



Tillämpning av spårlos drivning vid drivningsplanering på Holmen Skog

Application of traceless forest harvest planning at Holmen Skog



Sara Nilsson

**Arbetsrapport 2 2017
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Tomas Nordfjell**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi
S-901 83 UMEÅ

www.slu.se/sbt

Tfn: 090-786 81 00

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Tillämpning av spårlös drivning vid drivningsplanering på Holmen Skog

Application of traceless forest harvest planning at Holmen Skog

Sara Nilsson

Nyckelord: Körskador, markfuktighetskarta, traktdirektiv, traktplanering

Arbetsrapport 2 2017

Examensarbete i skogshushållning vid Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi, 30 hp
EX0772, Jägmästarprogrammet

Handledare: Tomas Nordfjell, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Examinator: Ola Lindroos, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2017

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Förord

Den här studien genomfördes som ett examensarbete under Jägmästarprogrammet i Umeå. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng vilket innebär 20 veckors heltidsstudier. Initiativet till studien kom från Holmen Skog som bidragit med data och handledning via Jonas Byström. Arbetet har skrivits vid Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi. Handledare på SLU har varit Tomas Nordfjell och Carola Häggström.

Tack till Tomas och Carola för snabb och gedigen handledning. Tack till Holmen Skog och Jonas Byström för förtroendet. Sist men inte minst, tack till alla ni som bidragit på olika sätt med uppmuntran, korrekturläsning och fikapausar.

Umeå, januari 2017

Sara Nilsson

Sammanfattning

Körskador på skogsmark är en möjlig men oönskad bieffekt av skogsbruk. Sedan 2013 har Holmen Skog implementerat sin metod för spårlos drivningsplanering med målsättningen att utföra drivningar så skonsamt som möjligt. Körskador har trots det fortsatt att uppstå.

Syftet med studien var att undersöka till vilken grad spårlos drivning tillämpas vid drivningsplanering samt undersöka möjliga samband mellan hög grad av spårlos drivning och förekomst av körskador.

En checklista med nio olika krav utformades för att identifiera till vilken grad en trakt planerats enligt spårlos drivning. Ett stickprov togs på 246 slumpvis valda trakter som avverkats år 2015/2016 inom Holmen Skogs verksamhetsområde, där det också fanns en återrapport angående förekomst av körskada. Trakterna granskades sedan med hjälp av markfuktighetskarta, traktdirektiv och beståndsinformation för att bedöma vilka krav på spårlos drivning som uppfyllts.

Resultatet visade att trakter i genomsnitt planerades till 51 % enligt spårlos drivning. Förslag av huvudbasstråk, anpassning vid GROT-uttag och instruktion om risning var de krav som uppfylls mest sällan. Inga signifikanta samband hittades mellan drivningsplaneringens grad av spårlos drivning och förekomst av körskador.

En tydligare rutin för hur planeringen ska utföras och hur ett färdigt traktdirektiv ska se ut skulle kunna förbättra traktdirektiven och se till att planering sker mer konsekvent.

Nyckelord: Körskador, markfuktighetskarta, traktdirektiv, traktplanering

Summary

Soil damage on forest land is a possible but unwanted side effect of forestry. Since 2013, Holmen Skog has implemented its method traceless forest harvest planning with the aim of carrying out forest operations as carefully as possible. Despite this, soil damages are still occurring.

The purpose of this study was to investigate to what extent traceless forest harvest planning is applied during forest harvest planning and to examine possible links between high degrees of traceless forest harvest planning and occurrence of soil damage.

A checklist of nine different requirements was designed to identify the degree of traceless forest harvest planning to a forest harvest plan. A sample of 246 randomly selected sites was taken from sites harvested year 2015/2016 within the operation area of Holmen Skog, and which had a registered report on the presence of soil damage. The sites were then examined with the help of a soil moisture map, site directives and site information to assess which requirements of traceless forest planning it had fulfilled.

The result showed that the regions on average planned their sites with traceless forest harvest planning in 51%. Proposal of the main base paths, instruction about slash reinforcement and priorities for the removal of logging residues were the requirements that were most rarely met. No significant correlation was found between the degree of traceless forest harvest planning and occurrence of soil damage.

A clearer procedure for how planning should be carried out and how a finished site directive should look like could improve the site directives and ensure that planning is performed more consistently.

Keyword: Soil damage, soil moisture map, site directives, harvest planning

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Definitioner.....	6
1.3 Skogsbruk i Sverige.....	7
1.4 Körskador.....	7
1.5 Planering inom skogsbruk.....	8
1.6 Spårlös drivning.....	9
1.7 Mål.....	10
2 Material och metod.....	11
2.1 Litteraturstudie.....	11
2.2 Checklista.....	11
2.3 Urval.....	13
2.4 Granskning av trakter.....	13
2.5 Sammanställning och analys.....	15
2.5.1 Generellt.....	15
2.5.2 Möjliga samband med förekomst av körskador.....	16
2.5.3 Signifikanstest.....	16
3 Resultat.....	18
4 Diskussion.....	22
4.1 Resultat.....	22
4.1.1 Grad av spårlös drivning.....	22
4.1.2 Checklistans krav.....	22
4.1.3. Trakternas kravuppfyllnad.....	23
4.1.4 Övriga resultat.....	24
4.2 Resultat jämfört med litteratur och tidigare kunskap.....	24
4.3 Hur kan resultaten implementeras och hur generella är resultaten?.....	24
4.4 Förslag på tillämpning.....	25
4.5 Styrkor och svagheter med studien.....	26
4.6 Behov av fortsatt forskning.....	27
4.7 Slutsatser.....	27
Referenser.....	28

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I dagens samhälle är miljö och klimat en återkommande diskussion. Allt fler människor blir medvetna om den påverkan vi har på jorden. Vi går mot ett varmare klimat och det är viktigt att ta hänsyn till framtida annorlunda klimatförhållanden när vi idag nyttjar jordens resurser, inte minst när vi anlägger framtidens skogar (Bärring et al., 2016). Ett hållbart nyttjande av jordens resurser krävs för ett långsiktigt hållbart samhälle. Ett viktigt hjälpmedel för att nå ett hållbart samhälle är de Svenska Miljömålen (Naturvårdsverket, 2012). 16 mål finns uppsatta för att lösa nutidens miljöproblem och därmed kunna överlämna ett hållbart samhälle till kommande generationer. I de svenska miljömålen finns ett mål som direkt rör skogsbruk, Levande Skogar, men även två indirekta mål; Myllrande Våtmarker samt Levande Sjöar och Vattendrag. Att tre av 16 miljömål berörs av skogens brukande är en anledning till att syna skogsbrukets miljöpåverkan. Den svenska skogsindustrin har ett stort ansvar för skogsbrukets påverkan på omgivningen, och behöver därmed säkerställa att handlingar och resultat kan motiveras väl ur ett miljöperspektiv (Thor & Thorsén, 2014).

1.2 Definitioner

För att undvika förvirring gällande terminologi listas här några frekvent återkommande ord och begrepp samt deras betydelse i rapporten.

Beståndsstråk = körväg som endast skördaren använder, benämns av Holmen Skog som spökstråk.

Drivning = avverkning och utforsling av virke.

Drivningsplanering = traktplanering, planering innan avverkning kan påbörjas, resulterar i ett traktdirektiv.

Hela Holmen = sammanslagning av regionerna nord, mitt och syd.

Holmen Skog = benämns som Holmen.

Grad av spårlos drivning = procentuell sammanslagning av en trakts uppfyllda krav på spårlos drivning.

GROT = Grenar och Toppar, används när benämning gäller uttag i form av biobränsle.

Krav på spårlos drivning = Nio identifierade faktorer från Holmens skriftliga instruktioner som anses påverka en skonsam drivning.

Risa/risning = att lägga GROT från upparbetning i körväg med syftet att skydda marken
'Rutin Förplanera trakt' = Holmens skriftliga instruktion angående hur en trakt ska förplaneras.

'Rutin Fältplanera Trakt' = Holmens skriftliga instruktion angående hur en trakt ska drivningsplaneras.

Spårlogg = GPS-koordinater över skördarens väg inom trakten.

'Spårlos Drivning – en metodbeskrivning' = Holmens skriftliga instruktion som beskriver hur en drivning utförs så skonsamt som möjligt.

Spårlos drivning = praktisk användning av krav på spårlos drivning i drivningsplanering.

Trakt = geografiskt avgränsat område med planerad skoglig åtgärd.

Åtterrappport = frågeformulär angående utförd drivning som fylls i av aktuellt maskinlag och skickas in till Holmen.

Överfart = körning över vattendrag.

1.3 Skogsbruk i Sverige

Dagens skogsbruk är helt beroende av markburna maskiner. Vid gallring och slutavverkning används stora maskiner, sällan under 15 ton. Vid en slutavverkning hanteras större träd vilket kräver större och därmed tyngre maskiner. En stor skördare byggd för slutavverkning väger ofta mellan 20 och 25 ton (John Deere Forestry, 2016).

Skotare har olika vikt och lastkapacitet, men väger i en gallring runt 26 ton med full last (John Deere Forestry, 2016; Komatsu, 2016). I en slutavverkning väger en skotare mellan 40 och 45 ton när den kör ut virke från skogen (Lundqvist et al. 2014). På produktiv skogsmark i Sverige avverkades det 2013/2014 i genomsnitt 273 m³sk per hektar (SLU, 2015). Det motsvarar 224 m³fub per hektar av rundvirke som skall skotas ut till avlägg. Om en skotare förutsätts kunna ta ett medellass på 18 m³ krävs det 13 vändor för att skota ut 224 m³fub (om vi antar att det är volym och inte vikt som begränsar) per hektar.

