

Markskador inom skogsbruket

- jordartens betydelse

Julia Holm

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 441
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2015

Markskador inom skogsbruket - jordartens betydelse

Kandidatarbete
Julia Holm

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2015

Innehåll

1	Introduktion	7
2	Syfte och frågeställning	7
	2.1 Syfte	7
	2.2 Frågeställning	7
3	Begrepp	7
4	Bakgrund	7
5	Metod och material	8
6	Markbildning.....	8
7	Skogsbrukets historia	9
8	Svenska miljö kvalitetsmål som berör skogsbruket	10
	8.1 Bara naturlig försurning	10
	8.2 Levande sjöar och vattendrag	10
	8.3 Levande skogar	10
	8.4 Ett rikt växt-och djurliv	11
9	Resultat	11
	9.1 Skogsbrukets påverkan på marken och kringliggande miljö	11
	9.2 Vanliga orsaker till markskador och deras följder	12
	9.3 Markskador vid Stenliden, Bygget och Fryele	13
	9.3.1 Stenliden	14
	9.3.2 Bygget	14
	9.3.3 Fryele	14
	9.4 Praktiska hjälpmedel för att undvika markskador	15
	9.5 Planering före avverkning	15
	9.5.1 Kartmaterial	15
10	Sammanfattande resultat från litteratur	17
11	Diskussion	17
12	Vad kunde gjorts annorlunda vid platserna Stenliden, Bygget och Fryele.....	19
13	Slutsatser.....	19
14	Tackord.....	19
15	Referenser	20
	Bilagor.....

Omslagsbild: Ett timmeravlägg vid ett slutavverkningsområde i närheten av Stenliden, sydväst om Jönköping (57°36'19.07"N 13°51'2.58"E). Foto: Julia Holm

Markskador inom skogsbruket - jordartens betydelse

JULIA HOLM

Holm, J., 2015: Markskador inom skogsbruket - jordartens betydelse. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 441, 21 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Skogsbruket är viktigt för svenskt näringsliv och står för ungefär 20 % av Sveriges totala export. Efterfrågan på virke blir därmed stor vilket resulterar i att avverkning sker ständigt, året om, på all typ av mark under alla olika sorters väderförhållanden. Ett stort problem inom skogsbruket är de markskador som ofta uppstår efter en slutförd avverkning. Markskador ändrar markens textur och egenskaper samt ytavrinningen på området och berör därmed även skogens rekreation, ekologi och friluftsliv negativt. Inom ramen för detta examensarbete har markskador i skogsbruket studerats med information från litteratur, studiebesök, utbildningsdag, intervju samt fältbesök. En sammanställning har därefter gjorts av skogsbrukets faktiska påverkan på mark och hur markskador påverkar kringliggande natur. Dagens metoder för att undvika markskador har sedan studerats, och därefter hur bättre kartmaterial hade kunnat minska antalet markskador inom skogsbruket. När en markskada påverkar ett närliggande vattendrag och de vattenlevande organismerna negativt så anses skadan allvarlig och måste återställas. Markskador är kostsamma och för att undvika skador krävs bra information och kartmaterial på det område som ska avverkas, men även praktiska hjälpmedel. Markens bärighet beror i stort på jordartens sammansättning och vattenförhållanden. Information om jordarten på ett avverkningsområde kan ge förståelse för markens egenskaper och möjligheten att undvika markskador. Grovkorniga jordarter har bättre bärighet medan finkorniga jordarter håller vatten bättre vilket resulterar i sämre bärighet. SGU har ett stort kartregister över denna typ av information som är tillgängligt för alla. Information om jordart är inget som skogsentreprenörer inhämtar idag före en avverkning, men om detta görs hade markskadorna troligtvis minska inom skogsbruket.

Nyckelord: skogsbruk, markskador, avverkning, kompaktion, vattendrag, GROT, kartmaterial, LiDAR

Handledare: Per Sandgren

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

Julia Holm, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.

E-post: geo12jho@student.lu.se.

Soil damage in forestry - the importance of soil characteristics

JULIA HOLM

Holm, J., 2015: Soil damage in forestry - the importance of soil characteristics. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 441, 21 pp. 15 hp (15 ECTS credits) .

Abstract: Forestry is important for Swedish industry and accounts for 20% of Sweden's total export. The endless demand of wood results in logging all year round, but other aspects have to be taken into consideration. The ecology, forest recreation and the outdoor activities that the forest is providing is very important to preserve. A major problem in forestry is the soil damage after a successful harvest. The damage changes the soils texture and the water run-off. This is something that endangers other important aspects of the forest. In this rapport soil damage in forestry is examined with information from literature, field studies and interviews. A summary is then made to understand the actual impact of forestry on the underlying soil and how soil damage affects the surrounding nature. Today's methods to avoid soil damage have been studied and how better maps could maybe decrease damage. When soil damage affect nearby watercourses and aquatic organisms, they are considered to be major and must be restored. Soil damage are costly, and can be minimized by good information and map material on areas that are being harvested, but also practical tools to use out in the field. Soil stability depends largely on soil composition and water conditions. Information about the soil characteristics of the area that is being harvested can help understanding its capacity and preventing soil damage. Coarse-grained soils have better resistance then fine-grained soils whereas fine-grained soils holds water better and result in poor bearing capacity. The Swedish Geological Survey (SGU) has a large amount of maps with this type of information which is available for the public. Forestry contractors do not obtain this kind of information today, but if they do, soil damages in forestry can probably be reduced.

Keywords: forestry, soil damage, felling, compaction, watercourse, tops and branches, maps, LiDAR

Supervisor(s): Per Sandgren

Subject: Quaternary Geology

Julia Holm, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.

E-mail: geol2jho@student.lu.se

1 Introduktion

Skogen är en viktig naturresurs för Sverige och varje år avverkas miljontals kubikmeter. År 2011 avverkades ungefär 89 miljoner m³sk (skogskubikmeter) (Skogsstyrelsen u.å.-a). Den höga avverkningen innebär att skogsbruket ständigt måste pågå, under alla olika sorters förhållanden vilket ibland inte skapar de bästa förutsättningarna för ekologin, friluftslivet och skogens rekreation. Skogsbruket berör fyra av Sveriges 16 miljökvalitetsmål och måste därmed vara ekologiskt hållbart. Miljökvalitetsmålen beskriver hur Sveriges natur bör vara vid ett hållbart tillstånd (Naturvårdsverket 2013). Det ska bara förekomma naturlig försurning i vattendrag, sjöar och skogsmarker. Den biologiska mångfalden i sjöar och vattendrag ska bevaras och livsmiljöerna ska vara ekologiskt hållbara. Skogsbruket ska vara i balans med skogens naturliga tillväxt och den biologiska mångfalden ska bevaras. Det ska finnas ett rikt växt- och djurliv där livsmiljöerna för samtliga arter ska skyddas och ekosystemens processer behållas. De olika livsmiljöerna varierar över landet och Sveriges historia och klimat är avgörande för hur miljöerna ser ut och hur skogen över landet breder ut sig (Naturvårdsverket 2013).

Barrskog är den vanligaste typen av skog som växer i Sverige men i södra Sverige breder även lövskog ut sig på grund av det varmare klimatet. 55 % av Sveriges totala landyta är täckt av skog, vilket resulterar i hela 23 miljoner ha skogsmark (1 ha = 10 000 m²) (Fries & Rosander 2015). Naturresursen har därmed blivit väldigt betydelsefull för Sverige, men skogens betydelse för samhället skiljer sig åt. Skogen har både ekonomiska, sociala och ekologiska värden (Skogssverige u.å.). Det är därför viktigt att skogsbruket hela tiden är i balans med skogens naturliga tillväxt och försöker rätta sig efter miljökvalitetsmålen. Samhällets ständiga efterfrågan på virke innebär dock att skogsbruket måste producera och pågå under perioder då nederbördsmängden är stor där markskador är ett faktum. Markskador kan påverka kringliggande natur och blir ofta väldigt kostsamma. Markskadorna kan undvikas men kräver god planering med hjälp av detaljerade trakttdirektiv och kartmaterial, möjlighet till praktiska hjälpmedel på plats samt goda väderförhållanden som låg andel nederbörd eller kalla temperaturer med tjalning (Skogsindustrierna & Skogsägarna 2010) (Mild 8/4-2015). Enligt Andersson (1980) kan markskadorna minska med 30 % om planeringen av avverkningsområden och virkestransporter blir bättre. Skogsentreprenörer får idag ut trakttdirektiv och kartor över de områden som ska avverkas. Kartorna är väldigt informativa och ger en bra överblick över trakten. Kartmaterialet skulle dock kunna utvecklas än mer för att förbättra planeringen av avverkningarna och minska antalet markskador.

2 Syfte och frågeställning

2.1 Syfte

Syftet med arbetet är att studera hur bättre kartmaterial kan underlätta en avverkning och hur information om jordarter kan minska markskadorna i skogsbruket. Skogsbrukets påverkan på mark och kringliggande miljö har dessutom studerats, liksom när markskador blir allvarlig, deras påverkan på skogsmiljön och hur de kan undvikas, detta för att få en bättre förståelse för varför informationsrikt kartmaterial krävs.

2.2 Frågeställning

Kandidatarbetet utgår ifrån följande frågeställningar:

- Hur påverkar skogsbruket mark och kringliggande miljö?
- Vilka blir konsekvenserna av markskador och hur kan de undvikas?

3 Begrepp

- **Bonitet** – Skogens förmåga att producera virke, skogsmarkens bördighet.
- **GROT** – rester av grenar och toppar efter en utförd avverkning.
- **Kronopark** – Statligt ägda skogsområden som är avsatta för skogsbruk, förvaltas av Sveaskog AB.
- **LiDAR** – Light Detection And Ranging, är en typ av laserskanning över stora områden med hjälp av laser monterad i helikopter eller flygplan. Laserskanningen samlar in höjddata som därefter blir kartmaterial vilket visar höjdnivåskillnaderna på markytan utan hänsyn till vegetation och byggnader/konstruktioner.
- **m³fub** – kubikmeter fast mått under bark, det massavirke som återstår av ett träd efter att bark, toppar och grenar kapats bort vid en avverkning.
- **m³sk** – skogskubikmeter
- **SGU** – Sveriges Geologiska Undersökning
- **Skotare** – Skogsmaskin som hämtar upp det virke som skördaren avverkat.
- **Skördare** – Skogsmaskin som avverkar träden.
- **ton TS** – ton torrsbstans

4 Bakgrund

Ett vanligt problem inom skogsbruket idag är de markskador som uppstår efter en slutförd avverkning. Skogsbruk sker i vissa fall på mark som inte klarar att bära en skogsmaskin (Berg et al. 2010). Fuktiga och finkorniga markområden är en vanlig förutsättning i Sveriges skogar och avverkning på dessa marker medför ofta markskador. En skogsmaskin väger tiotals ton och en fullastad skotare med virke kan vid slutavverkning väga närmre 30 ton vilket lätt kan kompaktera marken och många år efter en slutförd avverkning så kan tydliga spårbildningar ses. Markens bärlighet beror i stor utsträckning på vilken typ av jordart som finns i området och därmed dess egenskaper, vattenmängden i

marken men även förekomsten av rötter (Mild 8/4-2015). Att återställa en befintlig markskada är svårt och kostsamt, vilket resulterar i att de i flesta fall lämnas kvar till naturen att återställa (Skogsstyrelsen u.å.-b).

Inom skogsbruket jobbar samtliga parter ständigt med att försöka undvika markskador och en väl planerad avverkning kan många gånger förbättra förutsättningarna (Berg et al. 2010). Ture Johanssons trävaru AB, ett sågverk i Tenhult, norr om Jönköping planerar sina framtida avverkningar med hjälp av Google Earth kartor och LiDAR-kartor (Light Detection And Ranging). På Google Earth-kartorna ringas avverkningsområdet in och därefter markeras olika objekt ut som uppmärksammas på området som till exempel fornminnen, naturvårdsområden, elledningar osv. där hänsyn bör tas. Höjdkartorna som fås ut av LiDAR-scanningen studeras och möjliga vattenansamlingar i sänkor, diken, vattendrag, höjder samt kolmilabottnar som finns på området kan ses (Rapp 8/4-2015). Ture Johanssons sätt att arbeta med LiDAR-kartor är något som inte många andra skogsentreprenörer inhämtar och planerar sin avverkning efter. J & J Beståndsgallring inhämtar sitt kartmaterial från Sveaskog och deras höjdinformation på ett område består av en områdeskarta med höjdkurvor (Holm 6/4-2015). Ture Johanssons trävaru AB planerar därefter specifika huvudvägar för att antalet körvägar ska minimeras och vägarna risas i de flesta fall med GROT för att stabilisera marken, så markskador undviks. GROT är rester av trädtoppar och grenar från en avverkning och tas många gånger ut som en förnyelsebar energikälla (Rapp 8/4-2015).

Uttag av virke och GROT sker i betydande utsträckning på grund av dess ekonomiska värde (Skogsstyrelsen u.å.-b). Det är däremot väldigt viktigt att planera en körning och som skogsentreprenör förstå skogens dynamik och dess variation från plats till plats (Skogsstyrelsen u.å.-b). Ibland är den information som delges till skogsentreprenörer vid avverkningar inte alltid tillräcklig för att som maskinförare kunna genomföra en bra avverkning och samtidigt kunna jobba efter samtliga tidigare nämnda miljö kvalitetsmål (Skogsindustrierna & Skogsägarna 2010). Ett underlag med information om jordarterna på ett avverkningsområde kan möjliggöra en bättre planerad avverkning och minska antalet markskador (Skogsindustrierna & Skogsägarna 2010).

