovanligt hög nederbörd samt ett flertal tjällossningar, så kan det ses som ett bra resultat.



## **5.4 Viktiga faktorer**

Det finns ett flertal faktorer som bidragit till att körskador har uppkommit på trakterna som ingick i fältstudien. Dessa anledningar var för sig behöver inte leda till körskador, men kombinationen av dessa faktorer innebär att risken för körskador ökar väsentligt. Den vanligaste åtgärden för att förhindra körskador är att köra på avverkningsrester. GROTen är i dagsläget inte särskilt bra betalt så då lönar det sig att använda GROTen om man lyckas undvika att orsaka körspår som man i annat fall får laga med en grävmaskin. Dessutom kvarstår ekologiska konsekvenser såsom kväveutlakning, kvicksilverläckage samt skador på vatten. En lagning med grävmaskin är dessutom till stor del enbart i kosmetiskt syfte.

### **5.4.1 Utbildning**

Entreprenörerna efterfrågade i intervjuerna mer utbildning. Den utbildning som hade genomförts i projektet var uppskattad och lärorik. Däremot så förväntade sig entreprenörerna vidareutbildning i området Skonsam drivning för att kunna anpassa sitt sätt att arbeta för att kunna minska mängden körskador ännu mer.

### **5.4.2 Maskiner**

Storleken på maskiner är något som projektet Skonsam drivning ännu inte innefattar. Vad som framgick i intervjuer både med inspektorer och entreprenörer så tycker båda parter att ämnet skall lyftas fram i fortsättningen av projektet. Att en entreprenör ska kunna byta till en mindre maskin med lägre marktryck, utan att drabbas ekonomiskt av detta, skulle vara en stor fördel för fortsättningen av projektet.

### **5.4.3 Traktbank**

Entreprenörer upplever att en begränsad traktbank är en av de stora orsakerna till att körspår uppkommer. Detta togs upp i intervjuerna med entreprenörerna att det var en avgörande faktor till att körskador orsakades. Dvs. att entreprenören var på fel plats vid fel tid. En större traktbank med fler valmöjligheter för entreprenören och en större flexibilitet skulle leda till minskad andel körskador. En möjlighet att kunna ha fler tillgängliga allväderspöster är att höja premierna för att kunna kontraktera fler trakter med bra bärighet som är lämpliga att avverka i besvärliga perioder.

#### **5.4.4 Speciella omständigheter**

I ett fall där det uppkommit allvarliga körskador i en basväg till avverkningen, så visste ansvarig inspektor om att det skulle bli körskador innan avverkningen genomfördes. Anledningen till att den genomfördes var att det var ett stort område skog som blivit drabbat av storm och vindfällena skulle upparbetas och tas ut. I ett annat fall hade mängden GROT inte varit tillräcklig och körspår hade uppstått i basvägen fram till avverkningen.

#### **5.4.5 Markfuktighetskartor**

Möjlighet till detaljplanering med markfuktighetskartor är den viktigaste avgörande faktorn till att körskador har kunnat undvikas. Enligt inblandade personer i projektet så är markfuktighetskartor det hittills bästa som har kommit ur projektet. Det har gett entreprenörer möjlighet att börja avverka nya trakter på dygnets mörka timmar och kunna planera sina körstråk utan att riskera att köra ner i blötare partier och därmed kunna undvika körspår.

#### **5.4.6 Förebyggande arbete**

Projektet Skonsam drivning går ut på att entreprenörerna ska fakturera för arbetet de lägger ner på att förebygga körskador.

Arbete som ska gå att fakturera för utöver ackordspriser är t.ex. att köra rena lass med GROT till basvägen eller bygga broar över vattendrag. Projektet Skonsam drivning är i en uppstartsfas och entreprenörerna har inte kalibrerat sig för arbetet de kan lägga ner för att förhindra körskador. Kostnaderna för det förebyggande arbetet varierade stort på trakterna. Intervallet låg mellan 0 kr/m<sup>3</sup>fub till 5,38 kr/m<sup>3</sup>fub. Genomsnittskostnaden var 0,92 kr/m<sup>3</sup>fub på arbetet för att förhindra körskador vilket var betydligt lägre än den förväntade kostnaden ca 3 kr/m<sup>3</sup>fub.