1.4 Körskador

Körskador uppkommer ibland som en oönskad bieffekt av avverkning med tunga maskiner. Körskador kan ha negativ effekt på miljön (Naghdi & Solgi, 2014). Skador kan uppstå i form av kompaktering, utlakning av näringsämnen, produktionshämning, erosionsrisk samt att sociala värden försämras, beroende på var körskadan sker (Magnusson, 2015; Porvari et al., 2003; Wästerlund, 1985). Störningar på skogsmark varierar stort i utbredning och intensitet beroende på ett flertal faktorer: topografi, jordart och djup, markfuktighet vid drivning, humus/rismängd som skyddande lager, maskinens tyngd, markkontaktorgan och styrning, maskinförarens skicklighet, mängd och typ av virkesuttag, mönster av uttagningsspår och frekvens på intrång (Froehlich, 1974). Påverkan på marken kan vara långsiktigt bestående. I en studie av Rab (2003) kvarstod markpåverkan från virkestransport i terräng 10 år efter drivning.

Trots hög vikt kan skördare med hjälp av planering och tekniska anpassningar (t.ex. band som utökar kontaktytan och därmed minskar marktrycket) ofta köra över marken med endast grunda, om än synliga spår (Eliasson, 2005). En välkänd teknik för att förstärka marken är att risa körvägen. Risning är extra viktigt för att skydda blötare marker med låg bärighet. Att en gång köra på en stickväg som inte är risad ökar bulkdensiteten (marken kompakteras och luft trycks bort) i markens översta 20 centimeter mer än att köra fem gånger över en stickväg med 20 centimeter tjockt lager ris enligt Eliasson och Wästerlund (2007). Skyddet från riset minskar med antal maskinöverfarter (Han et al. 2006).

Spårdjup mätta efter gallring visar att spårdjupen ökar med antal maskinöverfarter samt att andel markbrott ökar med ökad mängd avverkningsvolym (Fries, 1974). Även Jansson & Johansson (1998) och Sakai et al. (2008) visar att spårdjupen ökar med antal maskinöverfarter. En maskin med band gjorde grundare spårdjup samt lämnade det organiska jordlagret orört medan en maskin med hjul skar sönder rötter och blandade dem med mineraljorden. Det är dock tyngden som avgör hur stor påverkan maskinen har längre ner i jorden, ju tyngre desto djupare kommer marken att påverkas (Jansson & Johansson, 1998). Flera maskinöverfarter med en lastad skotare påverkar jordkompakteringen. Graden av kompaktering beror på markens aktuella fukthalt, porositet och markvattenkapacitet. Kompakteringsgraden blir även högre om marken inte är frusen (Šušnjar et al. 2006). Eftersom dagens industri kräver tillgång till virke året om uppstår svårigheter om det finns

för många vintertrakter (skogsområden som endast är lämpliga att avverka på frusen mark). Klimatet går mot kortare och varmare vintrar vilket gör det svårt att hinna avverka alla vintertrakter vid rätt tid. Korta och varma vintrar försämrar markens bärighet (Edlund, 2012), något som förväntas öka kostnaderna för få ut virke samt göra det svårare att undvika oacceptabla körskador (Eriksson, 2007).

Körskador är inte önskvärd av skogsindustrin. Förutom negativ miljöpåverkan så sänks produktiviteten av eventuella fastkörningar och det ökade rullmotståndet som uppstår i djupa körspår (Bygdén et al. 2003). Kompaktering tros även ha långsiktiga produktionsnedsättande egenskaper så som att näringsupptag, vattentillförsel och rottillväxt m.m. hindras (Kozlowski, 1999). Ett förslag på en gemensam policy angående körskador för svenskt skogsbruk har skapats (Berg et al. 2010) vilket resulterade i att skogsbranschen gemensamt konstruerade en policy för hur man ska undvika körskador. Skogsbranschen kom även överens om hur körskador ska klassificeras för att underlätta jämförelser mellan olika organisationer. Det slogs fast att allvarliga körskador inte får ske men att mindre allvarliga körskador måste accepteras i viss mån. Målsättningen är dock att även de mindre allvarliga körskadorna ska undvikas (LRF & Skogsindustrierna, 2012).

Mohtashami et al. (2016) utförde en studie i Mälardalen där de undersökte spårbildning till följd av drivning vid slutavverkning. På 89 % av de avverkade objekten fanns någon form av synliga spår. Endast 11 % var helt spårfria. Större objekt hade fler spår vilket tros höra ihop med mängd volym som forslas ut, och därmed ett ökat antal körningar jämfört med mindre trakter. En annan studie visar att det är vanligare med körskador på avläggsvägar än på basvägar och huvudbasstråk. De allvarliga körskadorna uppstod främst där vägen varit otillräckligt risad. Det fanns även många fall av mindre allvarliga körskador på vägar som inte risats (Friberg & Bergkvist, 2016).

Det är inte enbart tyngden på skogsmaskinerna och hur de framförs som har påverkan på marken. Även årstid och marktyp vid drivning har inverkan. Att planera tänkta bas- och stickvägar för att klara det återkommande trycket från upprepade maskinöverfarter är därför viktigt för att få en drivning utan oacceptabla körskador.

1.5 Planering inom skogsbruk

Hur en skog ska skötas beror på målet med skogen och den tidsmässiga skalan. Skoglig planering brukar delas in i långsiktig (strategisk), mellansiktig (taktisk) och kortsiktig (operativ) utifrån vilken tidsperiod planen behandlar (Ståhl & Wilhelmsson, 1994). En långsiktig plan kan t.ex. vara att öka virkesförrådet och kan vara ett mål för de kommande 100 åren. Den detaljplanering som utförs innan en skoglig åtgärd kan påbörjas hamnar under den operativa planeringen (Bettinger et al. 2009). Inom den operativa planeringen hamnar de mest aktuella besluten. Det handlar oftast om åtgärder som kommer utföras inom ett år t, t.ex. när en trakt ska drivas, hur mycket virke som ska tas ut, var basvägarna ska ligga och vart virket ska forslas vidare. Drivningsplanering anges av Persson (2008) som den billigaste åtgärden för att minimera skador från terrängkörning och skotning. Att planering utförs väl genomtänkt och att noga välja tidpunkt för avverkningen gör att det går att minska risken för skador på miljön i samband med avverkningen. Även Uusitalo (2010) anger rätt tidpunkt för avverkning som den faktor som har störst påverkan på skador på mark och kvarstående träd.

1.6 Spårlös drivning

Spårlös drivning är den metod för drivningsplanering som Holmen utformat för att kunna planera och utföra drivning med minimal markpåverkan, öka produktiviteten, förbättra maskinförarnas arbetsmiljö och höja GROT-kvaliteten (Holmen Skog, 2016c). Man hoppas även kunna minska bränsleförbrukningen (Holmen Skog, 2013). Spårlös drivning är baserad på den branschgemensamma miljöpolicyen angående körskador. Spårlös drivning är implementerad sedan 2013 (Byström, 2016, pers. komm.) i företagets alla nivåer (hos ledning, planerare & entreprenörer) och ska användas vid planering av trakter. Det finns många faktorer att tänka på när det gäller drivningsplanering. De faktorer som påverkar spårlös drivning finns, förutom i 'Spårlös drivning – en metodbeskrivning', inbäddade i Holmens 'Rutin Fältplanera Trakt' och 'Rutin Förplanera trakt'.

Faktorer från 'Rutin Fältplanera Trakt' och 'Rutin Förplanera trakt':

Finns avlägg markerat i fält och traktdirektiv?

Finns basväg/huvudstråk snitslade och registrerade?

Finns överfarter över vattendrag längs basväg/huvudstråk snitslade och registrerade?

Finns drivningshinder (t.ex. bäck) markerad i helhet, t.ex. snitslad eller registrerad samt dokumenterad i traktdirektiv?

Finns åtkomstklass bedömd, t.ex. GYL, krävs särskilda insatser?

Finns anpassning för uttag av GROT i de fall det ska tas ut?

Finns depåplats utmarkerad i fält och på traktdirektiv för avverkningslagets utrustning? (Holmen Skog, 2016a,b).

Faktorer från 'Spårlös drivning - en metodbeskrivning':

Har planerare anvisat basväg mellan avlägg och trakt i traktdirektiv?

Har planerare besökt trakt under barmark och dagsljus? (Bör göras)

Finns huvudbasstråk anvisade?

Är basvägen förlagd på den bärigaste marken?

Är åtgärder vidtagna för att undvika körskador? T.ex. Virkesbroar

Är huvudbasstråken förlagda till den bärigaste marken? Är de risade?

Är GROT hanterat i första hand för att förebygga körskador? Biobränsle andra hand?

(Holmen Skog, 2016d).

Gemensamma faktorer:

Finns avlägg markerat?

Finns basväg anvisad mellan trakt och avlägg?

Är basvägen i så fall förlagd till den bärigaste marken?

Finns huvudbasstråk anvisade?

I så fall på den bärigaste marken?

Finns instruktion om risning i huvudbasstråk?

Är åtgärder vidtagna för att minska körskador? T.ex. markerade överfarter, virkesbroar

Har planerare besökt trakt under barmark och dagsljus?

Är GROT-hantering angett som i första hand körskadeförebyggande?