Av Sveriges landyta är 75 % täckt med morän. I övrigt är landytan täckt av moränlera, isälvs material, lera, sand, torv, berg i dagen och glaciärer högst upp på fjällen i norr. Morän, moränlera, isälvs material, lera och sand är sediment som är avsatt av inlandsisen eller av dess smältvatten. Kornstorleken varierar i de olika sedimenten varav lera består av väldigt små. Morän är däremot en sorterad jordart och kan i samma lagerföljd ha många olika kornstorlekar, från lera till större stenblock. Jordarterna förekommer spritt fördelat över Sverige och varje jordart har på grund av sin varierande partikelstorlek och struktur, även varierande

egenskaper. Grovkorniga jordarter som sand är så kallade friktionsjordar och dess hållfasthet bygger på friktionskraften mellan kornen. Finkorniga jordarter som lera hålls istället samman med hjälp av kohesion. I kohesionsjordar är det en molekylär bindning mellan partikelytorna som håller ihop jordarten och ju mindre en kornstorlek är desto starkare är kohesionen (Andréasson et al. 2006; Statens Geotekniska Institut 2015).

Är porerna i de olika jordarterna fyllda med vatten så försämras däremot hållfastheten i respektive jordart, värst i kohesionsjordar. Molekylbindningarna mellan partikelytorna blir näst intill obefintlig när samtliga porer fylls med vatten och jordarten tappar sin hållfasthet. I vissa fall kan en tidigare bärande mark nästan bli helt flytande, som t.ex. lera (Andréasson et al. 2006). När skogsbruk utförs på de olika jordarterna så blir därmed även följderna olika. Torv håller mycket vatten och medför en dålig markbärighet och resulterar många gånger i allvarliga markskador. En jordmån bestående av lera kompakteras oftast lättare än sand.

Kompaktion av mark kan resultera i att ny växtlighet inte klarar av att penetrera jordmånen och spår bildningarna ses långt efter en slutförd avverkning. Spåren kan i många fall skapa nya vattenansamlingar och kan efter en tid förändra markens naturliga ytavrinning på området (Kozłowski 1999; Andersson 1980). Som skogsentreprenör kan information om vilken typ av jordart som finns på trakten vara viktig för att undvika områden där torv eller finkorniga sediment förekommer.

5 Metod och material

Inom ramen för detta examensarbete har information i huvudsak hämtats från litteratur i form av artiklar, studiebesök, utbildningskurs, interjuver, samt kontakt med Peter Svedberg fjärranalysexpert på Metria. Studiebesöket inträffade på Ture Johanssons trävaru AB den 6/4-2015 med Ronnie Rapp som kontaktperson, planerare på företaget samt ansvarig för inköp. Utbildningskursen den 6/4-2015 hölls av Henrik Mild, VD på företaget Företagskompassen och handlade om markskador inom skogsbruket. Intervjuer gjordes med skogsentreprenören Jan Holm, VD på företaget J & J Beståndsgallring. Ture Johanssons trävaru AB och J & J Beståndsgallrings kartmaterial har använts som referens för det kartmaterial som skogsentreprenörer inhämtar idag, detta för att begränsa arbetet men samtidigt få en förståelse för den faktiska information som används ute i fält. Samtidig metodik har använts för att få en bredare syn på hur markskador hanteras inom de olika parterna.

6 Markbildning

I samma stund som kemiska och biologiska processer börjar erodera en geologisk formation bildas mark. Med tiden bildas en jordmån vilket är jordens översta ytskikt. En jordmån består av flera olika komponenter

som organiskt material, sekundära mineral samt bergfragment från underliggande bergart. Det organiska materialet är humus från nedbrutna och sönderdelade växtrester och de sekundära mineralerna är ämnen som karbonater och oxider vilket representerar det minerogena materialet. I de olika komponenterna lever mikroorganismer som bland annat tar hand om viktiga nedbrytningsprocesser av döda djur och växter. Mellan dessa fasta komponenter finns porer som ofta är fyllda med luft, gas, vatten eller makroorganismer (Magnusson et al. 2015). Jordmånens sammansättning varierar beroende på det underliggande modermaterialet, klimatet, topografin, förekomsten av organismer samt tiden som jordmånerna haft på sig att bildas (Sveriges Lantbruksuniversitet 2010). Efter lång tid kan en vertikal jordmånsprofil studeras med olika lager av jordmånar där varje lager representerar en förändring i miljön (Magnusson et al. 2015). Markens sammansättning är sedan avgörande för hur den påverkas och förändras av olika naturliga processer och mänsklig aktivitet (Kozłowski 1999).

7 Skogsbrukets historia

Innan skogsbruket industrialiserades så användes skogen i den mån det gick. Människor på landsbygden brukade träden till brännved, för matlagning samt uppvärmning av husen som var byggda av skogens timmer. Skogen utnyttjades till bärplockning och jakt men även som betesmark till tamdjuren på somrarna. Stenmurar som hittas i igenvuxna skogar idag är tecken på det vandrande jordbruket som en gång fanns. Skogsmarker avverkades för att istället kunna odla grödor på eller som betesmark för djuren (Fries & Rosander 2015).

Industrialiseringen av skogen kom i takt med att smältning av myr- och sjömalm började utvecklas under första hälften av 1600-talet. Milkolning var den tillverkningsprocess som användes för att producera träkol till att smälta malmen och pågick fram till början av 1950-talet varefter stenkol började importeras istället. 1800-talets mitt i Sverige kännetecknas bland annat av utvecklingen av sågverken. I takt med att dessa växte och blev allt fler så avverkades skogarna i allt större omfattning. De grövsta träden avverkades, utan någon hänsyn för framtida tillväxt och dynamik (Fries & Rosander 2015).

På 1830-talet började pappersbruken etableras i Sverige. Papperet tillverkades ursprungligen av textillump men pappersbruken växte sig allt större och en ny råvara krävdes för att bruken skulle kunna expandera, då den maximala tillgången av lump var nådd. Ny teknik möjliggjorde pappersproduktion med trä som råvara. Efterfrågan på virke i Sverige blev därmed större och brukens behov av virke blev med tiden lika stort som sågverkens (Fries & Rosander 2015; Jörnmark & Segebaden 2015). Skogarna söndertrasades och med tiden krävdes en förändring i detta sätt att avverka. Yxor var under en lång tid det verktyg som användes för att avverka skogen. På 1860-talet kom

dock den tvåmansfattade sågen och kort därefter den enmansfattade sågen, vilket effektiviserade skogsbruket (Fries & Rosander 2015).

År 1903 infördes den första skogsvårdslagen i Sverige men redan tidigare, i mitten på 1800-talet, hade Domänverket förstått vikten av skogens framtida tillväxt. Därmed planterades ny skog på de områden som tidigare blivit kalhyggen. På 1930-talet började utbildning inom skogsbruk bli ett sätt att informera om vikten av ett hållbart skogsbruk och god tillväxt. Motorsågen infördes 20 år senare och skogsbrukets produktivitet ökade ytterligare (Fries & Rosander 2015). Introduktionen av motorsåg, skogsmaskiner och andra maskiner har från kring 1950-talet och 50 år framåt närmre tiodubblat produktiviteten i skogen samtidigt som arbetskraften i skogen har minskat med runt 490 000 personer från år 1949 fram till slutet av 1900-talet. Idag arbetar ungefär 60 000 människor inom skogsbruket (Fries & Rosander 2015; Skogssverige u.å.). Sveriges skogsmarker ägs idag av flera olika parter, staten, kommuner, landsting, kyrkan, aktieföretag och privatpersoner vilka äger ungefär hälften av den totala skogsmarken i Sverige (Fries & Rosander 2015).

Skogsbruket pågår ständigt och 2/3 av den totala tillväxten i Sveriges skogar avverkas varje år, varav mycket exporteras. Skogsbruket står för ungefär 20 % av Sveriges totala export (Fries & Rosander 2015). De maskiner som används i skogsbruket är i huvudsak skördare och skotare. Skördaren avverkar beståndet och skotaren samlar därefter in de träd som avverkats (Fig. 1). Skogen avverkas i olika omgångar beroende på dess ålder och vilket typ av virkesuttag som efterfrågas. Gallring genomförs vanligen två gånger på ett skogsområde innan en slutavverkning. Vid gallring avverkas utvalda träd för att låta de mer välutvecklade träden växa sig större. När gallring utförs är skogen oftast för tät och solljuset klarar inte av att penetrera igenom de högre trädens kronor och nå ner till mark och mindre växtlighet. Träden kan inte heller bli allt för grova i det täta beståndet då utbredning av rötter och upptag av näring blir begränsad. Första gallring sker när skogen har en medelålder kring 30 år och andra gallring ungefär 20 år senare. Tiden för utförande av gallring kan variera beroende på hur pass skogen växer, om boniteten är hög det vill säga skogsmarkens bördighet och skogens förmåga att producera virke, så kan gallring ske tidigare och mer frekvent. Detta är i sin tur beroende på klimat och den naturliga näringen i marken. Slutavverkning är det sista steget i avverkningsprocessen, där nästan hela beståndet avverkas innan ny skog planteras. Den slutliga avverkningsningen sker när skogens medelålder är runt 80 år, men kan variera beroende på skogens bonitet (Holm, 6/4-2015). Efter en slutavverkning markbereds hygget så ny skog kan planteras. Maskinernas storlekar och kapacitet varierar beroende på om skogen ska gallras eller slutavverkas. Skogsmaskiner vid slutavverkning avverkar grövre träd och betydligt mer timmer per ha vilket resulterar i större och tyngre maskiner som ska

klara mer m³sk. En skördare som uteslutande kör slutavverkning snittar ett virkesuttag på ca 80 000 m³fub (fast mått under bark) per år medan en skördare som enbart gallrar tar i snitt ut runt 30 000 m³fub per år. Förutsättningarna på varje avverkningsområde skiljer sig däremot åt vilket påverkar virkesuttaget vid samtliga avverkningstillfällen.

8 Svenska miljö kvalitetsmål som berör skogsbruket

Den 28 april 1999 beslutade riksdagen att Sverige skulle införa olika miljö kvalitetsmål som beskriver hur naturen bör vara vid ett hållbart tillstånd, och hur dessa ska nås. Miljö kvalitetsmålen hjälper till att vägleda miljöarbetet i samhället och att jobba mot samtliga mål är en viktig grundsten i den nationella miljöpolitiken. Det finns idag 16 olika miljö kvalitetsmål varav skogsbruket berörs av fyra. Detta innebär att skogsbruket måste försöka anpassas efter målen (Naturvårdsverket 2014).



Fig. 1. Övre bilden visar en skördare och den undre bilden en fullastad skotare. Båda maskinerna används enbart för gallring. Foton: Jan Holm

8.1 Bara naturlig försurning

Markanvändning och nedfall som försurar mark och vatten ska vara på en nivå som naturen själv klarar av att hantera. Arkeologiska föremål, hållristningar och tekniska material ska bevaras så inte korrosionshastigheten ökar på grund av det försurande nedfallet (Regeringskansliet 2012a). Nedfall av försurande ämnen och ett aktivt skogsbruk bidrar med en påskyndad försurningsprocess i skogsmark, vattendrag och sjöar (Naturvårdsverket 2015a). Marken har en naturlig försurningsprocess när växtligheten tar upp basisk näring från marken som kalium, kalcium och magnesium och lämnar ifrån sig vätejoner med lågt pH. När växterna sedan dör och bryts ner så återförs den basiska näringen men utbytet sker inte fullt ut, utan en långsam naturlig försurningsprocess pågår ständigt. Vid avverkning plockas däremot den basiska näringen bort i skogen som sitter bundet i träden, vilket forcerar försurningen (Bernes 2015). Kemisk vittring är en process som motverkar försurningen i marken genom att använda sig av vätejoner och därefter producera fria basiska joner. Detta är en långsam process som kommer ta decennier innan marken återhämtat sig och kräver därav även åtgärder för detta från skogsbruket (Magnusson 2009).

8.2 Levande sjöar och vattendrag

De ekosystem som finns i sjöar och vattendrag ska bevaras och vara ekologiskt hållbara. Den biologiska mångfalden ska bevaras och ha en god naturlig produktionsförmåga. Kulturmiljön vid vattendrag och sjöar ska bevaras och det frilufsliv som vattnet bidrar till ska värnas (Regeringskansliet 2012b). Det är viktigt att vattendrag får flöda fritt för växt- och djurliv och att kvaliteten på vattnet bevaras (Naturvårdsverket 2015c). Markskador kan många gånger förändra mindre vattendrags naturliga flöden, som bäckar på ett avverkningsområde, men även avverkat timmer som blivit liggande kvar i vattendragen och dämmer upp flödet (Mild 8/4-2015). Detta kan bidra till en försämrad vattenkvalitet där försurningsprocessen och kvicksilverhalten i vattendragen ökar samt att vattnet blir grumligt på grund av ökad tillförsel av humusmaterial (Berg et al. 2010; Naturvårdsverket 2015c). Avverkning nära ett vattendrag bör undvikas så långt möjligt. Måste avverkning genomföras här så bör den planeras väl (Mild 8/4-2015).