Det viktigaste arbetet för att förhindra körskador är det som görs innan maskinerna anländer till trakten. Att med digitala hjälpmedel kunna planera drivningsstråk på trakten med hjälp av höjder och lutningar samt kunna använda en markfuktighetskarta för att undvika körspår (Bergkvist mfl. 2014).

### 5.4.7 Kostnadsläge

Anledningarna till att kostnadsläget ligger under den förväntade kostnaden för arbetet för att förhindra körskador kan vara många. En eller flera av dessa faktorer leder till att entreprenörerna i detta fall legat under den förväntade kostnaden.

Eftersom projektet är i en uppstartsfas så har entreprenörerna ännu inte fått feedback på arbetet som är gjort. När uppföljningar gjorts och diskussioner med inblandade parter som entreprenörer, planerare, markägare samt inspektorer kan man dra slutsatser om något behöver läggas till eller tas bort.

Det behövs tydliga instruktioner för vad som förväntas ingå i ackordsarbetet för entreprenören där körskador skall förhindras. Det arbete som görs utöver detta skall entreprenören få ersättning för utöver ackordspriset.

## 5.5 Förslag till förbättringar

I fortsättningen i projektet Skonsam drivning så finns det en rad möjligheter till förbättring i ett flertal avseenden. I huvudsak så gäller det att göra dessa åtgärder i rätt tid på rätt plats. Inga åtgärder är tillräckliga om man är på fel trakt och avverkar vid fel tidpunkt, då är körskadorna redan ett faktum. Att genomföra dessa åtgärder i förebyggande syfte är viktigt och inte när körskadorna håller på att uppstå eller redan uppstått. Det som krävs är erfarna och seriösa entreprenörer och bästa möjliga planering. En körskada är ett kvitto på att någonting skulle ha gjorts annorlunda och att åtgärderna varit felaktiga eller otillräckliga. Några punkter jag anser skulle kunna vidareutvecklas eller förbättras är följande:

- Kontinuerlig uppföljning av avverkningar som genomförts där det finns risk för körskador. Dessa uppföljningar skall göras tillsammans med entreprenören som kört trakten för att utvärdera om det arbete som lagts ned i förebyggande syfte varit tillräckligt eller kunde gjorts annorlunda.
- Att utbilda entreprenörer i att genomföra avverkningar med nya hjälpmedel såsom exv. användning av markfuktighetskartor.
- Planering av trakter skall göras i fält på barmark, samråd med entreprenör innan avverkning avseende vilka åtgärder som förväntas vara nödvändiga för att undvika körspår.
- Utred möjligheten till att ge inspektorerna större befogenhet att kunna kontraktera barmarksposter för att ge produktionsledaren ett större utbud med trakter som kan köras vid svåra drivningsförhållanden.

- Utveckla rutiner för produktionsledare och inspektor att hålla kontinuerlig kontakt med entreprenörer vid avverkning av svårdrivna trakter.
- Utveckla tydliga riktlinjer för vilka åtgärder som krävs att vidtas när det börjar bli körspår.

## **5.6 Förslag på fortsatta studier**

Ämnet markskador inom skogsbruk är högaktuellt så möjligheterna till fortsatta fördjupade studier inom ämnet är goda. Att göra en studie med ett större antal trakter och då enbart slutavverkningar eller enbart gallringar skulle vara intressant. Fältarbetet blev försenat därför att det var ont om trakter som gick att avverka vid den tidpunkten. Vid ett liknande examensarbete skulle jag rekommendera att man använder sig av tidigare avverkade trakter och inte räkna med att ett visst antal trakter kommer att avverkas de närmaste månaderna.

Ett förslag på ett intressant examensarbete skulle vara att jämföra olika maskiner för att se vilket samband storlek, utrustning och konstruktion på en maskin har med uppkomna körspår.

## 6. SAMMANFATTNING

Körskador orsakade av skogsmaskiner i avverkningar är ett problem i svenskt skogsbruk. Körskadorna leder till konsekvenser exv. slambildning, kvicksilverläckage, kväveutlakning och markpackning. Förutom de ekologiska konsekvenserna så finns det även estetiska konsekvenser med körskador.