En körskada specificeras av Holmen som körspår som är mer än 10 meter långa (sammanhängande) och i medeltal minst 3 dm djupa (mätta från botten av spåret till omkringliggande markyta) (Holmen Skog, 2016c). För att definieras som en allvarlig körskada räcker det med att skadan förekommer i något av följande fall:

- Körskador i och i direkt anslutning till vattendrag och sjöar
- Körskador som leder till ökad slamtransport till sjöar och vattendrag
- Körskador som orsakar försumpning eller översvämning i anslutning till vattendrag på grund av dämning
- Körskador på torvmark nära (inom 15 m) vattendrag och sjöar
- Körskador som påverkar naturvärden i lämnad hänsyn exempelvis hänsynsytor och detaljhänsyn
- Körskador som försämrar framkomlighet på frekvent använda stigar och leder
- Körskador som försämrar upplevelsevärdet i frekvent använda friluftsområden
- Körskador på fornlämningar och andra värdefulla kulturlämningar

Spårlös drivning introducerades under 2013 med utbildning för både planerare och maskinförare, den sista utfördes hösten 2014. Därefter har alla planerare under 2015/2016 genomgått en repetition via skötselskolan. Maskinförarna skall även de vidareutbildas i framtiden (Byström, 2016, pers. komm.).

Holmen har som målsättning att alla allvarliga körskador ska förhindras och kräver därmed att både planering och drivning inom företaget ska ske spårlöst. Trots införande av spårlös drivning har körskador fortsatt att uppstå. Holmen utför årligen en kvalitetsuppföljning på ett antal av varje maskinlags avverkade trakter. Att körskador fortfarande förekommer har gett upphov till den här studien.

1.7 Mål

Syftet var att undersöka till vilken grad spårlös drivning används i drivningsplanering för slutavverkning och gallring på Holmen efter 2015-01-01. Målet var också att undersöka om det finns några samband mellan förekomst av körskador och hur drivningsplaneringen har genomförts, samt andra möjliga samband mellan förekomst av körskador och information från drivningsplaneringens trakttdirektiv.

Hypoteserna var att:

- i) Spårlös drivning tillämpas i hög grad vid genomförda drivningsplaneringar inom Holmens tre regioner.
- ii) Tillämpning av spårlös drivning vid drivningsplanering i hög grad resulterar i färre körskador än om spårlös drivning tillämpas i låg grad eller inte alls.

Studien är avgränsad till faktorer som kan utläsas via Holmens trakttdirektiv och beståndsregister, för redan avverkade trakter.

2 Material och metod

2.1 Litteraturstudie

Litteratursök inledde arbetet för att kunna motivera studien och införskaffa bakgrundsinformation. Litteraturstudier utfördes på litteratur från databaser så som Google Scholar, Web of Knowledge, Primo samt tilldelad litteratur från Holmen. Skötselskolans utbildningar angående körskador, spårlos drivning, miljöhänsyn och effektiv planering genomfördes också för att se vilken kunskap som planerare förväntas ha och använda sig av vid drivningsplanering.

2.2 Checklista

En checklista utformades från Holmens olika instruktioner för drivningsplanering – 'Rutin Fältplanera Trakt', 'Rutin Förplanera trakt' och 'Metodbeskrivning – Spårlos Drivning'. Checklistan identifierar faktorer som påverkar en skonsam drivning. Checklistans faktorer formulerades sedan som krav för att kunna undersöka om spårlos drivning tillämpats vid drivningsplaneringen.

När en preliminär checklista färdigställts besöktes ett maskinlag i Lycksele där spårlos drivning diskuterades i fält. Besöket genomfördes för att stämma av att den teoretiskt sammanställda checklistan stämde överens med maskinförarnas praktiska kunskap angående vilka faktorer som är viktigast att tänka på vid planering för att lyckas med körskadefri drivning. Därefter kvalitetskontrollerades checklistan med en förstudie av ett fåtal trakter för att säkerställa att checklistans krav på spårlos drivning var rätt utformade, möjliga att bedöma, samt för att få en uppfattning om hur lång tid det skulle ta att granska varje trakt. Checklistan korrigerades med vissa förtydliganden och omformulerades till slutgiltig utformning (tabell 1).

Tabell 1. Checklista med krav som identifierar spårlos drivning**Table 1.** Requirements of the checklist that identifies traceless forest harvest planning

Krav	Frågeställning	Svarsalternativ	Bedömningsstöd
1	Är utmarkerat avlägg väl genomtänkt?	Ja / Nej	Avläggssymbolen i kartan placerad på mest bäriga mark*, i närhet till väg.
2	Finns huvudbasstråk utmarkerat på karta (inom trakt)?	Ja / Nej	Förslag på körvägar som ska klara flera transporter inom trakten, symboliserade som gula linjer inom trakten.
3	Är huvudbasstråk förlagd på den bärigaste marken?	Ja / Nej / Ej aktuellt	Huvuddel av basstråk dragen på mest bäriga mark*.
4	Finns basväg anvisad mellan avlägg och trakt?	Ja / Nej / Ej aktuellt	Linje från avläggssymbol till markerad trakt, aktuell där trakten inte ligger i anslutning till väg.
5	Är basvägen förlagd på den bärigaste marken?	Ja / Nej / Ej aktuellt	Huvuddel av väg dragen på mest bäriga mark* .
6	Finns överfarter utmarkerade längs basväg/huvudstråk?	Ja / Nej / Ej aktuellt	Överfartssymbol placerad i karta där väg korsar vattendrag. Aktuellt där vattendrag finns markerat både i markfuktighetskarta och ortofoto (markfuktighetskartan kan påvisa små surdrag som inte finns i fält).
7	Finns hänsyn tagen till GROT-uttag?	Ja / Nej / Ej aktuellt	Skriftlig instruktion i trakt direktiv om att GROT-uttag endast är aktuellt där riset inte behövs för markförebyggande åtgärder.
8	Finns instruktion om risning av huvudbasstråk/basväg?	Ja / Nej	Skriftlig instruktion i trakt direktiv om risning.
9	Överensstämmer planerad drivningstidpunkt med åtkomstklass?	Ja / Nej	Jämför utfört datum med datum för aktuell åtkomstklass.

* Mest bäriga mark definieras som torrast möjliga mark med hjälp av markfuktighetskartan.

* *Ground with highest carrying capacity is defined as the driest possible ground according to a soil moisture map.*

Besvaras ett krav med ja innebär det att kravet är uppfyllt. Besvaras det med nej innebär det att kravet inte uppfyllts. Besvaras det med ej aktuellt innebär det att kravet inte är relevant för den trakten.

2.3 Urval

Den 14 september 2016 fanns 2370 lämpliga traktdirektiv i Holmens tre regioner. Med lämpliga traktdirektiv avsågs utförda avverkningar efter 2015-01-01, slutavverkning eller gallring på både egen skog och köp. Endast trakter med en registrerad återrappport angående förekomst av körskada togs med. Med hjälp av konfidensintervallformeln (Samuels et al. 2012) och diskussion med SLUs statistik konsult beräknades ett stickprov på 246 trakter vara tillräckligt för att med 95% signifikansnivå och 10 % osäkerhet låta stickprovet representera totala antalet trakter. Ett stratifierat urval gjordes utifrån region. För att slumpa ut trakter ingående i urvalet fick de ett slumpantal i Excel mellan 0 och 1 och sorterades därefter från lägst till högst. Trakterna granskades sedan nedåt i listan. Vissa traktdirektiv var bristfälliga beroende på otillräcklig data (t.ex. om markfuktighetskartan inte fungerade) och hoppades därmed över och nästa trakt i listan granskades. De totalt 246 slumpvis utvalda trakterna fördelades proportionerligt över regionerna (90 från region Nord, 87 från Mitt och 69 från Syd) beroende på hur många lämpliga trakter som funnits inom varje region.

2.4 Granskning av trakter

Excel användes för att registrera all data som insamlades. Informationen samlades in med hjälp av markfuktighetskarta, traktdirektiv, återrappport och beståndsregister.

Beståndsinformation som registrerades innefattade:

- TraktID (det unika nummer en trakt får i Holmens system för att kunna identifieras).
- Terrängbärighet (en fältbedömd indikation på markens bärighet inom drivningstrakten i fem klasser av Grundförhållande enligt terrängtypschemat (Berg, 1982)).
- Transportbärighet (en subjektiv fältbedömning i fyra klasser angående vid vilka förhållanden det är möjligt att med lastbil transportera ut virke på den skogsbilsväg som leder till trakten).
- Åtkomstklass (en sammanvägning av terräng- och transportbärighet ger lämplig årstid för drivning; antingen barmark, förvinter, vinter eller senvinter).
- Datum (registrerat när återrappporten är inskickad vilket görs av maskinförarna när drivningen är utförd).

Från VSOP (Holmens system för att se drivningsplaneringar) inhämtades:

- Datum för drivning.
- Avverkningsform (typ av drivning som sker; gallring, slutavverkning eller i ett fåtal fall en kombination av båda).
- Förekomst av körskada eller ej (maskinförarnas återrappport innehåller en fråga om körskada finns på väg eller i terräng, besvarad av aktuellt maskinlag).
- Om maskinförarna kört enligt traktidirektivets vägförslag i majoritet av den planerade vägen (noterades i de fall både spårlogg fanns inskickad av maskinlag och vägförslag fanns).
- Övriga kommentarer (noterades om maskinförarna skrivit något mer i återrappporten, t.ex. var körskadan uppstod, eller om det fanns saker som kan tänkas vara intressanta men inte kommer med i checklisten, t.ex. instruktion om att maskinföraren bör köra beståndsstråk, utan inritade förslag på kartan).

Terrängbärighet och transportbärighet är Holmens benämning på hur bärig marken är inom trakten och på skogsbilvägen till traktens avlägg. Ett lägre värde representerar bättre bärighet. Värdena kombineras för att ge trakten en åtkomstklass (årstid) för när den kan drivas (tabell 2).