8.3 Levande skogar

Den biologiska produktionen och mångfalden som finns i skogen och dess marker ska bevaras, kulturmiljövärden ska värnas, och det sociala värdet som skogen bidrar med värnas (Regeringskansliet 2012c). Skogen har speciella levnadsmiljöer för växt- och djurliv, erbjuder frilufsliv men är även en viktig råvara. Unika skogsmiljöer ska bevaras och planeras som naturreservat eller naturskyddsområden. Skogsbruket ska vara ekologiskt hållbart där den biologiska mångfalden bevaras. Hänsyn ska tas till kulturlämningar, na-

turreservat och biotopskyddsområden. Skogsmarkens egenskaper samt kemiska, biologiska, hydrologiska och fysiska processer ska bevaras. Det kräver att skogsbruket är anpassat för att bevara skogens miljö så långt möjligt samtidigt som det ska vara konkurrenskraftigt på marknaden. Det krävs mer kunskap om skogens ekosystem och skogsbrukets faktiska påverkan på naturen (Skogsindustrierna & Skogsägarna 2010; Naturvårdsverket 2015d).

8.4 Ett rikt växt-och djurliv

Olika arters livsmiljöer ska bevaras och ha en god genetik variation samt ska ekosystemen och processer och funktioner värnas. Den biologiska mångfalden ska bevaras så att framtida generationer ska kunna uppleva ett varierande och frodande växt- och djurliv. Skogsbruket och dess sätt att avverka skog gynnar många gånger inte den biologiska mångfalden och miljökvalitetsmålet sätter därmed stora krav på framtida uttag av timmer. Det gäller att försöka hitta en balans i utvinningen av råvaran och samtidigt bevara mångfalden och skogens unika livsmiljöer (Naturvårdsverket 2015b).

9 Resultat

9.1 Skogsbrukets påverkan på marken och kringliggande miljö

En markskada inom skogsbruket kännetecknas som en kompaktion och en spårbildning från en maskin som kört på skogsmark. Kompaktionsgraden i en mark beror på dess egenskaper. Det kan många gånger se bra ut efter en avslutad avverkning men oftast så har marken blivit hårt kompakterad. Flera olika studier och artiklar har dokumenterat vad som händer samt förklarar följderna efter att en jordart kompakterats på grund av mänsklig aktivitet. Enligt Jansson & Johansson (1998) kan inte den kompaktion av tunga maskiner som uppstår i skogsbruket jämföras med den som likvärdigt bildas inom jordbruket då markstrukturen är så pass olik. Skogsmarken består av mycket rötter och sten medan jordbruksmarker har en högre andel organiskt material och inte alls samma rotsystem (Jansson & Johansson 1998). Därför har enbart litteratur som beskriver kompaktion från skogsbruket studerats.

Jansson & Johansson (1998) presenterade en studie där en jordprofil bestående av en siltig lerjord utsattes för tryck från två olika sorters skogsmaskiner, en som kördes med hjul och en på band. Båda maskinerna vägde runt 20 ton och kördes på skilda sträckor fram och tillbaka. Resultatet visade att en skogsmaskin på hjul skapade betydligt djupare spår än en bandmaskin. Skogsmaskinen med hjul körde sönder rötterna från närliggande träd och blandade det överliggande organiska materialet med den underliggande mineraljorden. Bandmaskinen behöll jordlagren intakta och bevarade rötterna. Däremot så kompakterades den siltiga lerjorden mer av bandmaskinen (Jansson & Johansson 1998). Enligt Kozłowski (1999) så kan viss naturlig kompaktion av mark som sättningar vara till en fördel för plantornas möjlighet att slå rot och växa, den kapillära rörelsen av vatten till fröet

sker lättare. I de vanligaste fallen är kompaktionen däremot inte naturlig utan orsakad av mänsklig aktivitet. Kompaktion av mark i och med mänsklig aktivitet blir betydligt mer intensivt och gynnar inte växtligheten på samma sätt. Skogsmaskiner kompakterar marken som många gånger försvårar ny växtlighet (Kozłowski 1999). Växternas fotosyntes och absorption av mineral försämras i en miljö där marken är allt för kompakt. Respirationen kring rötterna kan nå en anaerob miljö och växterna dör. En kompakterad mark gör det svårare för rötterna att penetrera igenom jordmånen då de flesta hålrum och porer är tilltäppta som rötterna annars brukar växa i. Absorptionen av viktiga mineraler och näringsämnen så som kväve, fosfor och kalium försämras också på grund av kompaktionen (Kozłowski 1999). Den kompaktion som sker inom skogsbruket är ofta djup och kan nå så långt som 1 meter ner i marken men vanligast ner till 30 cm (Kozłowski 1999). Enligt Jansson & Johansson (1998) så visade deras studie på att jordens densitet ökade 40-50 cm ner i jordprofilen efter att en skogsmaskin passerat (Jansson & Johansson 1998).

När ett fordon kör över en jordmånsprofil så utsätts marken för tre olika typer av kompaktionskrafter. Den första är hjulens kompaktionskraft på grund av fordonets vikt fördelat på dessa specifika punkter. Därefter skjuvspänning som uppstår när hjulen slirar på jordarten, samt vibrationen från motorn som påverkar marken via däcken. Lasten på fordonet är också avgörande för den totala påverkan på marken (Kozłowski 1999) Utöver dessa så är det olika stor påverkan på olika typer av jordarter där varierande egenskaper som kornens storlek och form kan vara avgörande (Statens Geotekniska Institut 2015). De olika marklagrens bärighet är baserade på den last per areaenhet som lagret klarar av innan genombrott sker (Axelsson & Granström 2015). Jansson & Johansson (1998) förklarar också att det är maskinens tyngd, hjullast samt dynamiska skjuvkraft som spelar en viktig roll i hur stor skadan blir på markprofilen. Kompaktionen och spårbildningen som uppstår efter att skogsmaskiner avverkat i ett skogsområde kan försvåra den framtida produktiviteten, påverka hydrologin samt förändra jordens struktur och egenskaper (Jansson & Johansson 1998). Enligt Haglund (2009) så är vattnets strömningsförmåga i marken beroende på markens egenskaper och topografien. Till följd av en avverkning så ökar grundvattenbildningen och grundvattennivån höjs. Den ökade grundvattenbildningen beror på att evapotranspiration och interception från växtligheten minskar. En ökad grundvattenbildning medför därmed att de jordlager som ligger nära markytan med hög andel organiskt material kan börja transportera grundvattnen till närliggande vattendrag (Haglund 2009; Magnusson et al. 2015).

En jordarts återhämtning från kompaktion kan ta väldigt lång tid. Enligt Andersson (1980) kan det ta naturen 10-15 år att återställa och har marken blivit

hårt kompakterad kan det ta upp till 40 år. Gallring på mark med dålig bärighet förstör i de flesta fall det underliggande rötterna på träden som lämnas kvar. 10 år efter gallringen kan tillväxten på dessa träd ha minskat med 7-13 m³sk/ha (Andersson 1980). Jordartens olika egenskaper är avgörande för dess återhämtning men det är också andra parametrar som är väsentliga. Klimatet är en viktig parameter där svällning, krympning, frysning och upptining av marken kan bearbeta och luckra upp en kompaktion. Ny växtlighet som klarar av att penetrera den kompakterade marken hjälper till att lösa upp jorden genom att utveckla rotsystemet, börja fotosyntetisera och absorbera mineral. Förekomsten av olika organismer i jorden är en väldigt viktig faktor där framförallt jordmaskar lätt bearbetar en jord, bildar nya hålrum och ökar markens porositet (Kozłowski 1999).

I en arbetsrapport av Nordlund et al. (2013) har en sammanställning gjorts av svar från en enkät Skogforsk skickat ut till bland annat skogsentreprenörer, maskinoperatörer, planerare, produktionsledare och virkesköpare, om markskador och hur de ser på problemet. Hjulspår med en längd på minst 5 m och en bredd på 0.2 m definieras i rapporten som körskador (Nordlund et al. 2013). Enligt Nordlund et al. (2013) är körskador vanligast vid slutavverkning. Uttag av virke genererar pengar och en slutavverkning är den mest lönsamma händelsen för skogsägare men också den mest miljöpåverkande (Fries & Rosander 2015). Vid en slutavverkning tas i flesta fall GROT ut som en förnyelsebar energikälla. Efter att GROT plockats ut så flisas materialet som därefter bränns i värmeverken. Materialet är även användbart inom skogsbruket för att risa huvudvägar, även kallat basstråk vilket hjälper till att förstärka markens bärighet och minskar risken för markskador. Har GROT använts till att risa stråken så är däremot produkten förbrukad. När skogsmaskinerna kör över GROT blir det förorenat med sten och grus vilket sedan kan förstöra flismaskinerna och förbränningsugnarna (Nordlund et al. 2013) (Rapp 8/4-2015).

Vid en slutavverkning av gran där samtliga bestånd avverkas och volymen av gran på området är 250 m³sk/ha så kan GROT-uttaget bli ungefär 41 ton TS/ha (ton torrsubstans). För att få ihop 1 MWh (megawattimme) i värmeverken krävs ungefär 0,182 ton TS GROT. På detta avverkningsområde får man därmed ut ungefär 225 MWh per ha, ((41 ton TS/ha) / (0,182 ton TS)). Stora Ensos intäkter för att sälja GROT till värmeverken är 63 kr per MWh och detta innebär att på ett ha kan 14175 kr plockas ut (63 kr x 225 MWh). Om GROT istället används till att risa basstråken kostar varje 100 m ungefär 2400 kr. GROT kan alltså fortfarande plockas ut på trakten om basstråken risas men inte med samma vinstmarginaler (Forsberg 2011). Enligt Mild (6/4-2015) är återställandet av en markskada väldigt kostsam och varierar beroende på vilka följder skadan orsakat. Uttag av GROT är hela tiden en intresseavvägning. Behövs det för att minska eventuella markskador eller ska det

plockas ut till förnyelsebar energi och öka vinstuttaget på området (Nordlund et al. 2013). Markägaren vill ofta ha höga vinstuttag och inga markskador (Mild 8/4-2015). Förekommer det mycket blöt mark i det område som gallras så bör GROT användas till att risa vägarna oavsett och förebygga eventuella markskador (Skogsstyrelsen u.å.-c).

Ett annat problem vid uttag av GROT är den ökade försurningsprocessen som uppstår i marken (Pollack et al. 2012). Trädens huvudsakliga näringsinnehåll sitter i toppar, grenar och barr. När uttag av GROT sker så avlägsnas viktig näring som annars gör att försurningsprocessen i marken motverkas (Pollack et al. 2012). Efterföljderna kan bli att den näring som finns kvar i marken lakas ur, avrinningsvattnet på området försuras vilket i sin tur försurar närliggande vattendrag (Bernes 2015). För att bromsa processen som uppstår så har skogsstyrelsen hittat en lösning genom att återföra den näring som plockas bort vid avverkningen. Vid förbränning av biobränsle, bland annat GROT så bildas en aska som är rik på de näringsämnen som finns i grenar och toppar, fränsett kväve. Askkan kan därmed återanvändas och föras tillbaka till de platser där GROT tidigare plockats ut (Pollack et al. 2012).

9.2 Vanliga orsaker till markskador och deras följder

De största och mest allvarliga körskadorna uppstår ofta under hösten när regnperioden börjar och skogsmarken håller mycket vatten samt under tjällossning (Mild 8/4-2015). Det förändrade klimatet i Sverige med varmare vintrar, kraftigare nederbörd och minskad tjäle resulterar i att avverkning sker på ofrusen, mjuk eller blöt mark med sämre bärighet (Norra Skogsmagasinet 2015).

Enligt skogsentreprenören Jan Holm VD på J & J Beståndsgallring AB så planeras gallring så långt möjlig men efterfrågan på virke och kostnaderna för stillastående maskiner resulterar i att gallring ibland sker på mark med dålig bärighet som ofta håller mycket vatten. Dessa försöker skogsentreprenörer som Jan Holm att gallra när tjäle förekommer. Tjälän stabiliserar marken och skapar ett fastare underlag (Holm 31/3-2015). Allvarliga markskador är ofta ett faktum när körning annars sker på fuktiga områden i nära anslutning till vattendrag. En ökad transport av humus och slam till närliggande vattendrag är en vanlig följd av att körning sker inom dessa zoner. Humusen gör att vattnet blir grumligt vilket påverkar de vattenlevande djuren. Slammet i sin tur försämrar vattendragets botten där fisken leker. Förhöjd urlakning av kvicksilver från humusen till närliggande vattendrag är också en följd av att körning sker inom dessa zoner (Pollack et al. 2012).