Pågående klimatförändringar ställer nya krav på avverkning där höjda temperaturer och högre mängd nederbörd gör det svårare att avverka utan att orsaka körspår.

Flera stora aktörer i svenskt skogsbruk däribland Mellanskog har gått samman och tagit fram en branschgemensam policy för att ha riktlinjer för hur avverkningar ska genomföras utan att orsaka körspår och vad som är en körskada.

Projektet Skonsam drivning har tagits fram för att ge entreprenörer en bättre möjlighet att avverka utan att orsaka körspår. Meningen är att entreprenörerna ska få ersättning för det arbete de lägger ner i förebyggande syfte för att förhindra körspår. Nya hjälpmedel har tagits fram såsom markfuktighetskartor som ska underlätta planering av körstråk.

Denna rapport visar andelen körskador på tjugo avverkade trakter och jämför dessa mot det fakturerade belopp av entreprenören för det förebyggande arbetet att förhindra körspår. Trakterna som ingick i fältstudien var trakter avverkade under våren 2015 av entreprenörer som gått en kurs i Skonsam drivning. Ett flertal telefonintervjuer genomfördes med inspektorer och entreprenörer som är med i projektet Skonsam drivning.

Av det totala antalet avverkningar så hade 10 % allvarliga körskador, 20 % körskador och 70 % inga körskador. Genomsnittstrakten hade ett uttag på ca 920 m<sup>3</sup>fub. Genomsnittskostnaden för arbetet att förhindra körskador var 92 öre/m<sup>3</sup>fub eller 846 kr per trakt.

Projektet Skonsam drivning är i en uppstartsfas. I rapporten finns förslag på åtgärder för att vidareutveckla eller förändra projektet Skonsam drivning.



## 7. LITTERATURLISTA

### 7.1 Publikationer

Alakukku, L. (2003). *Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. II. Long-term effects on the properties of fine-textured and organic soils.*

Ayers W (1994) *Effluent Quality Parameters for Safe use in Agriculture*

Bendz-Hellgren, M. (1995). *Fakta om rotröta. Rotticka. Skog och forskning. Nr 2, s. 6-7.*

Berg, S. (2011). *Vad är en körskada. Skogsforsk, Resultat nr 3.*

Bergkvist I, Friberg G, Mohtashami S, Sonesson J. (2014). *STIG-projektet 2010-2014.*

Bygdén, G., Eliasson, L. & Wästerlund, I. (2003). *Rut depth, soil compaction and rolling resistance when using bogie tracks.*

Bygdén, G. and Wästerlund I. (2007). *Rutting and soil disturbance minimized by planning and using bogie tracks.*

Edlund J (2012) *Inställning och kommunikation kring körskador bland skogstjänstemän och entreprenörer*

Eriksson, H (2007). *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar.*

Eliasson, L, Wästerlund, L (2002). *Effects of slash reinforcement of strip roads on rutting and soil compaction on a moist fine-grained soil.*

Gellersted, S & Dahlin, B (1999). *Cut-To-Length: The Next Decade.*

Hallonborg, U. (1982). *Ristäckets inverkan på spårbildningen.*

Henderson, (1990). *Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname*

Hummel, J.W., Ahmad, I.S., Newman, S.C., Sudduth, K.A. & Drummond, S.T. (2004). *Simultaneous soil moisture and cone index measurement.*

Jansson, K-J (1998). *Effects of machinery traffic in forestry on soil properties and tree growth.*

Johansson L (2000) *Rotröta i Sverige enligt riksskogstaxeringen*

Johns J, Paulo Bareto, Christoffer Uhl (1996). *Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon.*

Karlsson, L & Myrhman, D (1990). *Spårdjupsprov, skotare. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Resultat Nr 23.*

Porsinsky & Pentek (2012) Ecoefficient Timber Forwarding on Lowland Soft Soils  
Skyllberg, U. (2003). *Kvicksilver och metylkvicksilver i mark och vatten. Fakta – skog, nr 11.*

Stafford, J. V. (1988). *Remote, Non-contact and in-situ Measurement of Soil Moisture Content.*

Staland, F. and K. Larsson (2002). *Bra planering och rätt teknik minskar risken för markskador*