Tabell 2. Lämplig årstid (åtkomstklassning) för en trakts drivning utifrån klass på grundförhållanden enligt terrängtypschema (Berg, 1982) i terräng och på skogsbilväg, enligt Holmen

Table 2. Suitable season for forest operation on a certain site depending on class of ground conditions according to terrängtypschema (Berg, 1982) on terrain and forest road, according to Holmen

Transportbärighet (Skogsbilväg)	Terrängbärighet				
	1	2	3	4	5
1	Barmark	Barmark	Barmark	Senvinter	Senvinter
2	Barmark	Barmark	Barmark	Senvinter	Senvinter
3	Barmark	Barmark	Barmark	Vinter	Vinter
4	Förvinter	Förvinter	Förvinter	Vinter	Vinter

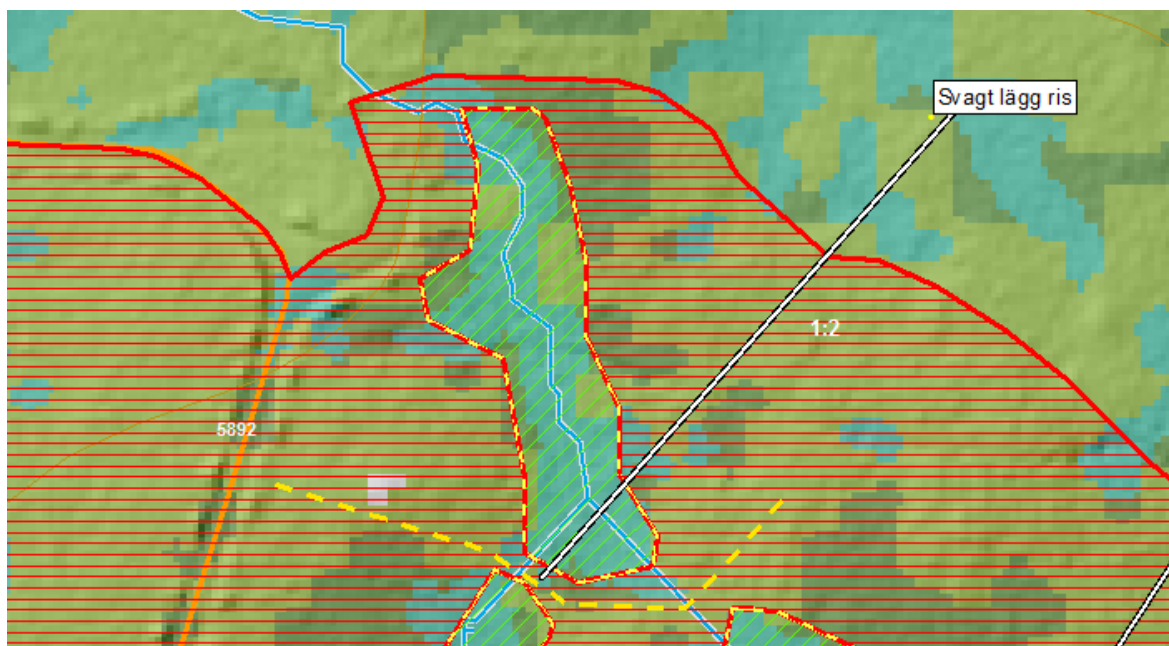
Vilken åtkomstklass en trakt får påverkar när den kan drivas. Datum för årstiderna varierar beroende på var i landet man befinner sig. Vinter i södra Sverige infaller inte samtidigt som i norra Sverige och därför användes olika datum (Byström, 2016, pers.komm.) för att bedöma om olika regioners drivningstidpunkt stämde med åtkomstklassen (tabell 3). Ett spann på +/- 5 dagar tilläts eftersom klimatet inte är statistiskt utan varierande även inom regionerna. Inom Holmen är det upp till Produktionsledare att avgöra om lämpligt drivningsdatum stämmer överens med åtkomstklass, beroende på det lokala klimatet.

Tabell 3. Intervall för datum när en trakt betraktas som lämplig att driva enligt Holmen

Table 3. Interval of dates suitable for forest operations according to Holmen

Region	Åtkomstklass			
	Barmark	Förvinter	Vinter	Senvinter
Nord	16/4-15/11	16/11-15/12	16/12-15/3	16/3-15/4
Mitt	1/4-31/10	1/11-31/12	1/1-28/2	1/3-31/3
Syd	1/4-15/11	16/11-31/12	1/1-28/2	1/3-31/3

Bedömningar besvarades i vissa fall med ja/nej, i andra ja/nej/ej aktuellt. Krav 1, 2, 8 och 9 ur checklistan samt förekomst av körskada bedömdes med ja eller nej. Krav 3-7 samt om maskinförare kört enligt traktledarens vägförslag bedömdes med ja, nej eller ej aktuellt. För att bedöma checklistans krav användes Holmens markfuktighetskarta i kombination med traktledarens. Markfuktighetskartans färger användes för att bedöma om planerarna tagit hänsyn till var mest bäriga mark fanns i sin planering (figur 1). Holmens interna planeringssymboler som relaterade till checklistans krav avlästes för att bedöma om drivningsplaneringen uppfyllde de olika kraven eller ej. Bedömningsstöd (tabell 1) formulerades med hjälp av Holmen. Ett antal av de första granskade trakterna bedömdes i samråd med Jonas Byström för att kalibrera att trakter bedömdes likadant.



Figur 1. Exempel från trakt direktiv där huvudbasstråk (symboliserat med gul streckad linje) planerats på den mest bäriga marken (frisk mark, symboliserat med grönt) vilket innebär att krav 2 och 3 uppfylldes. Den skriftliga instruktionen om förstärkning av svagare parti innebär att även krav 8 uppfylldes.

Figure 1. Example from site instructions where main base path within the site (symbolized with a yellow dashed line) was planned on the soil with the highest carrying capacity (symbolized with green) which means that requirement 2 and 3 was fulfilled. The written instruction on strengthening the weakest part of the ground means that requirement 8 also was fulfilled.

2.5 Sammanställning och analys

2.5.1 Generellt

De insamlade uppgifterna sammanställdes i tabellform, dels regionvis men även för hela Holmen. Checklistans krav gavs lika vikt för att kunna se till vilken procent spårlos drivning använts. Varje trakt gavs sedan en grad av spårlos drivning, i form av procent, baserat på hur många av checklistans krav som uppfyllts. Antalet aktuella krav (uppfyllda eller ej) sattes som 100 % på varje enskild trakt. Vid bedömning "ej aktuellt" utelämnades det kravet från den slutgiltiga beräkningen. Antal uppfyllda krav dividerades med det totala antalet aktuella krav för att få en procentsats. Uppfylldes exempelvis krav 1, 2 och 3 men inte 8 och 9 på en trakt där resterande krav inte var aktuella, ger det exempeltrakten 60 % grad av spårlos drivning.

Ett medelvärde beräknades för trakternas grad av spårlos drivning, för varje region samt sammanslaget för hela Holmen. Beräkningarna utfördes i Excel.

2.5.2 Möjliga samband med förekomst av körskador

Flera olika faktorer, som kunde urskiljas ur traktordirektiv eller Holmens beståndsregister, undersöktes efter eventuella samband med förekomst av körskada:

- Alla enskilda krav ur checklistan
- Om maskinförarna kört enligt traktordirektivs vägförslag
- Avverkningsform
- Åtkomstklass

Uppdelningar av grad spårlos drivning i två (0-50 % och 51-100 %) respektive fyra klasser (0-25 %, 26-50 %, 51-75 % och 76-100 %) gjordes för att undersöka om det fanns något intervall av grad spårlos drivning som korrelerade med fler eller färre körskador.

De ovan nämnda uppdelningarna av grad spårlos drivning, alla krav ur checklistan, kört enligt traktordirektiv, avverkningsform och åtkomstklass testades efter samband med förekomst av körskada genom att formuleras som nollhypoteser. Ett exempel på nollhypotes var: väl genomtänkt placering av avlägg (krav 1) har ej något samband med förekomst av körskador.

2.5.3 Signifikanstest

Med ett Chi²-test undersöktes eventuella samband (Samuel et al. 2012) i en tabell för att kunna undersöka om en nollhypotes kunde förkastas eller ej. De faktiska värdena från studien jämförs då med värden som kan förväntas om det är slumpen som styr. Är studiens värden lika de förväntade värdena betyder det att resultatet kan bero på slumpen istället för att det finns något samband mellan de ingående faktorerna. De ingående faktorerna var alltid förekomst av körskada samt någon av tidigare nämnda möjliga samband; uppdelning av grad spårlos drivning i klasser, alla checklistans enskilda krav, kört enligt traktordirektiv, avverkningsform eller åtkomstklass. Nollhypoteserna testades i programmet Minitab 17.

Chi²-test kräver minst en observation i varje tabellcell samt ett förväntat värde på minst 5 observationer för att kunna utföras tillförlitligt. När data sorterades kunde villkoret angående minst 5 förväntade observationer inte alltid uppfyllas, t.ex. för krav 3 (bärlig placering av huvudbasstråk) för region Mitt (noll trakter hamnade inom tabellcellerna för ej uppfyllt krav, därför kunde inte samband med förekomst av körskada eller ej testas). Signifikansanalysen gjordes då med ett 2-proportionstest (Fishers exact test) i Minitab. Fishers test är bättre lämpat för få observationer och låga förväntade värden mellan två grupper. Fishers p-värde används eftersom det inte kräver att data är normalfördelat. Vid de tillfällen där det var för få observationer men fler än två grupper så användes programmet R-studio för att kunna utföra Fishers exakt test på tre eller fyra proportioner. Analyser gjordes regionvis samt sammanslaget för hela Holmen.