Den översta delen av skogsmarkens jordmånsprofil består av humus, 100 % organiskt material. Det organiska materialet binder lätt till kvicksilver i jonform som tillsammans skapar solida komplex. Humusen i skogsmarkerna är därmed anrikad på kvicksilver och i Sverige är andelen kvicksilver flera gånger högre än den naturliga bakgrundshalten för skogsmark. Kvicksilvret kom-

mer med nederbörden och i södra Sverige tar regnet med sig ungefär 20g kvicksilver/km² ner till marken och i norr 7g kvicksilver/km². Grundämnetts ursprung är från olika föroreningsutsläpp som sker världen över men även naturligt förekommande. Kviksilver oxiderar med syret eller ozonet i atmosfären och bildar kvicksilver (II)-joner, vilket partiklar eller molndroppar i luften sedan binder och för med sig ner till marken. Oorganiskt kvicksilver från föroreningsutsläpp kan i naturen binda till organismer och bilda metylkvicksilver. Metylkvicksilver är en av de farligare formerna av kvicksilver då denna kan anrikas i inre organ hos däggdjur. Det kvicksilver som bundit sig till humusmaterial i skogsmarkerna kan ytavrinningen föra vidare ner till närliggande vattendrag, sjöar och hav (Elding & Tyler 2015). Enligt Haglund (2009) ökar grundvattennivån vid en avverkning då mindre växtlighet binder vatten, vilket resulterar i att de övre organiska jordlagren även kan transportera grundvatten. Transporten gör att grundvattnet blir berikat på humus och därmed högre halter kvicksilver, vilket sedan kan rinna ut i närliggande vattendrag (Haglund 2009).

Vid en spårbildning kompakteras marken så pass att nederbörden har svårt för att infiltrera ner i marken och ligger lättare kvar som ytvatten. Mer ytvatten resulterar i att mer humusmaterial kan transporteras från den omrörda marken i spårbildningarna ner till närliggande vattendrag (Mild 8/4-2015). Enligt Elding & Tyler (2015) så är kvicksilverhalten i svenska vattenområden 2 till 10 gånger högre i jämförelse med den naturliga bakgrundshalten (Elding & Tyler 2015). En allvarlig körskada kan därmed göra att humusrika ytvatten med höga halter kvicksilver i större utsträckning rinner ut till vattendragen och kvicksilveret anrikas i fiskar och andra vattenlevande organismer. Detta resulterar i insjöfisk med höga halter kvicksilver som djur eller människa sedan äter och därmed får i sig förhöjda halter av ämnet (Mild 8/4-2015). Konsumtion av fisk med höga halter av metylkvicksilver kan orsaka allvarliga hjärnskador på människan (Elding & Tyler 2015).

Skogforsk har publicerat arbetsrapport 731 från 2010 med förslag på en gemensam policy angående körskador på skogsmark (Berg et al. 2010). Rapporten har tagits fram i syfte att skapa en gemensam syn på vad som menas med allvarlig och mindre allvarlig körskada. Anledning till att en markskada blir allvarlig beror på följderna därefter. Alla typer av maskiner som används inom skogsbruk anses som körning på skogsmark. I rapporten definieras en körskada som följande *"Med 'körskada' avses fortsättningsvis en skada orsakad av körning i skogsmark. Skadan kan vara spårbildning och/eller kompaktering, som i sin tur kan ge kemiska, biologiska och ekonomiska effekter liksom effekter på kulturmiljöer, friluftsliv och skogens rekreativvärde"* (Berg et al. 2010). Vidare definieras begreppen kemiska, biologiska och ekonomiska effekter samt friluftsliv och rekreativvärden. Kemiska effekter från markskador innebär en ökad transport av organiskt och oorganiskt material ut till vattendrag, vilket bidrar till att halten av tungmetaller och näringsämnen som finns i

materialet, även ökar halten i vattnet, så som metylkvicksilver. Den förhöjda halten av det organiska materialet minskar syrehalten i vattnet på grund av ökad nedbrytning, vilket skapar negativa biologiska effekter. Syrebristen försvårar levnadsförhållandena för de akvatiska organismerna. Den ökade tillförseln av material slammar igen vattendragen och påverkar de akvatiska levande organismerna negativt och det kvicksilver som finns bundet i det tillförda materialet ökar bioackumulering. Markskador kan dessutom leda till att ett område med speciella naturvärden avvattnas eller däms upp (Berg et al. 2010).

Ekonomiskt sätt är markskador också negativt. Virkesproduktionen och vindfällning minskar och kostnaderna ökar när skogsmaskinerna måste bärgas, förflyttas till nytt avverkningsområde, stå stilla och/eller repareras på grund av fastkörning och den markskada som bildats. Är markskadan allvarlig så måste den även åtgärdas, vilket är både kostsamt och tidskrävande. Friluftsliv och rekreativvärden är en viktig del av skogen och om stigar eller leder körs sönder och blir oanvändbara anses markskadan som allvarlig. Skadan är kostsamt att återställa och ger en allmän negativ syn på skogsbruket. Så fort ett vattendrag är anslutande till en markskada, oavsett markskadans storlek så blir körskadan allvarlig. Skador på torvmark i anslutning till vattendrag anses också som allvarliga körskador. Påverkar och försämrar en markskada fornlämningar och naturvärden är skadan allvarlig (Berg et al. 2010).

På fast mark där vattendrag inte påverkas eller naturvårdsområden och fornlämningar inte förstörs så är körskadan mindre allvarlig oavsett djup och utseendet på skadan. Acceptansen för en mindre allvarlig körskada måste i många fall vara hög men en allvarlig körskada är aldrig godtagbar. Dessa måste åtgärdas och åtgärden varierar beroende på omständigheterna på området (Berg et al. 2010). Toleransen för körskador i landet skiljer sig många gånger åt. Toleransen är ofta högre i norra Sverige i jämförelse med södra. Är det mycket folk som berörs av området så blir hänsynen större och en markskada tas på större allvar. Lägre tolerans är också vanligt i områden där naturvårdsverket är väldigt aktivt eller där föreningsliv gör omgivningen mer uppmärksam (Mild 8/4-2015).

9.3 Markskador vid Stenliden, Bygget och Fryele

Inom ramen för detta examensarbete har tre olika markskador studerats på tre olika avverkningsområden i Småland, Jönköpings län, (se bilaga 2). Informationen om var de olika markskadorna låg gavs ut av Sveaskog samt Ture Johannsons trävaru AB. Stenliden och Bygget är statligt ägda avverkningsområden och betecknas därmed som kronoparker, vilka sköts av Sveaskog. Innan samtliga avverkningar inhämtades traktdirektiv och kartmaterial i form av Google Earth-kartor med markerade naturvårdsområden osv. På Stenliden och Bygget har tillgång till kartor med

höjdkurvor och markerade vattendrag använts inför avverkningen. På Fryele har LiDAR-kartor använts för höjdinformationen men även för att utskilja diken, vattendrag, sluttningar och fornlämningar.

9.3.1 Stenliden

Sydväst om Jönköping, ligger kronoparken Lunnarsbo (57°36'00.60"N 13°50'16.85"Ö). I anslutning till Lunnarsbo ligger en privatägd fastighet, Stenliden med bostad och ladugård. Kring Stenliden finns åkermark samt gamla betesmarker, grävda diken och stenmurar. Markskadan i kronoparken Lunnarsbo är på en gammal betesmark där gran planterades för ungefär 30 år sedan. I nära anslutning till markskadan finns ett grävt dike. Området sluttar åt nordväst från 260 m ö.h. till 250 m ö.h., i samma riktning som de utgrävda diken. Jordarterna i området består av morän och mosstorv, (se bilaga 1). I och med det jordbruk som en gång var aktivt så är marken fortfarande idag väldigt näringsrik, bördig och det översta jordlagret är därmed finkornigt och rikt på lera och humus. Markskadan är resultatet från en gallring utförd för ca två år sedan och bildades när skördaren körde i en sluttning nära ett grävt dike, trots att GROT lagts ut på stråken, (Fig.2). Markförhållandena var blöta när gallringen genomfördes och det översta finkorniga jordarten gör att marken lätt förflyttas och omstruktureras i en slänt under dessa förhållanden, samtidigt som marken utsätts för höga tryck (Holm 6/4-2015). I och med att spåren bildats i en sluttning så transporteras ytavrinning lätt i spåren, lakar ur marken och ta med sig den näringsrika jorden och humus ner till det grävda dike, markerat med blå pil i (Fig.2), varav vattnet rinner i pilens riktning. Skadan ansågs som mindre allvarlig enligt Sveaskog då detta var ett grävt dike som ledde vattnet vidare ut till en mosse och inte till ett naturligt vattendrag. En mosse infiltrerar naturligt bort humus och jordpartiklar från vattnet (Holm 6/4-2015).



Fig. 2. Mindre allvarlig markskada från en gallring utförd för ungefär två år sedan vid avverkningsområdet Stenliden. Spårbildningarna är markerade med svarta linjer som fylls med vatten och svämmar över i riktning (röd pil) mot diket. Det grävda diket (blå pil) leder vattnet vidare till en mosse. Området ligger sydväst om Jönköping i Gislaveds kommun (57°36'00.60"N 13°50'16.85"Ö).

9.3.2 Bygget

Kronoparken Bosarp (57°37'43.29"N 13°47'57.92"Ö), ligger 4,3km norr om Stenliden, sydväst om Jönköping och är ett gammalt skogsbruksområde. I anslutning till Kronoparken Bosarp ligger en privatägd hästgård, Bygget. De halvmeterhögade markskadorna som ses på området bildades i och med en slutavverkning för ungefär tre år sedan vid uttag av gran och tall. Hygget är relativt flackt med en variation i höjdlid på ungefär 2 m och jordarten i området består av morän, (se bilaga 1). Starr finns på området vilket enligt Olsson & Lärn-Nilsson (2015) växer på fuktiga områden. Slutavverkning har genomförts på ett fuktigt område och inga tecken på att GROT används för att stärka markens bärighet. Spårbildningarna kring Bygget anses som mindre allvarliga då de nya vattenansamlingarna och den nya ytavrinning som bildats på grund av spårbildningarna inte påverkar några närliggande vattendrag, (Fig.3). På hygget har nu granplantor planterats (Holm 6/4-2015).

9.3.3 Fryele

Fryele (57°15'42.96"N 14° 8'56.93"O), ligger söder om Jönköping och 11 km nordöst om Värnamo. Skogsområdet ägs av företaget Ture Johanssons trävaru AB och har fastighetsbeteckningen Fryele 1:5. Avverkningsområdet är relativt litet med en stor topografisk variation med en höjd ungefär 180 m ö.h. och en låg del ca 173 m ö.h. Högdelen i nordväst utgörs av en berghäll täckt av silt och topografin planar sedan ut åt sydöst med en låg del och därefter ett anslutande naturvårdsområde, (Fig.4). Markskadan uppstod efter en slutavverkning för ungefär två år sedan på lågdelen i området, nära naturvårdsområdet. Skogsmästaren Henrik Mild, ansvarig för endagsutbildningen med Ture Johanssons trävaru AB den 8/4-15 klassade markskadan som allvarlig då det i närheten ligger ett vattendrag



Fig. 3. Mindre allvarlig markskada från en slutavverkning för ungefär tre år sedan vid avverkningsområdet Bygget. Området ligger sydväst om Jönköping och inom Jönköpings kommun. (57°37'43.29"N 13°47'57.92"Ö). Skogsentreprenören Jan Holm ses på bilden.

samt ett naturvårdsområde (grön inringning), (Fig.4). Naturvårdsområden ska så långt möjligt skyddas och bevaras men markskador kan därmed påverka denna ambition negativt och förändra naturvårdsområdets vattenförhållandena (Arvidsson 2015) (Mild 8/4-15). Ytavrinning från spårbildningen för med humus och jord till det närliggande vattendraget i och med att området lutar åt sydöst, (Fig.4). Tillförsen av humus orsakar grumliga vatten och ökade halter av kvicksilver.

9.4 Praktiska hjälpmedel för att undvika markskador

För att undvika markskador som till exempel den allvarliga markskadan vid Fryele så finns olika praktiska hjälpmedel att tillgå beroende på vad som ska genomföras på platsen. Områden som är känsliga med risk för allvarliga markskador bör planeras väl och huvudvägar risas med GROT eller förses med portabla träbroar. Dessa placeras ut av skotaren på de områden som anses vara i riskzonen för markskador (Mild 8/4-2015).

Vattendrag är vanliga hinder som maskinföraren många gånger måste korsa för att komma åt beståndet på hela trakten. För att undvika att humus och jord förs ner i vattendrag så används stockmattor eller timmerbroar. Stockmattor fungerar som de portabla träbroarna där fem bjälkar är fastsatta i en gängad stång (Öhman 2013). Är kanterna längs med vattendraget fasta och stabila så kan maskinföraren istället bygga en timmerbro med tidigare avverkat timmer. Grövre stockar placeras tvärs över bäcken och därefter läggs klenare virke uppe på som även risas med GROT. Vägar som korsar sank mark kan ibland behöva förstärkas med kavelbroar. Stockar läggs då tätt tvärs över vägens riktning och risas därefter. Belastningen från skogsmaskinerna fördelas således på en större yta och risken för markskador minskar (Öhman 2013). Skogforsk utförde en test där olika typer av prak-



Fig. 4 En allvarlig markskada vid avverkningsområdet Fryele söder om Jönköping, 11 km nordöst om Värnamo (57° 15'42.96"N 14° 8'56.93"O). Området slutavverkades för ungefär 2 år och spårbildningarna är markerade med svarta linjer, närliggande vattendraget rinner längst med spårbildningen (utpekad med röd pil). Markskadan ligger även i anslutning till ett naturvårdsområde (grön ring).

tiska hjälpmedel användes för att studera hur pass bra de motverkar en markskada. En skogsmaskin körde tre olika sträckor varav två av sträckorna kördes med hjälpmedel. Den ena sträckan risades med GROT och den andra försågs med portabla träbroar. Den tredje sträckan kördes direkt på mark. De olika sträckorna jämfördes sedan och resultatet visade att både GROT och portabla träbroar minskar åverkan på marken i jämförelse med inga hjälpmedel alls, (se bilaga 3).