TrelleborgTwinForestry (2004). *Tires wide.*

Wästerlund I (2006) Markskador vid GROT-uttag

## 7.2 Pdf-Dokument

[https://www.mellanskog.se/PageFiles/Dokument/Br%20gem\\_milj%c3%b6policy\\_120126.pdf](https://www.mellanskog.se/PageFiles/Dokument/Br%20gem_milj%c3%b6policy_120126.pdf)

<http://www.skogforsk.se/contentassets/53c13630a287446f9e372e24314edb54/resultat-11-2005.pdf>

<http://www.slu.se/PageFiles/338088/Bergkvist.Finns%20det%20pengar%20att%20tj%c3%a4na%20p%c3%a5%20att%20undvika%20k%c3%b6rskador.pdf>

<http://www.slu.se/PageFiles/33707/2000/S00-15.pdf>

[https://www.fiskeriverket.se/download/18.1e7cbf241100bb6ff0b8000300/finfo01\\_6.pdf](https://www.fiskeriverket.se/download/18.1e7cbf241100bb6ff0b8000300/finfo01_6.pdf)

## 7.3 Internetdokument

### Länk A

<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skogseko/Artikelregister/Skogseko-32009/Viktigt-att-minska-kvicksilverlackaget/>

### Länk B

<http://docplayer.se/179877-Fiskeriverket-informerar.html>

### Länk C

<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Metaller/Kvicksilver/>



**Länk D**

<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Press-och-information/Pressmeddelanden/Manga-allvarliga-korskador-upptackta-vid-vattendrag/>

**Länk E**

<http://www.vaderstad.com/se/know-how/jordanalys/markpackning>

**Länk F**

<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skador-pa-skog/Svampar/Rotrota/>

**Länk G**

[http://www.gran.slu.se/Program/rotrota/rotrota\\_spridning.htm](http://www.gran.slu.se/Program/rotrota/rotrota_spridning.htm)

**Länk H**

<http://docplayer.se/179877-Fiskeriverket-informerar.html>

## **8. BILAGOR**

Bilaga 1      Intervjufrågor till inspektorer

Bilaga 2      Intervjufrågor till entreprenörer



Hur upplever du markägarnas inställning till körskador?

Anser du Mellanskog satsar tillräckligt med resurser för att förhindra markskador?

Hur ser du på möjligheterna att engagera entreprenörer i detta projekt?

Vad ser du för fördelar och nackdelar kan komma med detta projekt?

Tror du projektet kan påverka virkesflödet ur skogen? Öka, minska eller mer kontinuerligt eller på vilket sätt?

Hur tror du projektet kan komma att påverka markägarnas inställning till att avverka sin skog vid känsligare tidpunkter eller marker med sämre bärigheter?

Vad tror du kunnat göras annorlunda för att få fram ett bättre resultat med projektet?

Upplever du att uppkomsten av markskador gjort markägare mer kritiska att avverka på sin skog?

Hur anser du att vattenkartorna har påverkat ditt arbete under planeringsfasen inför avverkningar?

Hur tror du om möjligheterna att få med markägarna på detta projekt? Att dem ska betala mer för att skona marken.

Ser du körskadorna som ett stort problem i svenskt skogsbruk?

Hur ser du på definitionen körskada?

Hur skulle det optimala systemet vara utformat för att minimera körskador?  
Avseende teknik, metod, ersättningsform och ansvarsfördelning?

Vilka är de största orsakerna till att körskadorna uppkommit? Hur skulle de kunna förhindrats tidigare?

Tycker du att ansvarsfördelningen kring körskador är rimligt fördelade mellan entreprenörer och uppdragsgivaren? Hur ser du att det ska kunna förbättras/förändras?

Hur upplever du att du haft möjlighet att påverka uppkomsten av körskador innan projektet påbörjades?

b) Hur har dina möjligheter att förhindra körskador förändrats med den nya metoden?

Hur ska Mellanskog ytterligare kunna hjälpa dig som entreprenör för att minska uppkomsten av körskador?

Vad tycker du det finns för vinning att försöka minska körskadorna vid avverkningar? Tycker du att det gynnar dig som entreprenör?