Skillnader på regionernas medelvärde för grad av spårlos drivning testades med en variansanalys (en vägs-ANOVA) med hjälp av en generell linjär modell med variablerna grad av spårlos drivning och region. Fishers parvisa jämförelse (Fishers LSD-test) användes. Nollhypotesen var att grad spårlos drivning inte skiljer sig mellan regionerna, med signifikansnivån 95 %.

Skillnad mellan regionerna, huruvida de uppfyllt respektive krav på spårlos drivning eller ej testades med en binär logistisk regression i Minitab. En regression valdes eftersom det gäller samband mellan kategoriska data (uppfyllt krav eller ej) och område (Nord, Mitt eller Syd). Ett chi2-test kunde inte användas eftersom antalet förväntade observationer var under 5 i flera tabellceller.

3 Resultat

Majoriteten, 73 %, av de granskade trakterna, med och utan förekomst av körskada, hade en spårlos grad mellan 26-75 % (tabell 4). Vid uppdelning i två klasser av grad spårlos drivning hamnade majoriteten mellan 0-50 %.

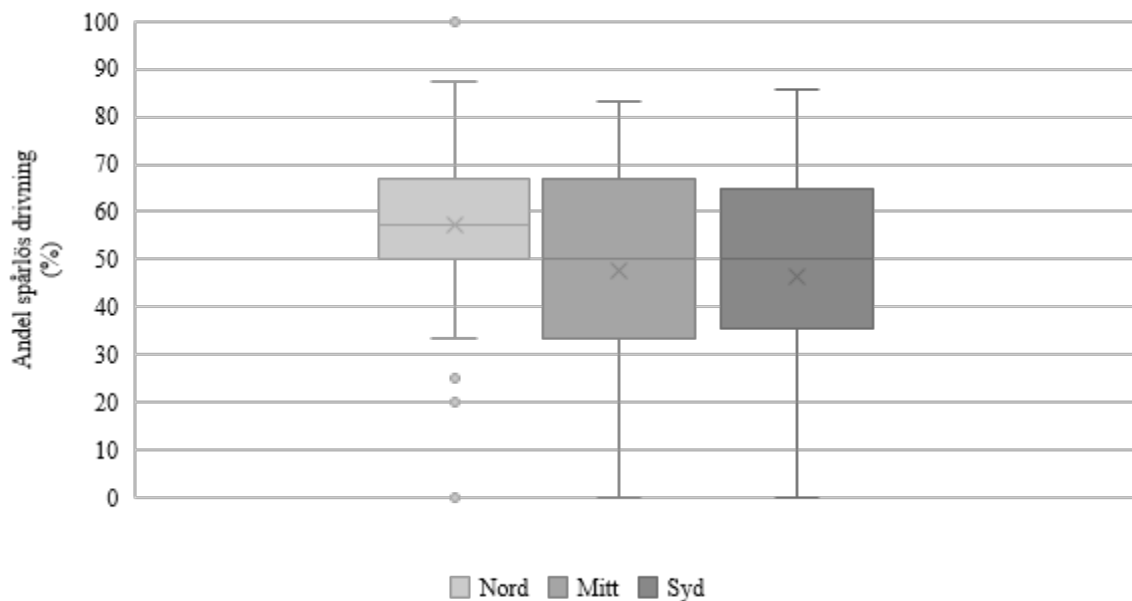
Tabell 4. Sammanställning av antal trakter inom fyra klasser av grad spårlos drivning (Spårlost), uppdelat på förekomst av körskada (Skada) eller ej körskada (Ej)

Table 4. Compilation of sites within four classes of degree of traceless forest harvest planning (Spårlost), divided into presence of soil damage (Skada) or no soil damage (Ej)

Spårlost (%)	Nord		Mitt		Syd		Hela Holmen	
	Skada	Ej	Skada	Ej	Skada	Ej	Skada	Ej
0 - 25	5	7	1	19	2	14	8	40
26 - 50	8	22	8	29	6	21	22	72
51 - 75	9	27	7	20	7	16	23	63
76 - 100	1	11	1	2	0	3	2	16

De 246 granskade trakterna hade en grad av spårlos drivning på 51 % inom hela Holmen. Variansanalysen (ANOVA) visade på en signifikant skillnad (p -värde=0,002) mellan grad av spårlos drivning och respektive region. Region Nord som i genomsnitt planerade sina trakter till en grad av spårlos drivning på 57 % skiljde sig signifikant (Fisher LSD- test) mot region Mitt och region Syd där graden av spårlos drivning var i genomsnitt 48 respektive 47 %.

Data från region Nord hade några extrema värden (symboliserade med punkter i figur 2), medan majoriteten av data var mer samlat kring medelvärdet (figur 2). Region Mitt och Syd hade en större spridning av majoriteten av data vilket symboliseras med de mer utdragna boxarna (figur 2). Mitt och Syd hade fler låga värden, till skillnad från Nord som bara hade enstaka värden under 30 %. Nord var den enda av regionerna med trakter som uppnått en grad av spårlos drivning på 100 %.



Figur 2. Fördelning av granskade traktors grad av spårlos drivning (%) för Holmens tre regioner. Det nedre vertikala strecket representerar spridningen av data i första kvartilen, boxen representerar mittenhälften (kvartil 2 och 3), det övre strecket representerar kvartil 4, x representerar medelvärde, den horisontella linjen i boxen visar medianen och punkterna representerar outliers.

Figure 2. Distribution of reviewed sites degree of traceless forest harvest planning (%) for the three regions of Holmen. The lower vertical line represents the distribution of the data in the first quartile, the box represents the middle half (quartile 2 and 3), the upper line represents quartile 4, x represents the mean, the horizontal line in the box indicates the median, and the dots represent the outliers.

Graden av spårlos drivning visade inget signifikant samband med förekomst av körskador (tabell 5). Skillnaderna i körskadeprocent inom de olika klasserna av grad spårlos drivning varierar men inte mer än vad som skulle kunna bero på slump. Hypotesen om att tillämpning av spårlos drivning i hög grad vid drivningsplanering resulterar i färre körskador än om spårlos drivning tillämpas i låg grad, eller inte alls kan därför inte bekräftas. Lägsta p-värde för samband mellan körskada och grad av spårlos drivning för 0-50 % och 51-100 % var 0,22 och för uppdelning i kvartiler 0,19. P-värdena var inte tillräckligt låga (<0,05) för någon av regionerna eller hela Holmen och därmed kan inte nollhypotesen förkastas.

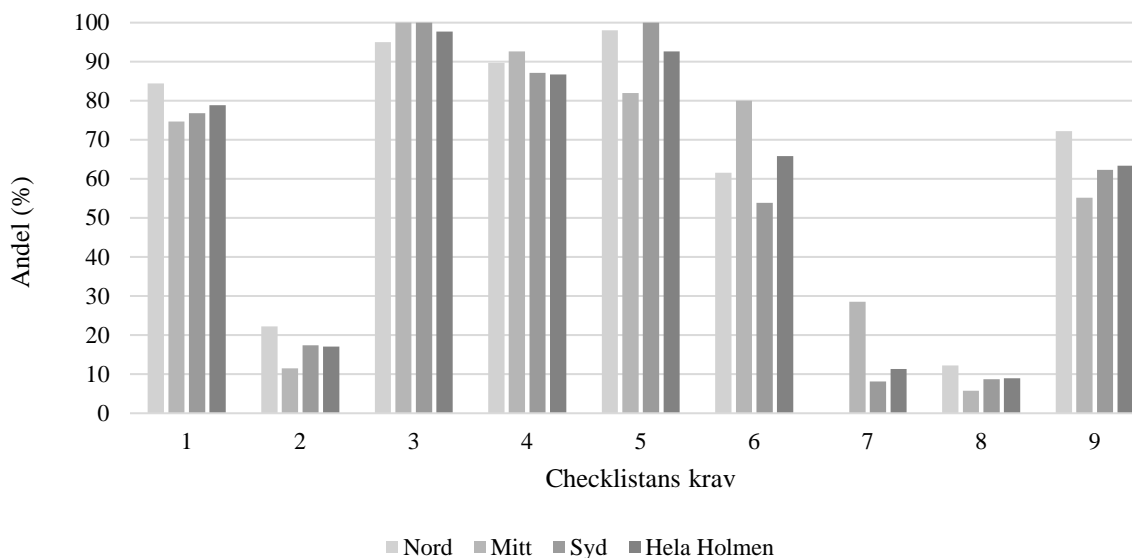
Tabell 5. Körskadefrekvens (%) vid olika klasser av grad spårlos drivning

Table 5. The regions frequency of soil damage (%) depending on class of degree traceless forest harvest planning

Region	Grad av Spårlos drivning (%)		
	0-50	51-100	0-100
Nord	31	21	26
Mitt	16	27	20
Syd	19	27	22
Hela Holmen	21	24	23

Region	Grad av Spårlos drivning (%)			
	0-25	26-50	51-75	76-100
Nord	42	27	25	8
Mitt	5	22	26	33
Syd	13	22	30	0
Hela Holmen	17	23	27	11

I alla tre regioner har krav 1 (bärig placering av avlägg), 3 (bärig placering av huvudbasstråk), 4 (förekomst av basväg) och 5 (bärig placering av basväg) uppfyllts till hög andel, över 70 %, vilket innebär att de i majoriteten av fallen uppfyller just de kraven på spårlos drivning (figur 3). Krav 6 (utmarkering av överfarter) och 9 (drivet vid rätt tidpunkt) ligger allmänt lägre, mellan 50 och 80 %. De krav som till störst del inte uppfyllts, och därmed dragit ner den sammanslagna procenten, är krav 2 (förekomst av huvudbasstråk), 7 (anpassning vid GROT-uttag) och 8 (instruktion om risning) för alla tre regioner (figur 3). Mellan regionerna fanns ingen signifikant skillnad angående hur många trakter som uppfyllde respektive krav på spårlos drivning.