9.5 Planering före avverkning

Enligt skogsstyrelsen så är planering av en körning i många fall avgörande för att undvika markskador. En befintlig markskada är oftast svår att återställa och ska därför undvikas så långt möjligt (Skogsstyrelsen u.å.-b). Det finns många olika sätt att undvika körskador och skogsstyrelsen har angivit några olika sätt. Låga partier i skogsområden har ofta en hög andel vatten vilket innebär en sämre bärighet och bör därmed undvikas. Körning ska även undvikas inom skyddszoner kring vattendrag, våtmarker och sjöar samt på befintliga stigar och leder (Skogsstyrelsen u.å.-b). Pollack et al. (2012) rekommenderar skogsentreprenörer att ha en mindre jordbör till hands för att ibland provborra marken. Det är viktigt att uppmärksamma blöta partier och försöka undvika körning på dessa områden eller planera den väl (Skogsstyrelsen u.å.-c). Förslag på hur en hållbar slutavverkning samt gallring kan genomföras gavs ut av Henrik Mild från Företagskompassen under en utbildningsdag om markskador inom skogsbruket den 8/4-2015, (se bilaga 4). Dessa visar att det är viktigt att välja ut ett lämpligt basstråk i området där en koncentrerad körning kommer bli. Basstråken bör huvudsakligen placeras på höjder och där skogen är tät med hög andel färsk och starka rötter, vilket ökar markens bärighet med närmare 50 %. Basstråken risas väl, även om GROT ska plockas ut och utifrån dessa görs mindre stickvägar. Spökstråk är dessutom ett sätt att undvika körskador. Dessa stråk läggs oftast i närheten av naturvårdsområden och blöta områden där risk för allvarlig markskada är stor. I spökstråk kör enbart skördaren och avverkar träden in mot närliggande stråk där skotaren kan köra och plocka upp timret. Detta för att undvika skotarens tunga last där risken för en allvarlig markskada är stor (Mild 8/4-2015).

9.5.1 Kartmaterial

Innan en skogsentreprenör åker ut till ett område som ska avverkas inhämtas information i form av trakttdirektiv och kartor. Trakttdirektiv ger information om hur stort området är, vem som äger marken, hur mycket kubik som är tänkt att plocka ut, om GROT ska plockas ut eller inte, vilka hänsyn som ska tas osv. (se bilaga 5) (Rapp 8/4-2015). Ett studiebesök gjordes hos Ture Johanssons trävaru AB för en heldagsutbildning om markskador med Henrik Mild på Företagskompassen samt för att få mer kunskap om

vilken information skogsentreprenörer får ut innan en avverkning påbörjas. Ture Johanssons trävaru AB ligger i Klevshult längst med E4 mellan Jönköping och Värnamo (57°21'4.73"N, 14° 5'41.79"O). Ture Johanssons trävaru AB är ett cirkelsågverk och hyvleri (Ture Johanssons Trävaru AB u.å.). Företaget köper upp avverkningsrätten för privatägda skogsmarker, varvid skogsentreprenörer som jobbar för Ture Johanssons sedan slutavverkar. Virket transporteras därefter till Ture Johanssons trävaru AB för sågning och hyvling (Rapp 8/4-2015).

Ture Johanssons trävaru AB ger före avverkning ut traktdirektiv till sina skogsentreprenörer samt Google Earth-kartor där skogsområdet ringas in, (se bilaga 5). I ett speciellt kartprogram lägger man därefter till ytterligare information på kartan. Om det förekommer biotopskyddsområden och våtmarker på avverkningsområdet så hämtas information om dess positioner och utbredning från Naturvårdsverket och markeras på kartan. Positioner på kulturminnen och naturvårdsområden hämtas från Skogsstyrelsen. Samtliga objekt på området till vilka hänsyn bör tas förs in på kartan om de tidigare uppmärksammats och noterats av Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. Ture Johanssons trävaru AB använder sig även av LiDAR-kartor för att se höjdskillnaderna på området. Sänkor som utskiljs på kartan innebär ofta vattenansamlingar, våtmarker eller andra fuktiga områden som kärr, myrar och mossor. LiDAR-kartorna visar även vattendrag, diken och fornminneslämningar som bottnar från kolmilor, vilka alltid ska försöka bevaras (Rapp 8/4-2015). Skogsföretaget J & J Beståndsgallring inhämtar likvärdigt material från Sveaskog, förutom LiDAR-kartor. Höjdinformation på området fås istäl-

let med hjälp av höjdkurvor som är inlagda på en områdeskarta.

Företaget Metria som mäter, omformar och evaluerar geografisk data och fastighetsinformation har varit i kontakt med Ture Johansson trävaru AB med förslag på användbara kartor med nytt informationsinnehåll (Metria u.å.). Kartorna med tillhörande tabell skickades till Ture Johanssons trävaru AB i början på april 2015. Materialet kombinerar olika typer av information för att bättre kunna planera en avverkning. En tabell sammanställer lutningen i ett område med jordarterna för att få fram markens bärighet, (Fig. 5). Branta lutningar och marker med dålig bärighet som torv och lera markeras nästan alltid som olämpliga att köra på och i övrigt vad gäller sand och morän så blir bärigheten sämre med ökad lutning på området beroende av jordartens rasvinke. I Bilaga 6 appliceras informationen från tabellen i Fig. 5 på en karta med tidigare utmarkerade vattendrag för att se var markens bärighet är bra samt mindre bra. Informationen om jordarterna är hämtade från SGUs kartgenerator och lutningarna är baserade på LiDAR-kartor. Vidare har Skogforsk jämfört hur en planerad avverkning av ett område kan variera beroende på vilket sorts kartmaterial som finns tillgängligt. På första kartan planeras en avverkning enbart utifrån en Google Earth-karta med ett markerat vattenområde, liknande det kartmaterial Ture Johanssons trävaru AB och J & J Beståndsgallring inhämtar idag, (se bilaga 7). Vid nästa kartbild har en vattenmodell applicerats över område med hjälp av höjddata från LiDAR och där områden med högre andel vatten i marken har markerats, främst sänkor. Markinformation har dessutom applicerats på



Exempel vatten och bärighetskartor Analys av data från SGU och Lidardata

		Lutning Jordart	Berg	Morän	Sand	Lera	Torv
Bra bärighet/lutning	1	0-6%					
Ok bärighet/lutning	2	6-11%					
Sämre bärighet/lutning	3	11-18%					
Dålig bärighet/lutning	4	18-27%					
Mkt olämpligt	5	27-90%					

Fig. 5. Tabellen visar markens bärighet baserat på jordart och lutning. Jordartsinformationen kommer från SGU och lutningen är baserad på LiDAR kartor. Källa: Metria, kontaktperson Peter Svedberg 28/4-2015 via Ture Johanssons trävaru AB.

kartan baserat på markens bärighet och lutningen på området. Röda markeringar visar olämpliga områden att köra på där lutningen är brant och markens bärighet dålig, (se bilaga 8). Den tidigare planerade avverkningen med basstråk, passerar sänkor och mark med dålig bärighet. En ny planering gjordes därefter med den nya informationen och samtliga basstråk flyttades och vägen in på trakten lades istället längre ifrån vägen, söder ut, (se bilaga 9) (Svedberg 17/4-2015). Det är inte alltid den kortaste vägen in på trakten som är den bästa. Mer information, resulterar i en bättre avverkning.

Kartmaterialet från Metria är inget som skogsentreprenörer ännu får ut men något som skulle underlätta en avverkning och med största sannolikhet minska antalet markskador.

Enligt Norra Skogsmagasinet (2015) så har Skogsstyrelsen nu lanserat markfuktighetskartor för hela Sverige på sin webbplats, tillgängliga för skogsentreprenörer. LiDAR-scanningar har kombinerats med matematiska modeller för att beräkna vattnets rörlighet på ett område och visa var vattenmängden i marken är hög. Markfuktighetskartor förenklar därmed en planerad avverkning på området och hjälper till att undvika markskador (Norra Skogsmagasinet 2015).

Den underliggande markens egenskaper på avverkningsområdet är många gånger avgörande för hur pass allvarlig en markskada blir och information om jordarterna på området kan bidra till att en markskada undviks helt. Från SGU:s webbsida i tjänsten kartgeneratören kan jordartskartor hämtas hem i form av PDF filer, (se bilaga 1). Kartorna ger information om markens egenskaper men visar även var olika vattendrag ligger, höjdkurvorna på området och var torvområden finns.

10 Sammanfattande resultat från litteratur

Nordlund et al. (2013) diskuterar vikten av fortsatt forskning och utveckling inom skogsbruket för att minska antalet markskador. Det finns inte bara ett svar på problemet utan det krävs flera olika lösningar. Vidar skriver Nordlund et al. (2013) att skogs- och maskinoperatörers åsikter är väldigt viktiga då de ständigt är ute på plats och möter problemen. I den enkäten som Nordlund et al. (2013) skickat ut, där syftet var att undersöka vad berörda inom skogsbruket anser om markskador hade maskinoperatörer över lag ansett att spårbildning från skogsmaskiner hade en negativ inverkan på biodiversiteten och att förbättring krävs. En viktig del i arbetet för att minska skadorna tros vara en förbättring på plats, praktiska lösningar som portabla träbroar och inte enbart planering (Nordlund et al. 2013).

Det test som Skogforsk utförde där en skogsmaskin körde tre olika sträckor på en befintlig skogsmark visar att hjälpmedel minskar spårbildning väsentligt och fördelar maskinens totalvikt på en större yta. De portabla träbroarna ser ut att ge minsta ytliga skada. Däremot

framgår det inte hur pass marken kompakterats i de olika testerna vilket kan variera, (bilaga 3).

Testerna Jansson & Johansson (1998) utförde där en bandmaskin och en maskin på hjul kördes på skogsmark och jämfördes visade att kompaktionen var högre i jordprofilen som bandmaskinen kört på. Banden borde fördelat tyngden från maskinen på en större yta och därmed minskat kompaktionen i marken men resultaten visar annorlunda. Enligt Jansson & Johansson (1998) skulle en ökad dimension på hjulen på en skogsmaskin minska antalet markskador och därmed minimera inflationstrycket. Jansson & Johansson (1998) drar även slutsatsen att en bandmaskin tros vara mer lämplig på markområden med en lägre bärkapacitet samt att den totala körningen av skogsmaskiner på olika områden bör minimeras (Jansson & Johansson 1998).

För att undvika markskador krävs bra planering, tillgång till hjälpmedel och fördelaktigt klimat som låga nederbördsmängder, kallt, tort och tjäle (Berg et al. 2010). Används GROT på basstråken istället för att plockas ut som en förnyelsebar energi minskar intäkterna på området med 2400kr per 100 m risat basstråk. Trots en förlustintäkt så minskar risken för allvarliga markskador och de följer som kan bli, vilka kan vara svåra att värdesätta. Kostnaden för att återställa en markskada varierar beroende på dess storlek och hur allvarlig skadan är (Mild 8/4-2015). Det innebär att skogsentreprenören tjänar på att risa basstråken om risken finns att en allvarlig markskada bildas, vilket ofta är fallet.

11 Diskussion

De olika kartförslagen från Metria som skickats till Ture Johanssons trävaru AB gör det möjligt för skogsentreprenörer och maskinoperatörer att lättare planera avverkningar och undvika mark med hög andel vatten samt mark med sämre bärighet. Informationen kommer att minska risken för allvarliga markskador men även effektivisera avverkningen. Det är dock en kostnadsfråga för företag som Ture Johanssons trävaru AB att investera i denna typ av karttjänst. Informationen i kartmaterialet måste utvärderas och studera om skogsentreprenörerna värdesätter materialet, planerar avverkningen väl utefter detta och är avgörande för att antalet markskador minskar och därmed effektiviserar avverkningen. De LiDAR-kartor som Ture Johanssons trävaru lämnar ut till skogsentreprenörerna idag är till stor hjälp för att undvika olämpliga områden att köra på. LiDAR-kartor visar diken, vattendrag, vägar, sänkor där vattenförekomsten är hög, höjder, branter, fornlämningar osv. Som skogsentreprenör och maskinförare måste man kunna urskilja informationen på kartan så materialet inte misstolkas och tappar sin relevans. Höjddatan från LiDAR anses bättre och mer informationsrikt än de kartmaterial med höjdkurvor som J & J Beståndsgallring idag inhämtar från Sveaskog. LiDAR-kartor och Google Earth-kartor med markerade fornlämningar och naturvårdområden gör det möjligt att

lättare kunna nå miljö kvalitetsmålen som levande skogar och levande sjöar och vattendrag.

För att vidareutveckla kartmaterialen Ture Johanssons trävaru AB och J & J Beståndsgallring jobbar med idag så skulle ett alternativ vara att komplettera dessa med jordartskartor från SGU:s kartgenerator. Jordartskartorna hämtas ut från SGU:s hemsida i PDF format för varje specifikt område. Enligt Kozłowski (1999) påverkas många olika processer i marken av skogsbruket. Marken spelar därmed en väldigt viktig roll i hur skogens framtida rekreation kommer att se ut och om marken kommer att bära eller brista när den utsätts för hög stress. Som skogsentreprenör och maskinoperatör är det därför viktigt att veta vilken typ av mark skogsbruket bedrivs på för att bättre kunna undvika markskador och om annars, planera en avverkning så enbart mindre allvarliga markskador uppstår.