Figur 3. Andel trakter som uppfyllt checklistans enskilda krav på spårlos drivning.

Figure 3. Percentage of sites that have fulfilled the individual requirements of traceless forest harvest planning.

Varje enskilt krav ur checklistan testades för samband med förekomst av körskador på varje region samt för hela Holmen. Endast krav 2, huruvida huvudbasstråk finns utmarkerat på karta, för region Mitt uppvisade ett samband med körskador (p -värde=0,022). Körskador uppstod här i högre frekvens då man markerat huvudbasstråk. Nollhypotesen för just det kravet, i den regionen, kan därmed förkastas (tabell 6).

Tabell 6. Antal trakter där respektive krav från checklistan uppfyllts (Ja) eller ej (Nej), samt procentuell förekomst av körskador bland trakterna

Table 6. Numbers of sites where each requirement from the checklist was met (Ja) or not (Nej), as well as presence of soil damage within the sites

		Nord		Mitt		Syd		Hela Holmen	
		Antal	Skade %	Antal	Skade %	Antal	Skade %	Antal	Skade %
Krav 1	Ja	76	24	65	22	53	25	194	23
	Nej	14	16	22	14	16	13	52	19
Krav 2	Ja	20	15	10*	50*	12	25	42	26
	Nej	70	29	77*	16*	57	21	204	22
Krav 3	Ja	19	16	11	45	12	25	42	26
	Nej	1	0	0	0	0	0	1	0
Krav 4	Ja	52	21	40	18	34	26	136	21
	Nej	6	0	4	25	5	0	15	7
Krav 5	Ja	51	22	41	17	34	26	126	21
	Nej	1	0	9	22	0	0	10	20
Krav 6	Ja	8	13	12	42	7	57	27	37
	Nej	5	0	5	0	6	33	16	13
Krav 7	Ja	0	0	2	0	3	0	5	0
	Nej	0	0	5	0	34	26	39	23
Krav 8	Ja	11	9	5	20	6	17	22	14
	Nej	79	28	82	20	63	22	224	23
Krav 9	Ja	65	26	48	19	43	21	156	22
	Nej	25	24	39	21	26	23	90	22

* Innebär ett signifikant samband mellan krav och förekomst av körskada.

* Means a significant connection between requirement and presence of soil damage.

Avverkningsform, åtkomstklass och kört enligt trakt direktivets vägförslag eller ej testades också efter samband med förekomst av körskada. De uppvisade inte något statistiskt samband med förekomst av körskada och därmed kunde inte nollhypoteserna förkastas.

4 Diskussion

4.1 Resultat

4.1.1 Grad av spårlös drivning

Det översiktliga resultatet, att alla tre regioner i genomsnitt har en grad av spårlös drivning på 51 % vid drivningsplanering, tyder på att spårlös drivning implementerats likartat inom hela Holmen, även om den inte tillämpas fullt ut. Hypotesen om att spårlös drivning tillämpas i hög grad vid genomförda drivningsplaneringar inom Holmens tre regioner kan därför inte anses bekräftad, med uppfattningen att hög tillämpning innebär åtminstone 70 %. Region Nord verkar ha kommit längst i tillämpningen av spårlös drivning i drivningsplaneringen eftersom medelvärdet är signifikant högre än för Mitt och Syd. Regionerna har en likartad fördelning över vilka krav som oftast uppfylls.

För region Nord verkar det finnas en antydning till att hypotesen om att högre grad av spårlös drivning samverkar med färre körskador, även om det inte gick att bekräfta vid vald signifikansnivå. Där minskar körskadeprocenten med högre grad av Spårlös drivning (men ej signifikant).

Vissa krav som granskats antas underförstådda (7, anpassning vid GROT-uttag och 8, instruktion om risning) av planerarna eftersom det står i 'Spårlös drivning – en metodbeskrivning' att det alltid ska utföras av maskinförarna. Det är även vanligt att en påminnelse framförs muntligt. Skulle kraven därmed räknas som uppfyllda, utan den skriftliga påminnelsen i traktordirektiven, kan de uteslutas ur den totala sammanställningen av grad spårlöshet. I så fall skulle genomsnittet bli högre (62 %) än rådande 51 % för hela Holmen.

4.1.2 Checklistans krav

För hela Holmen så visar majoriteten av checklistans uppfyllda krav (1-6) en högre (om än ej signifikant, förutom i ett fall) skadefrekvens. Resultatet, som kan uppfattas som ologiskt, kan bero på ett flertal olika saker. Dels kan det handla om komplexiteten av körskadeproblematiken. Det kanske inte alls är så att om checklistans krav uppfylls eller ej är den största anledningen till om det blir körskador eller ej. Det kanske snarare beror på aktuell väderlek vid drivning, maskinförarens prestation eller en kombination av anledningar. En annan hypotes skulle kunna vara att de trakter som planeras mest ambitiöst är de som är svårast att driva. I och med att planeringen inte uteslutande kan förhindra en körskada kan det vara så att de ofta uppkommer i svårare trakter, t.ex. i det fall det fanns ett signifikant samband mellan om huvudbasstråk markerats och körskadors förekomst (krav 2, region Mitt). Här verkade det finnas färre körskador i de fall man ej markerat huvudbasstråk. Studien säger dock ingenting om hur utbredd körskadan är, antingen finns den eller ej. Det kan därför tänkas vara så att det kunde varit mycket värre om man inte planerade alls.

Krav 7 (anpassning vid GROT-uttag) och 8 (instruktion om risning) uppvisade högre skadefrekvens vid bristande planering (men ej signifikant). Här handlar det dock om väldigt få trakter som uppfyllt kravet vilket gör det svårt att säga något om det har någon faktisk påverkan på körskadors förekomst. Intressant här är den stora andel av poster i region Syd där GROT tas ut vilket gör det till en viktig del av drivningen.

För krav 9 (drivet vid rätt tidpunkt) syntes ingen skillnad på skadefrekvensen mellan om kravet uppfylldes eller ej. Det skulle kunna bero på att det är väldigt svårt att avgöra när en drivning faktiskt är lämplig. En viss årstid kanske är angiven som lämplig men några extrema år sedan planeringen gjordes har förändrat traktens lämpliga drivningstidpunkt. Det kan även vara så att planeringen över lag bedömer bärigheten till sämre än vad den är, för att gardera sig. En ”för försiktig” bärighetsbedömning kan göra att åtkomstklassen inte blir helt tillförlitlig när man planerar vilka åtgärder som ska utföras.

4.1.3. Trakternas kravuppfyllnad

Checklistans krav verkar ha liknande prioritet i de olika regionerna. Krav 1 (bärig placering av avlägg) och 4 (förekomst av basväg) som har tydliga instruktioner för hur de ska följas, t.ex. att basväg ska finnas mellan avlägg och trakt planeras betydligt oftare än den mer vaga instruktionen om huvudbasstråk, att ”förslag bör ges”. Det finns även en instruktion i ’Spårlos drivning - en metodbeskrivning’ som anger att maskinlaget är ansvarigt för vägar inom trakten. Krav 3 (bärig placering av huvudbasstråk) och 5 (bärig placering av basväg), som beror på om krav 2 (förekomst av huvudbasstråk) och 4 (förekomst av basväg) utförts spårlost, har generellt högst uppfyllnadsgrad. När man väl planerar basväg och huvudbasstråk så gör man det alltså ordentligt (ser till att lägga stråken på bärigast mark).

Ett undantag angående krav med tydliga instruktioner är krav 6, angående överfarter över vattendrag. I genomsnitt har överfarterna markerats till 65 %. Även om det inte kan påvisas ett samband mellan att planeringen av överfarter och förekomst av körskador är det en viktig punkt att jobba vidare med eftersom planering av överfarter anses väldigt viktig för att undvika körskador (Persson, 2008). Överfarter veckar vara ett särskilt problem (enligt Holmens egen kvalitetsuppföljning) vid trakter med många diken. Diken kan vara små men ändå vattenförande och skadas diket så blir det då direkt en allvarlig körskada (Skogsindustrierna & LRF, 2012). Diken som ligger inom trakten, men inte vid ett huvudbasstråk, behöver inte markeras ut enligt spårlos drivning. Tänker man sig en drivningstrakt på natten med många små, ommarkerade diken är det förståeligt att de ibland körs över. Det kan vara möjligt att som planerare undvika att föreslå huvudbasstråk för att man då ”slipper” bedöma var en eller flera överfarter bör placeras. Det kan även vara så att man från maskinförarnas sida föredrar att få köra fritt inom trakten och därmed inte vill ha så mycket instruktioner. Med tanke på att planerarna går igenom trakten i fält kan det vara bra med ett uttritat förslag på huvudbasstråk så maskinförarna har något att gå på när de börjar köra. 123 trakter i studien rapporterade in en spårlogg och i majoriteten av fallen (knäppt 80 %) så körde maskinförarna efter de vägförslag som fanns.

Vid samtal med planerare framgick att krav 7 (anpassning vid GROT-uttag) och 8 (instruktion om risning) av spårlos drivning ofta anses som självklara och därmed inte skrivs ut. Det är inte ofta det anges en skriftlig instruktion om var/hur mycket man bör risa respektive att GROT endast ska tas ut om det inte behövs för att köra på. Att i alla lägen avgöra risningsbehov kan säkert vara svårt för maskinföraren som ofta arbetar i förhållanden med dålig sikt. Ett flertal studier visar att förstärkning med ris är som viktigast vid blöt mark med låg bärkapacitet samt att den mildrande effekten av att köra på ris minskar med antal körningar (Eliasson & Wästerlund, 2007; Han et al. 2006).