Vattenförekomsten på området är även avgörande i dessa fall och vetskap om vilken typ av jordart som finns på området ger även en indikation på markens fuktighetsgrad. Jordarter som har god genomsläpplighet av vatten har en betydligt bättre bärlighet än jordarter med små porsystem där vattnet infiltrerar sämre. Sandjordar har till exempel en god genomsläpplighet av vatten och får därmed en bättre bärlighet och klarar en högre stress innan marken kompakteras. I Östergötland förekommer till exempel mycket lera då området låg under höga kustlinjen under och efter den senaste istiden. Dessa jordarter är väldigt finkorniga och håller därmed mycket vatten vilket försämrar markens bärlighet. Situationen i Östergötland resulterar i att information om jordarterna på avverkningsområdena här kan vara högst väsentligt för att undvika markskador. SGU:s jordartskartor visar bra information om vilka jordarter som kan förväntas på olika avverkningsområden. I vissa fall rör det sig om väldigt små avverkningsområden vilket SGU:s kartgenerator inte alltid klarar av att specificera. Jordartskartan kan därmed kompletteras med en jordborr för stickprov av området. Skogsstyrelsen skriver dessutom att detta är ett sätt att undvika markskador genom att förstå den underliggande markens egenskaper med hjälp av en jordborr. Med denna typ av information och metod kan vissa markskador undvikas.

För att nå de tidigare nämnda miljö kvalitetsmålen och undvika markskador så krävs det att de praktiska hjälpmedelena även används på avverkningsområdena. Logistiken kring vissa praktiska hjälpmedel är dock ibland till en nackdel. Vid användning av portabla träbroar måste skotaren placera ut träbroarna och vara på plats före skördaren. Oftast befinner sig skotaren kvar på det tidigare avverkningsområdet och samlar upp det sista timret. Skördaren har därmed redan förflyttats med lastbil till det nya. Det blir väldigt kostsamt att ha skördaren stillastående och vänta in skotaren för att placera ut de portabla träbroarna. Krävs det många träbroar så klarar dessutom inte skotaren av att frakta broarna utan en lastbil måste

köra ut broarna till avverkningsplatsen som skotaren sedan placerar ut. Allvarliga körskador ska dock alltid undvikas. Visar kartmaterialet att området är fuktigt, och det även ses på plats bör hjälpmedel användas. Allvarliga markskador är kostsam och kan orsaka allvarliga följder. Att åtgärda markskada kan vara väldigt kostsam och följderna är svåra att värdesätta och kan innebära allvarliga konsekvenser. Bra kartmaterial kan tydligare specificera var praktiskt hjälpmedel faktiskt behövs och därmed kunna planera behovet bättre.

Vinstuttaget i GROT gör att hjälpmedlet ibland inte används där det borde. Den förnyelsebara energin som GROT skapar ersätter icke förnyelsebara energikällor, vilket är högst väsentligt. Åteförande av askan är ett bra sätt att återföra den näring som blivit bortplockad, förhindra den påskyndade försurningsprocessen och samtidigt utnyttja energin i GROT. Skogens mest näringsrika andel plockas dock bort och samtidigt försuras marken och de kringliggande vattendragen. Transporten till och från trakten blir dessutom allt fler vid ett GROT-uttag, vilket ökar avgasutsläppen i naturen. Det blir dessutom flera körningar på trakten och därmed en ökad risk för markskador. Används GROT till att risa basstråken så blir den näringsrika andelen i skogen kvar och avstannar försurningsprocessen i marken. Däremot förekommer GROT bara på vissa stråk och nedbrytningen tar därmed längre tid och den näring som återfinns i grenar och toppar blir koncentrerad på enbart en del av skogsområdet. Detta innebär att försurningsprocessen i marken kan bli ojämn och växtligheten lika så, beroende på vad näring återfinns. Det är många gånger en kostnadsfråga, vad skogsägaren är beredd att betala för att undvika markskador på trakten. Undvikande av markskador skulle kunna kräva att ägaren betalar mer för avverkningen, i och med att detta kräver mer tid och arbete, samtidigt som GROT troligen kan användas som hjälpmedel.

De kartor som Metria tagit fram visar en stor förändring ifrån det kartmaterial skogsentreprenörer och maskinförare får ut idag med bättre vetskap om det som finns under skogsmarkens växtlighet vilket troligen kommer att minska antalet markskador framöver. Materialet kan bidra till att miljö kvalitetsmålen lättare nås och minskar skogsbrukets totala miljöpåverkan. De olika kartorna där vattenmodellen och markens egenskaper applicerades i olika omgångar visar på att mer betydelsefull information ändrade den planerade avverkningen och vart basstråken borde placeras, vilket resulterade i att bättre hänsyn togs på området, (se bilaga 7,8 och 9). Det är dock viktigt att även åka till området före avverkning för att få en bättre uppfattning av skogens dynamik. En väl planerad avverkning kräver bra information om området, valgjort kartmaterial samt en utvärdering av området på plats av både planerare, skogsentreprenör och maskinförare.

Väl planerade avverkningar med hjälp av kartmaterial och praktiska hjälpmedel minskar med stor sannolikhet antalet markskador. Däremot finns det alltid en risk att viss viktig information försummas. Objekt eller hinder kan påträffas på avverkningsområdet som enligt det kartmaterial som inhämtats inte borde varit på platsen.

Materialet kommer aldrig att kunna visa exakt det som borde förväntas ute på plats men det kan ge en god anvisning för vart man bör och inte bör köra och göra en avverkning ekologiskt hållbar. Förutsättningarna ute på plats kommer dock alltid att förändras och bidra till en bättre eller sämre avverkning. Nederbördsmängden är en oförutsägbar parameter där en ökad nederbörd ökar risken för markskador medan avverkning under torra förhållanden eller under perioder med tjäle minskar risken, om planeringen är välgjord.

Kommunikationen mellan förarna som kör skördare och skotare är väldigt viktig. Det är i de flesta fall skotaren som skapar markskadorna på grund av den tunga lasten. Skotaren måste köra där skördaren har varit för att samla in det avverkade timret. Förekommer därmed blöta partier eller avverkningen sker nära ett naturvårdsområde är det viktigt att maskinföraren i skördaren planerar väl, gör ett spökstråk som markeras och faller träden inåt trakten så skotaren inte behöver köra på känsliga områden där risken för allvarliga markskador är stor.

12 Vad kunde gjorts annorlunda på platserna Stenliden, Bygget och Fryele

Vid avverkningsområdet Stenliden skulle körningen möjligen skett längre in på trakten, längre ifrån diket för att undvika körskador. Marken kring diket är betydligt blötare och risken större att markskadan blir allvarlig. I detta fall blev markskadan mindre allvarlig i och med att vattnet i diket rann ut i en mosse, (Fig. 2). Troligtvis är förutsättningarna inte den samma på nästa trakt och denna typ av hänsyn bör tas.

Vad gäller Bygget så hade den bästa förutsättningen för slutavverkning på området varit när tjäle förekom. Starrväxterna på området antyder att området är allmänt fuktigt och håller därför troligen mycket vatten, (Fig. 3). Tjäle hade stabiliserat marken och troligen minskat djupet på hjulspåren. Basstråket kunde dessutom placerats på ett annat ställe om mindre fuktig mark förekom. Praktiska hjälpmedel som portabla träbroar hade varit ett alternativ att placera ut på basstråket för att fördela maskinens tyngd på en större yta.

Vid avverkningsområdet Fryele borde basstråket placerats på ett annat ställe, förslagsvis på höjden som sågs i området och därefter risats. I detta fall var bergshällen täkt med silt vilket under blöta förhållanden är väldigt svårt att köra på. Basstråket borde i detta fall lagts längre ifrån vattendraget och naturvårdsområdet, närmare höjden för att undvika allvarliga markskador, (Fig. 4). Portabla träbroar hade varit ett alternativ att placera ut för att stärka bärigheten. Vid ett annat avverkningsområde hade höjden föredragits att lägga basstråket på. I samtliga fall hade en jordartskarta bättre visat markens bärighet på de olika trakterna och varit till hjälp vid placering av basstråken.

13 Slutsatser

Skogsbruket berör fyra av Sveriges 16 miljömål. Det gäller att hitta en bra balans mellan ett konkurrenskraftigt skogsbruk och en hållbar ekologi. Skogsbruket skyndar på försurningsprocessen i både mark och närliggande vattendrag och ökar andelen organiskt material i grundvattnet. Så fort ett närliggande vattendrag påverkas av en markskada anses skadan allvarlig och måste åtgärdas. Skadan kan orsaka högre halter kvicksilver i både vattnet och de akvatiskt levande organismerna men även i den kringliggande naturen som brukar vattenmiljön på något sätt. En allvarlig körskada bör alltid undvikas och bra information och kartmaterial underlättar. Kartmaterial med jordartsinformation bedöms vara något som skogsentreprenör och maskinförare kommer att se mer av framöver, om skogsbruket är beredda att betala för tjänsten. Vetskapen om hur viktigt det är att förstå den underliggande markens egenskaper på platsen blir allt större. SGU:s kartmaterial är väl utvecklat med information om bland annat jordarter, grundvatten och jorddjup. Denna information skulle kunna underlätta en avverkning och möjligheten finns att hämta ut detta idag. Praktiska hjälpmedel är en metod som gör att en allvarlig markskada många gånger undviks. Däremot kommer förutsättningarna på ett avverkningsområde alltid förändras, där mängden nederbörd och tjälning har stor påverkan på slutresultatet. Erfarenheter och kunskap om skog och dess dynamik är väldigt viktig och avgörande i många situationer om skadan blir allvarlig eller inte. Fortsatt forskning och arbete krävs med utveckling av kartmaterial innehållande information om bland annat jordarterna på avverkningsområdet och möjligheten för skogsentreprenörer att tillgå detta. Kommunikationen mellan planerare och skogsentreprenörer är väldigt viktigt och att den information som krävs för att utföra en bra avverkning fås.

14 Tackord

Stort tack till min handledare Per Sandgren på geologiska institutionen vid Lunds universitet för att ha väglett mig genom arbetet. Ett stort tack till företaget Ture Johanssons trävaru AB för utbildningsdagen gällande markskador inom skogsbruket med Henrik Mild, samt stort tack till Ronnie Rapp, min kontakt på företaget som gett mig mycket givande information. Jag vill också tacka Henrik Mild VD på Företagskompassen som höll i utbildningsdagen, för en väldigt bra utbildning med mycket användbar information. Jag vill tacka Jan Holm, skogsentreprenör och VD på J & J beståndsgalling AB för att ha ställt upp på interjuver samt visat mig olika markskador ute i fält. Jag vill även tacka Peter Svedberg, fjärranalysexpert på Metria för mejlkontakt angående det kartmaterial som Metria skickat till Ture Johanssons trävaru AB.