4.1.4 Övriga resultat

Att varken åtkomstklass, avverkningsform eller drivningstidpunkt visade något samband med körskada kan tyda på att det är en problematik som är för svår att tillskriva endast en påverkande faktor (i alla fall av de faktorer som undersöktes i den här studien). Körskador verkar förekomma på alla slags marker och vid alla tidpunkter.

Vid urval av trakter för studien uppdagades att återrapporering sker i olika hög grad inom de olika regionerna. Arbete pågår inom Holmen för att få in en fungerande rutin för hur återrapporerna ska hanteras. Här finns potential för stor datainsamling angående utveckling och tillämpning av spårlös drivning.

4.2 Resultat jämfört med litteratur och tidigare kunskap

Litteratur anger planering som viktig för att minska skador (Persson, 2008; Uusitalo, 2010). Resultatet kan inte sammankoppla körskador med grad av spårlös planering men det kan bero på att det finns så många olika faktorer som kan orsaka en körskada. Hur omfattande planering bör vara för att minska körskador finns inte angivet. Det kanske är så att alla krav i checklistan som använts för att definiera spårlös drivning inte är nödvändiga för att minska körskador.

Bergkvist & Friberg (2016) anger att körskador orsakade av skogsmaskiner kan minskas genom att i större utsträckning skydda marken i form av mer ris på körvägarna och med rätt placering. I och med att krav 7 (anpassning vid GROT-uttag) och 8 (instruktion om risning) sällan uppfylldes kan resultatet möjligtvis tillämpas även i Holmens fall.

Sonesson & Mohtashami (2012) har granskat olika traktordirektiv och dess påverkan på planering. Man har även undersökt möjligheten att göra en mer digitaliserad planering. I likhet med den här studien återfinns de olika ambitionsnivåer på traktordirektiven. Även här anges att information även framförs muntligen. Man anser att traktordirektivet är en viktig del av kommunikationen mellan entreprenör och beställare och därmed är tydlighet viktigt. Studieresultatet ligger i linje med deras, genom ett mer utarbetat arbetssätt vid drivningsplanering kan ett tydligare traktordirektiv skapas.

4.3 Hur kan resultaten implementeras och hur generella är resultaten?

Resultaten kan representera Holmens trakter med 95% signifikansnivå med en felmarginal på 10 %. Studien utfördes på trakter med återrappor angående förekomst av körskada inrapporterad vilket innebär att resultaten inte omfattar trakter som inte skickat in någon återrappor. Hur många av maskinlagen som skickar in återrappor varierar stort mellan regionerna.

Resultaten överensstämmer med Holmens egen bild av att trakter planeras olika mycket enligt spårlös drivning. Vissa trakter planeras mer ambitiöst, t.ex. med förslag på beståndsstråk och vilka överfartshjälpmiddel som behövs, men de är få och försvinner i statistiken. Att lägga ihop kraven till en procentsats kan vara bra som en överblick men det som egentligen är intressant är vilka krav som verkar få mest fokus från planerarna. Att veta vad planerarna fokuserar på kan vara viktigt för Holmens fortsatta arbete för att minska körskador. Vissa krav som identifierats i checklistan verkar ha fallit bort som mindre viktiga medan vissa krav oftast planeras så att de uppfylls. Det skulle vara

intressant att diskutera checklistans krav med planerare som planerar till en grad av 100 % spårlost och se om de tycker det är värt tiden de lägger på att planera de krav som andra planerare sällan uppfyller eller om planerarna tycker de är mindre viktiga för en körskadefri drivning. För mycket information i ett traktdirektiv gör det otydligt. Skulle man kunna komma överens om vilka krav som är viktigast i praktiken kunde man strukturera bättre och tydligare traktdirektiv. Ett enkelt traktdirektiv skulle kunna leda till en mer effektiv planering och drivning (spara både miljö och pengar) och med tanke på att Holmen äger en betydande del av Sveriges skogsareal skulle det kunna ha stor samhällsnytta.

4.4 Förslag på tillämpning

Nedan kommer några personliga tankar om förändringsmöjligheter som uppkommit vid granskning av traktdirektiven samt vid samtal med Holmens planerare och maskinförare.

Att se över formuleringarna i 'Rutin fältplanera trakt', 'Rutin förplanera trakt' samt 'Spårlos drivning – en metodbeskrivning' för att klargöra ansvar mellan planerare och maskinförare skulle på ett ganska enkelt sätt höja standarden på traktdirektiven. I nuläget finns vissa motsägelser inom och mellan 'Rutin fältplanera trakt', 'Rutin förplanera trakt' och 'Spårlos drivning – en metodbeskrivning'. Att utforma ett enda, enhetligt dokument med tydligare instruktioner skulle kunna underlätta och förbättra planeringen. Om planerare uttryckte sig i stort sett likadant skulle det troligen medföra få missförstånd samt en enhetlighet över hela Holmen vilket skulle vara bra om t.ex. någon planerare byter arbetsort.

- Sammanfoga information från 'Spårlos Drivning – en metodbeskrivning' och 'Rutin förplanera trakt' direkt i 'Rutin fältplanera trakt' för att slippa söka information på olika ställen och riskera att missa vissa instruktioner.
- Omformulera instruktion angående huvudbasstråk. Skriv tydligt för vilka trakter det är viktigast för planerarna att föreslå bästa väg och om det ska vara ett krav.
- En standard för hur man uttrycker sig inom traktdirektiven, t.ex. att alltid uttrycka sig i väderstreck, ej höger och vänster som blir relativt till var man står. Att även föreslå konkreta saker som t.ex. ta med en extra rishög i reserv, istället för att skriva "kör inte sönder" eller "gör som ni gjorde där" kan vara bra för att se till att traktdirektiven fungerar i alla lägen.
- En olikfärgad linje för bestandsstråk för att få in det tänket mer i både planering och drivning. Lätt att ta till sig och börja köra om det är utritat som förslag på kartan.
- Påminna om att köra på ris, kanske lägga in instruktion om att det ska skrivas ut på trakter med låg bärighet. Även om det står i 'Spårlos Drivning – en metodbeskrivning' att basvägar och huvudbasstråk alltid ska risas kan det vara svårt att avgöra hur mycket/var det är viktigast. En risningssymbol i kartan för att kunna sätta ut i de känsligaste områdena, med betydelsen att risning kan behöva upprepas, exempelvis en liten orange granruska.
- Få rutin på uppföljning och implementera feedback/påminnelse angående spårlos drivning i fält.
- Diskutera hur man kan nå 100 % spårlost på alla relevanta krav. Behövs en komihåg-ruta som påminner om exempelvis basväg/överfart innan traktdirektivet färdigställs för att undvika slarv?

Överlag så skulle man nog kunna undvika många missar om det utöver en enhetlig planeringsinstruktion också fanns en uppföljningsrutin. En tydlig uppföljningsrutin t.ex. feedback en gång i månaden skulle nog påminna många om vikten av att kolla en extra gång och vara så tydlig som möjligt i skrift.

För en mer praktisk tillämpning skulle man kunna tänka igenom följande förslag vid drivning.

- Gå igenom återrapportens betydelse med maskinlagen och poängtera vilka typer av skador som är intressanta. Man skulle kunna ha ”delsvar” på frågorna så att man fyller i efter varje skift om någon skada uppstått
- Ha en mer aktiv feedback i fält för att snabbt korrigera eventuella missar mellan planering och drivning.

4.5 Styrkor och svagheter med studien

Studien har granskat många olika trakter, av olika planerare, på olika marker i olika regioner och bör ge en rättvis bild över hur planerarna överlag utformar traktdirektiven. Det ger en bra överblick över vad som det generellt fokuseras på vid planering. Utöver att kolla på traktdirektiv har samtal med både planerare och maskinförare gjort att studien fått större förankring i verkligheten. Åsikter från olika kontor och olika aktörer (planerare/maskinförare/uppföljare) har bidragit till en helhetsbild över problematiken.

Den valda studiemetoden kan i efterhand anses otillräcklig för att helt kunna utvärdera spårlos drivnings eventuella samband med förekomst av körskador. Det som egentligen har undersökts är grad av spårlos drivnings eventuella samband med svar på återrapport angående förekomst av körskada eller ej. Mer ingående data om mätta körskador, t.ex. djup, längd och var/hur ofta de förekommer inom trakten skulle behövas för att avgöra om spårlos drivning har ett samband eller ej med faktiska körskador.

Körskadeproblematiken är så pass komplicerad att det är svårt att dra några korrekta slutsatser baserat enbart på den information som finns i traktdirektiv samt maskinförarnas återrapporter. Det finns så många faktorer som påverkar förekomst av körskador (Froelich, 1974) vilket gör att det oundvikligen blir många felkällor. Eftersom trakterna granskats från kontoret finns där en möjlig felkälla, t.ex. om en väg ser ut att gå genom ett surdråg ser det fel ut från kontoret. Planeraren har dock kanske dubbelkollat i fält så det egentligen är rätt. Studien blir därmed beroende på hur säker markfuktighetskartan är. Det kan även tänkas vara så att planerarna haft nära kontakt med maskinlagen och eventuellt informerat muntligen angående vissa faktorer, något som i så fall inte fångas upp i studien.

Krav 9 (drivet vid rätt tidpunkt) kanske egentligen inte skulle räknas som planering enligt spårlos drivning eftersom det först och främst är upp till produktionsledaren när trakten drivs, oavsett planerare.