15 Referenser

- Andersson, L., 1980: *Skador efter körning med tunga maskiner i gallring : omfattning, orsaker och effekter på beståndets tillväxt och kvalitet : en litteraturstudie*. Umeå.
- Andréasson, P.-G., Adrielsson, L., Ahlberg, P., Barnekow, L., Björck, S., Calner, M., Johansson, L., Liljegren, R., Löfgren, A., Rundgren, M. & Vajda, V., 2006: *Geobiosfären : en introduktion*. Studentlitteratur, Lund.
- Arvidsson, U., 2015: Naturvårdsområde. Nationalencyklopedin. Hämtad 13/4 2015, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/naturv%C3%A5rdsomr%C3%A5de>.
- Axelsson, K. & Granström, B., 2015: Bärighet. Nationalencyklopedin. Hämtad 14/4 2015, från <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/b%C3%A4righet>
- 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. Skogforsk Rapport 731, Uppsala.
- Bernes, C., 2015: Försurning. Nationalencyklopedin. Hämtad 16/4 2015, från <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/f%C3%B6rsurning>
- Elding, L. I. & Tyler, G., 2015: Kvicksilver. Nationalencyklopedin. Hämtad 13/4 2015, från <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kvicksilver>
- Forsberg, M., 2011. Markering och risning av basvägar inom slutavverkningstrakter - en intervjustudie hos maskinförare och planerare. Rapport.
- Fries, J. & Rosander, G., 2015: Skogsbruk. Nationalencyklopedin. Hämtad 14/4 2015, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/skogsbruk>.
- Haglund, C., 2009. Skogsavverkningens påverkan på vattnets strömningsvägar i jorden. Uppsala universitet Rapport 1401-5765, Uppsala.
- Jansson, K. J. & Johansson, J., 1998: Soil changes after traffic with a tracked and a wheeled forest machine: a case study on a silt loam in Sweden. *Forestry* 71, 57-66. doi: 10.1093/forestry/71.1.57
- Jörnmark, J. & Segebaden, G. V., 2015: Pappersmasse-och pappersindustri. Nationalencyklopedin. Hämtad 6/5 2015, från <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/pappersmasse-och-pappersindustri>
- Kozlowski, T. T., 1999: Soil Compaction and Growth of Woody Plants: *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, 596-619. doi: 10.1080/02827589908540825
- Magnusson, T., 2009: Skogsbruk, mark och vatten: *Skogsskötselserien nr 13*, 99.
- Magnusson, T., Grip, H., Jansson, P.-E. & Öhrn, M. S., 2015: Mark. Nationalencyklopedin. Hämtad 16/4 2015, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/mark>
- Metria, u.å.: Om Metria. Hämtad 4/5 2015, från <http://metria.se/Om-Metria/>
- Naturvårdsverket, 2013: Sveriges Miljömål. Hämtad 12/5 2015, från <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/>.
- Naturvårdsverket, 2014: Miljökvalitetsmålen. Hämtad 13/5 2015, från <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/>.
- Naturvårdsverket, 2015a: Miljömål Bara naturlig försurning - Försurad skogsmark. Hämtad 11/5 2015, från <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorersida/?iid=55&pl=1>.
- Naturvårdsverket, 2015b: Miljömål Ett rikt växt-och djurliv. Hämtad 11/5 2015, från <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/16-Ett-rikt-vaxt--och-djurliv/>.
- Naturvårdsverket, 2015c: Miljömål Levande sjöar och vattendrag. Hämtad 5/11 2015, från <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/8-Levande-sjoar-och-vattendrag/>.
- Naturvårdsverket, 2015d: Miljömål Levande skogar. Hämtad 27/4 2015, från <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/12-Levande-skogar/>.
- Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L. & Bergkvist, I., 2013. Beliefs among formal actors in the Swedish forestry related to rutting caused by logging operations - Arbetsrapport. Rapport sid. 19 sid.
- Norra Skogsmagasinet, 2015: Markfuktighetskartor löser problem med körskador. *Norra Skogsmagasinet*. Umeå, Norra Skogsägarna ek.
- Öhman, A., 2013: Broar och mattor räddar skogens vatten. Hämtad 15/4 2015, från <https://www.sydved.se/skogsbruk/miljo-och-naturvard/mark-och-vatten/broar-och-mattor-raddar-skogens-vatten>.
- Olsson, O. G. & Lärn-Nilsson, J., 2015: Starrar. Nationalencyklopedin. Hämtad 13/4 2015, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/starrar>.
- Pollack, A., Anderson, S. & Stendahl, J., 2012. Hänsyn vid uttag av grot. Rapport 12 sid.
- Regeringskansliet, 2012a: Bara naturlig försurning. Hämtad 22/5 2015, från <http://www.regeringen.se/sb/d/5542/a/43907>.
- Regeringskansliet, 2012b: Levande sjöar och vattendrag. Hämtad 22/5 2015, från <http://www.regeringen.se/sb/d/5542/a/43931>.

- Regeringskansliet, 2012c: Levande skogar. Hämtad 22/5 2015, från <http://www.regeringen.se/sb/d/5542/a/43954>.
- Skogsindustrierna & Skogsägarna, 2010. Branschgemensam miljöpolicy om körskador på skogsmark. Rapport 15 sid.
- Skogsstyrelsen, u.å.-a: Virkets användning och ekonomiska betydelse. Hämtad 7/5 2015, från <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skogi-Sverige/Fakta-om-skogen/Virket-fran-skogen/>.
- Skogsstyrelsen, u.å.-b: Körskador. Hämtad 14/4 2015, från <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skador-pa-skog/Korskador/>.
- Skogsstyrelsen, u.å.-c: Så förebygger du körskador. Hämtad 14/4 2015, från <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skador-pa-skog/Korskador/Forebygg-korskador/>.
- Skogssverige, u.å.: Skog. Hämtad 7/4 2015, från <http://skogssverige.se/skog>.
- Statens Geotekniska Institut, 2015: Jordmateriallära. Hämtad 29/4 2015, från http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage___1098.aspx?epslanguage=SV
- Sveriges Lantbruksuniversitet, 2010: MarkAllmänt - skogsmarkens egenskaper. Hämtad 15/4 2015, från <http://www-markinfo.slu.se/sve/mark/mark.html>.
- Ture Johanssons Trävaru AB, u.å.: Om oss. Hämtad 9/4 2015, från <http://www.tujo.se/index.php/om-oss>.

Personlig kontakt

Henrik Mild kursutbildare och VD på företaget Företagskompassen. <http://www.fkompassen.se/>

Ronne Rapp ansvarig för Inköp/Avverkning på Ture Johanssons trävaru AB. <http://www.tujo.se/>

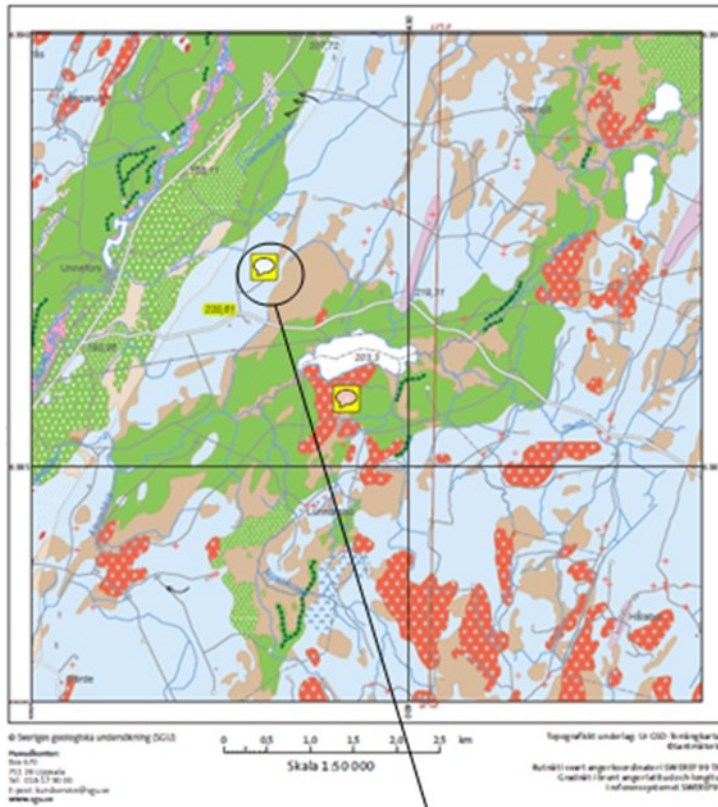
Jan Holm skogsentreprenör, VD på företaget J & J Beståndsgallring. <http://jj-gallring.se/>

Peter Svedberg Fjäranalysexpert och skoglig expert på Metria. <http://www.metria.se>

Bilagor

Bilaga 1. Kartmaterial från SGU. © Sveriges Geologiska Undersökningar.

http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html

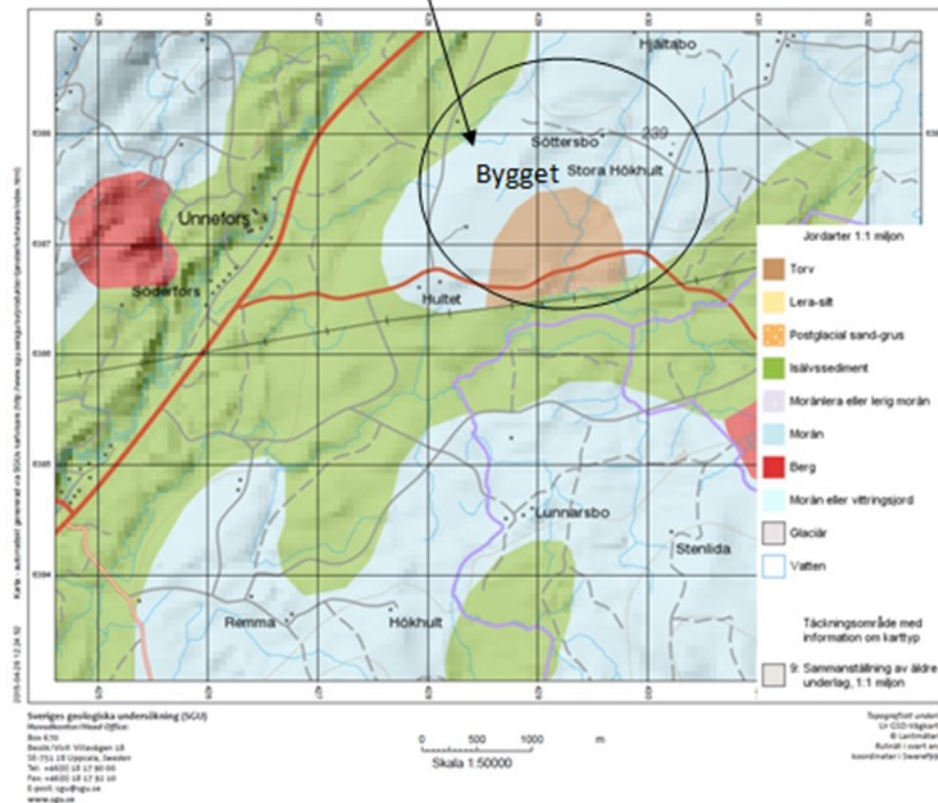


Jordartskarta 1:25 000–1:100 000 visar jordarternas utbredning i eller nära markytan samt förekomsten av block i markytan. Vissa jordlager med en måttighet som underlättar en halv till en meter redovisas i vissa fall. Även underliggande jordlager, t.ex. närsediment under lera, redovisas i vissa fall, men någon systematisk kartläggning av dessa har inte gjorts. Även vissa landformer, såsom moränbacklandskap, moränryggar och flygsandöar redovisas. Jordarterna indelas efter bildningsått och kemtorlekssummering.

Jordartskarta 1:25 000–1:100 000 visar information ur det SGU anger som databasprodukten "Jordarter 1:25 000–1:100 000" i denna produkt ingår jordartskartan kompletterad med olika metoder och anpassade för olika presentationskolor. Kartladdad information om kartagermetod för det aktuella kartområdet och lampig presentationskala med hänsyn till kartans noggrannhet ges på sidan två av detta dokument. Observera att det som är lampig skala kan avvika från det verkliga kartområdets skala.

För ytterligare information om jordarter, jordlagerföljder, jordlagup m.m. hänvisas till www.sgu.se eller SGUs kundtjänst.

- Berg
- Utberg
- Kän på isälvsvävring
- Isälvsväva, bredd < 50 m
- Tunt eller o-sammanhängande yttlager av torv
- Tunt eller o-sammanhängande yttlager av moss
- Underliggande lager av isälvsväddiment
- Drumlän eller länande
- Moränbacklandskap, kullig morän
- Torv
- Mossatorv
- Klentorv
- Svämsediment, sand
- Flygsand
- Isälvsväddiment
- Isälvsväddiment, sand
- Isälvsväddiment, grus
- Morän
- Sandig morän
- Berg
- Utberg



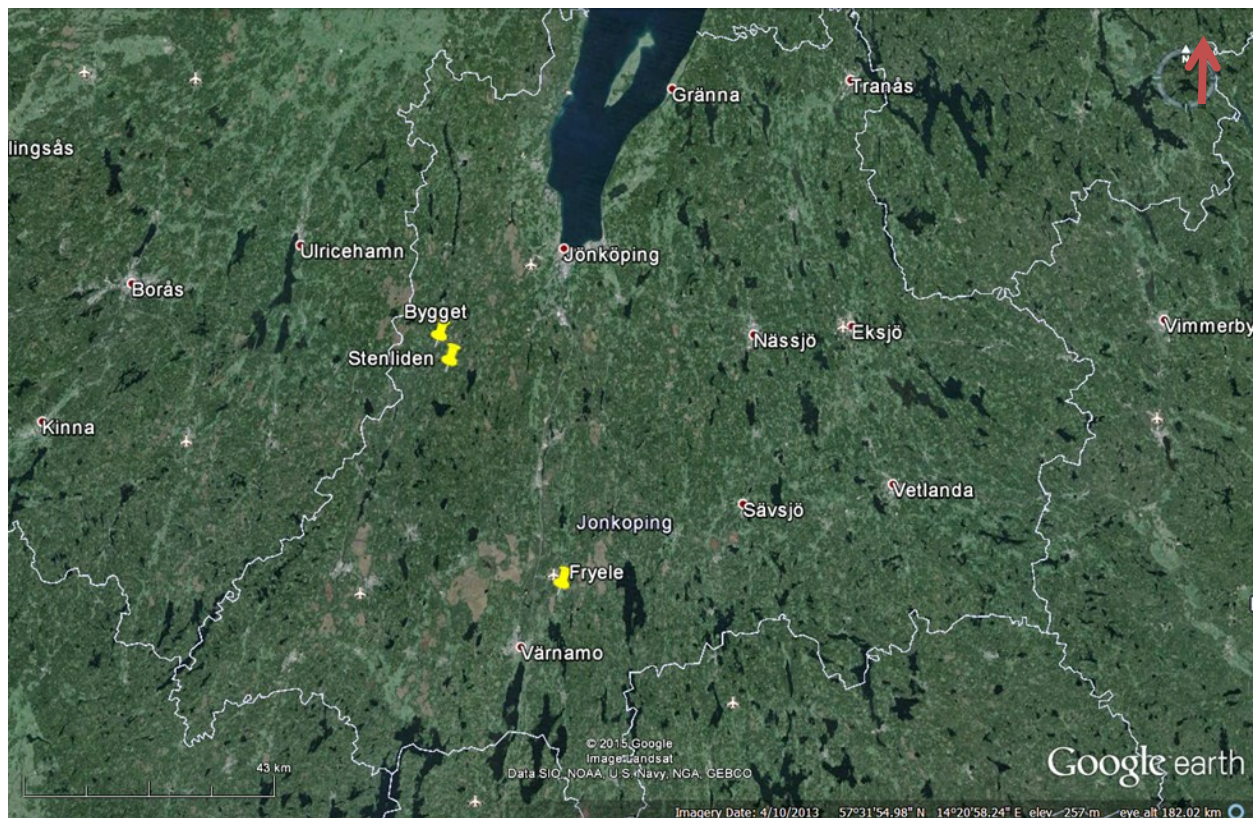
SGUs kartvisare
Jordarter 1:1 miljon

SGU
Sveriges geologiska undersökning

Om kartan
Detta är en utskrift från kartvisaren Jordarter 1:1 miljon. Syftet med kartvisaren är att återge huvuddragen i Sveriges jordartsgeologi. Kartvisaren innehåller information om jordart (grundlager, underliggande lager, tunt eller o-sammanhängande yttlager), landform, blockighet i markytan, linjeobjekt och punktobjekt. Kartbilden är anpassad för presentation i skala 1:1 miljon, vilket innebär att informationen är mycket kraftigt generaliserad. Noggrannheten varierar eftersom den är baserad på jordartskartor i olika skalor och med skiftande kvalitet.