Tillförlitligheten på maskinförarnas återrapporter angående förekomst av körskada eller ej är viktig för studiens resultat. Det är svårt att veta hur tillförlitlig inrapportering är. Ett problem som upplevs av Holmen är att maskinförare ofta anser att något är en körskada trots att det inte uppfyller den branschgemensammans miljöpolicens definition av körskador (Skogsindustrierna & LRF, 2012). I andra fall upplevs maskinförarna overse en skada som

inte känns som en ”riktig körskada”, t.ex. en bruten dikeskant vid avlägg (erosion och sedimentering kan påbörjas och eventuellt fortsätta ner i andra vattendrag). Pålitligheten blir svårbedömd eftersom det oftast är ett flertal maskinförare som kör men bara den sista som rapporterar in. Kommunikationsbrist mellan kollegor kan möjliggöra att information försvinner. När kvalitetsuppföljningar gjordes under 2016 i region Nord bedömdes om trakten var godkänd eller ej i avseende på körskador. Av 151 uppföljda trakter fanns 100 inskickade återrappporter där frågan om körskada finns i mark eller terräng var besvarad. Uppföljarnas bedömning om körskada fanns eller ej stämde överens med återrappporterna i 59 fall av 100. I resterande fall hade man bedömt olika. Uppföljning var utförd på trakter inom Västerbotten, Västernorrland och Jämtland. Det är dock det närmsta Holmen har som facit på stor skala.

4.6 Behov av fortsatt forskning

För att säkert utreda hur spårlös drivning påverkar förekomst av körskador skulle en studie behöva göras på den praktiska drivningen, utöver planeringsdelen. Man skulle kunna granska checklistans krav i traktdirektivet och sedan åka ut till drivningstrakten och jämföra med hur det ser ut i fält. Man skulle även kunna kombinera med hur väl återrappporteringen fungerar/stämmer överens med Holmens egen uppföljning och utreda om man kan utveckla den på något sätt för att få en mer detaljerad körskadeuppföljning som skulle behövas för att bedöma hur de hade kunnat förhindras. Det skulle vara intressant att se hur väl avverkningen skett efter instruktion samt resultatet. Man skulle då få en mer konkret bild över hur spårlös drivningsplanering fungerar ute i fält, vad som fokuseras på och vad som planerarna gjort rätt. Man skulle behöva vara ute i fält för att helt kunna bedöma om planering är spårlös, eftersom den är så starkt sammankopplad med utförd drivning.

Som det verkar i dagsläget så fördelas trakter till maskinlag främst baserat på geografi. Något som skulle vara intressant att undersöka är vilka maskiner som används vid vilka olika slags trakter och om det går det att anpassa vikt/storlek/tillbehör som band/marktryck. Studier som t.ex. Jansson & Johansson (1998) visar att maskiner med lägre tryck i däcken är mer lämpade på vissa slags marker.

4.7 Slutsatser

Holmen använder sig inte fullt ut av spårlös drivning vid utformande av traktdirektiv. Förslag av huvudbasstråk, en anpassning vid GROT-uttag samt instruktion om risning är de faktorer som mest sällan utförs. Det går inte att se något samband mellan förekomst av körskador och grad av spårlös drivning. En tydligare instruktion för att fältplanera trakt, där spårlös drivning är tydligt formulerad i kombination med fortsatt utredning av den praktiska delen av spårlös drivning och uppföljning av körskador skulle behövas för att utreda om spårlös drivning är tillräcklig för att förhindra körskador.

Referenser

- Berg, R., Bergkvist, I., Lindén, M., Lomander, A., Ring, E & Simonsson, P. (2010). Förslag till en gemensam policy angående körskador på skogsmark för svenskt skogsbruk. Uppsala: Skogforsk, Arbetsrapport 731.
- Berg, S. (1982). Terrängtypschema för skogsarbete. Gävle: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten
- Bergkvist, I. & Friberg, G. (2016). Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körskador i skogsbruket. Uppsala: Skogforsk, Arbetsrapport 904.
- Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. & Grebner, D. (2009). Forest Management and Planning. London: Academic Press.
- Bygdén, G., Eliasson, L. & Wästerlund, I. (2003). Rut depth, soil compaction and rolling resistance when using bogie tracks. *Journal of Terramechanics* 40(3):179-190.
- Bärring, L., Berling, M. & Andersson Gull, B. (2016). Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland. *International Journal of Climatology*. 37(1):123-142.
- Edlund, J. (2012). Harvesting in the boreal forest on soft ground – Ways to reduce ground damage. Licentiate Thesis. Umeå: Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Eliasson, L. (2005). Effects of Forwarder Tyre Pressure on Rut Formation and Soil Compaction. *Silva Fennica* 39(4): 549–557.
- Eliasson, L. & Wästerlund, I. (2007). Effects of slash reinforcement of strip roads on rutting and soil compaction on a moist fine-grained soil. *Forest Ecology and Management* 252 (2007) 118-123.
- Eriksson, H. (2007). Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar. Rapport 8. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Fries, J. (1974). Views on the choice of silvicultural methods and logging technique in thinning. "Aspects of Thinning", *Forestry Commission Bulletin* No. 55.
- Froehlich, H. A. (1974). The influence of different thinning systems on damage to soil and trees. "Aspects of Thinning", *Forestry Commission Bulletin* No. 55.
- Jansson, K-J. & Johansson, J. (1998). Soil changes after traffic with a tracked and a wheeled forest machine. *Forestry* 71 (1): 57-66.
- Han, H-S., Page-Dumroese, D.S., Han, S.-K. & Tirocke, J. (2006). Effect of slash, machine passes, and soil moisture on penetration resistance in a cut-to-length harvesting. *International Journal of Forest Engineering*. 17: 11-24.

- Holmen Skog (2016a). Fältplanera trakt. Internt dokument.
- Holmen Skog (2016b). Förplanera trakt. Internt dokument.
- Holmen Skog (2016c). Holmen Skog Miljömål. <https://www.holmen.com/sv/Skog/Om-Holmens-skogar/Miljo/Miljomal/> [Hämtad 2016-08-09].
- Holmen Skog (2016d). Spårlös drivning – En metodbeskrivning. Internt dokument.
- Holmen Skog (2013). Spårlös Drivning. <https://www.holmen.com/sv/Press/Nyhetsarkiv/Nyheter/Vad-ar-Sparlos-drivning/> [Hämtad 2016-08-08].
- John Deere Forestry (2016). https://www.deere.se/sv_SE/industry/forestry/forestry.page [Hämtad 2016-09-30].
- Komatsu (2016). Produktöversikt. <http://www.komatsuforest.se/default.aspx?id=10868&ptid=0&rootID=10868> [Hämtad 2016-09-30].
- Kozlowski, T.T. (1999). Soil Compaction and Growth of Woody Plants. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14(6): 596-619.
- Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G. & Fries, C. (2014). Slutavverkning. Skogsskötselserien. No. 20. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Magnusson, T. (2015). Skogsbruk- Mark och vatten. Skogsskötselserien. No. 13. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom L. (2016). Körskadorna vid slutavverkning – En inventeringsstudie i Mälardalen. Skogforsk, Arbetsrapport 896. Uppsala, Sweden.
- Naghdi, R & Solgi, A. (2014). Effects of skidder passes and slope on soil disturbance in two soil water contents. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 35: 73-80.
- Naturvårdsverket (2012). De svenska miljömålen – En introduktion. Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-8619-0. Växjö, Sweden.
- Persson, P-E. (2008). Arbete i Avverkningslag Del 1. Mora: Mora in Europe.
- Porvari, P., Verta, M., Munthe, J. & Haapanen, M. (2003). Forestry practices increase mercury and methyl mercury output from boreal forest catchments. *Environmental Sciences and Technology* 37: 2389–2393.
- Rab, M.A. (2004). Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. *Forest Ecology and Management* 191: 329-340.

Sakai, H., Nordfjell, T., Suadicani, K., Talbot, B. & Bøllehuus, E. (2008). Soil compaction on forest soils from different kinds of tires and tracks and possibility of accurate estimate. *Croatian Journal of Forest Engineering* 29(1): 15-27.

Samuels, M.L., Witmer, J.A. & Schaffner, A. (2012). *Statistics for the life sciences*, fourth edition. Boston: Pearson Education, Inc.

Skogsindustrierna och LRF Skogsägarna (2012). Branschgemensam policy om körskador på skogsmark. Tillgänglig via: <http://www.skogsindustrierna.org/om-skogsindustrierna/publikationer/skrifter/klimat-och-miljo/branschgemensam-miljopolicy-om-korskador-pa-skogsmark> [Hämtad 2016-09-30].

SLU (2015). Skogsdata 2015. Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig via: http://pub.epsilon.slu.se/12626/17/nilsson_p_cory_n_151007.pdf [Hämtad 2016-09-30].

Sonesson, J. & Mohtashami, S. (2012). Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning. Skogforsk, Arbetsrapport 772. Uppsala, Sweden.

Šušnjar, M., Horvat, D. & Šešelj, J. (2006). Soil compaction in timber skidding in winter conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering* 27(1): 3-15.

Thor, M. & Thorsén, Å. (2014). Effektivt skogsbruk – ett långsiktigt miljöarbete. Skogforsk. Uppsala Science Park ISBN: 978-91-979694-6-8.

Uusitalo, J. (2010). *Introduction to Forest Operations and Technology*. Tampere: JVP Forest Systems.

Wästerlund, I. (1985). Compaction of till soils and growth tests with Norway spruce and Scots pine. *Forest Ecology and Management* 11: 171–189.

Personlig kommunikation

Byström, Jonas. Verksamhetsutvecklare, Holmen Skog, Örnsköldsvik. Samtal 2016-09-02.