Läs mer om kartvisaren på www.sgu.se

Bilaga. 2. Kartan visar de olika lokalerna som besöktes, Stenliden och Bygget den 6/4-2015 med mindre allvarliga markskador samt Fryele den 8/4-2015 med en allvarlig markskada. Källa: Google Earth.



Bilaga 3. Experiment utfört av Skogforsk där praktiska hjälpmedel, GROT samt portabla träbroar användes på två olika sträckor varav tredje sträckan kördes utan något hjälpmedel

Using slash or wooden bridges as soil protection at logging:

- Effects on rutting, operation efficiency, regeneration, and mercury, carbon and nitrogen cycling

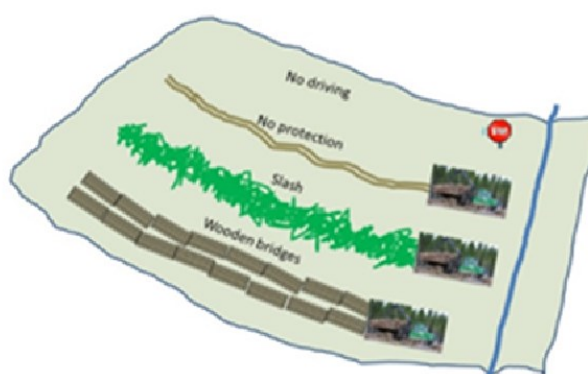
A co-operation between Skogforsk, SLU, Umeå University and Metla lead by E. Ring

Experimental plots on four harvested slopes in northern Sweden

Starting in the recharge area, a laden forwarder drove three times down and up the slope after applying a thick layer of slash, wooden bridges or no soil protection.

Results

The application of slash or wooden bridges effectively reduced rutting.



Rutting in the lowest part of the slope following six passages with the laden forwarder:



Driving without soil protection



Driving on slash



Driving on wooden bridges

We thank Holmen AB for hosting the field experiments and Formas for funding the project.

Bilaga 4. Informationen om hur man utför en hållbar gallring och slutavverkning från Henrik Mild, VD på företaget Företagskompassen.

Hållbar Gallring

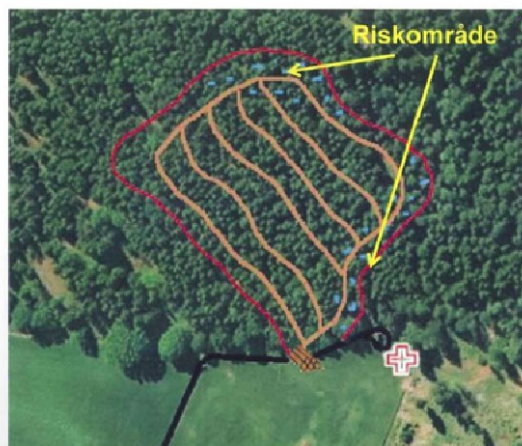


Företagskompassen



Basstråk planerade och avverkade enligt "Hållbar Gallring"

Ett välpreparerat basstråk tjänar alla i kedjan på. Basstråket prepareras från start vid skördning oavsett bärighet. Med fördel placeras det centralt i trakten för att undvika fuktiga partier som ofta finns i trakten ytterkanter. För att komma åt de känsligare partierna i trakten används med fördel backstick eller spökstråk (gula i illustrationen ovan).



Traditionell metod

Denna exempeltrakt är avverkad utan basstråk men sannolikt kommer större delen av virket skotas ut på en och samma väg. Den traditionella "rundkörningen" har gett upphov till att stor del av virket på trakten körs från fasta partier ner mot fuktigare partier med sämre bärighet.

På andra sidan av detta blad kan du läsa om åtgärder som förbättrar basstråket.

Hållbar Gallring



Företagskompassen

Åtgärder för att förbättra basstråket:

- **Placeringen av basstråket**
 - Detta är naturligtvis allra viktigast, tänk på placering utifrån bärighet och virkeskoncentration.
 - Sök höjdlägen.
 - Tänk på hur vattnet rör sig under marken.
- **Risa**
 - Spara lite grövre toppar vid behov/fuktiga passager.
 - Lyft ut riset utifrån den inre delen vid sektionsgallring.
 - Placera lövtoppar i vägens riktning och försök att få granris ovanpå för att binda ihop.
- **Bygg kavelbro**
 - Ta hjälp av skotaren vid behov.
 - Kapa gärna av träd utan att kvista dem så bär de och ligger kvar bättre.
- **Prioritera avverkning av gran och löv**
 - För att få så mycket ris som möjligt i basstråket.
- **Avstå från att tillreda delkvistat/energisoriment**
- **Anpassa/höj gallringskvoten utmed vägen**
 - På så vis ökas risbädden effektivt.
- **Risanpassa några högar med ris i närheten av fuktiga passager**
 - Skotaren kan då lätt köra ihop ris och placera där det finns behov.
- **Frångå sektionsgallring**
 - D.v.s. kvista så många träd som möjligt i vägen, lyft in riset från träd som ev. kvistas mot vägen.
- **Gör en något bredare väg**
 - Särskilt viktigt vid besvärliga passager.
- **Försök att få vägen så rak som möjligt**
- **Använd stockmattor**
- **"Bygg väg"**
 - Lyft upp lämpliga träd med rötterna och kapa "rotvältan" för ökad bärighet alternativt vid sidlut eller besvärliga stenar eller stubbar.
 - Lumpa massaved för att underlätta vid besvärliga passager exempelvis stenar eller stubbar.

Tänk på att ett väl preparerat basstråk gynnar miljön, maskinen och människan.

Bilaga 4. Information om hur man utför en hållbar gallring och slutavverkning från Henrik Mild, VD på företaget Företagskompassen.

Att tänka på vid planering av basstråk:

- Undvika i möjligaste mån att passera igenom områden med risk för allvarliga körskador
- Utgå från avlägget
- Sök höjdlägen
- Försök placera basstråket där det är som mest skog för att få så mycket färska rötter som möjligt att köra på
- Placera basstråket så centralt som möjligt i trakten så att det "tjänar" så mycket virke som möjligt.

Att tänka på vid skördning av basstråk:

- Placera riset jämnt i basstråket så att inte högar av ris uppstår
- Hålla nere stubbhöjden är alltid viktigt men i basstråket är det extra viktigt
- Bryt av långa stråk och skapa "genvägar" av korta basstråk.

Hållbar Slutavverkning

slutavverkningsmetodik för hållbart skogsbruk



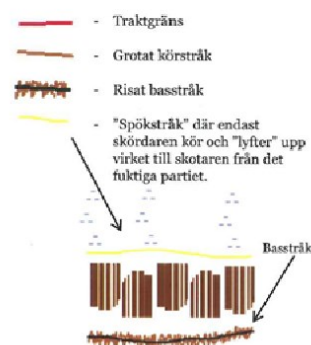
Företagskompassen



Exempel på en mindre slutavverkningstrakt avverkad enligt "Hållbar Slutavverkning" med basstråk och "spökstråk" mot det fuktiga partiet

Att tänka på vid skördning av spökstråk och backstick:

- Markera med en stock eller dylikt så att inte skotare kör den vägen av misstag
- Diskutera i laget hur ni effektivast sorterar virket vid skördning av spökstråk



Hållbar Slutavverkning

slutavverkningsmetodik för hållbart skogsbruk



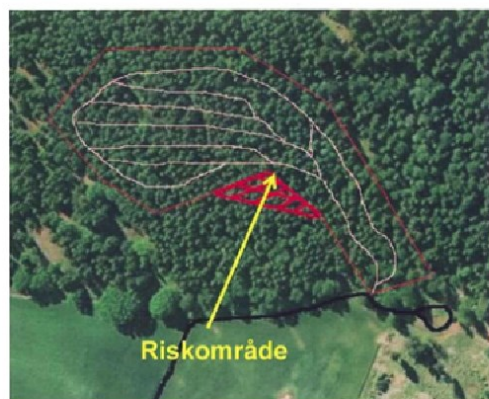
Företagskompassen



Basstråk planerade och avverkade enligt "Hållbar Slutavverkning"

Ett välpreparerat basstråk tjänar alla i kedjan på. Basstråket risas från start med skördaren oavsett bärighet. Placera riset över stubbar och stenar för att minska slitaget på maskinerna och förbättra arbetsmiljön.

Denna exempeltrakt är ca 1,5 ha vilket räcker väl till för en leveransgill volym grot. Kom ihåg att grot från 1 ha värmer 3-4 villor under ett års tid.



Traditionell slutavverkning

Denna exempeltrakt är avverkad utan basstråk men sannolikt kommer större delen av virket skotas ut på en och samma väg. Området intill hänsynytan blir på så vis mycket utsatt och det är stor risk för körskador även om bärigheten är relativt bra. Tänk på att det troligtvis är sämre bärighet när groten ska skotas.

Risken är att mycket av den tillredda groten går åt för att "laga" körskador, risken för att förorena groten är också stor.

Bilaga 5. Traktdirekt från företaget Ture Johanssons trävaru AB via Ronnie Rapp den 8/4-2015.



**Ture Johanssons
Trävaru AB**



Leverantörsnummer
19351

Leverantör, Namn och adress
- Hindsekinds Skogar AB

Landsv 43

568 92 Skillingaryd

Tel. bostad

Tel. arbetet

TRAKTDIREKTIV AVVERKNING

VO datum:

Virkesordernummer T1:

Virkesordernummer sydvad inav

Kontrakt nummer

Virkesorder Sveaskog

Fastighetsbeteckning

FRYELE 1:5

Kommun

Värnamo

Församling

Fryele

Certyp

Certifikatnummer

Certifikat datum

LKF 068313

Avverkningsansvarig
Gunnar I

Underlag för Traktdirektivet
Grön Plan

Larm-koordinat		Kartblad				Vägklass					
Läge		Nord/Syd	Ost/Väst	BA	BE	K	V	Oml	Snö	Sv	Vb
Avd 5	05490	6348979	1402086	1	3	1	1	1	2	1	
Övriga avlägg											
Nytt avlägg	05490	6 348 906	1 402 212	1	3	1	1	1	2	1	

Avverkningsstyp	Areal, ha	Hänsyn, ha	Ursprung + Objektsnamn	Kontraksdatum	Volym m3fub
Förnygringsavverkning.	5,6	0,0	Au Götagården H-kinds skogar	2013-01-21	1 120

Beståndsinformation							Gallring				
Avd.nr	Ståndort	Medel-stam	Totalålder	Trädslagsbl.			Terrängklass	Gallrings uttag %	Grundyta m2 efter åtgärd		
SI	År	År	T	G	L	G	Y	L	m2		
		0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0

Markering				Ledningar			
Rågång	<input type="text"/>	Stickväg	<input type="text"/>	El	<input type="text"/>		
Beståndsgräns	<input type="text"/>	Avlägg	<input type="text"/>	Tele	<input type="text"/>		
Basväg	<input type="text"/>	Naturvård	<input type="text"/>	VA	<input type="text"/>		

Sortiment/Aptering		Sortiment		Sortiment	
Sortiment	Volym	Sortiment	Volym	Sortiment	Volym
0100 Barrtimmer	800 m3to				
1000 Mv Barr	140 m3fub				
1020 Mv Gran	140 m3fub				
5000 Brännved	40 m3fub				

Apteringsinstruktion/Volymnotering

Uppgifter om anlitade entreprenörer					
Åtgärd:	Entreprenör:	Certyp	Certdat:	Certnr:	Aptering enligt apteringsfiler:
Skördning	Savilahtis skog Niclas	PEFC	2006-12-18	11479	
Skotning	BR Jönssons Skogsentreprenör	PEFC	2011-12-17	1700629-1360	

Traktnoteringar
Förnygringsavv. Risanpassas där så är möjligt. Öf sparas ej. Hänsyn efter bäcken.

Traktid: 20130121JO
vpr 4 5 n

Trakt: 20130121JO

Fastighet: FRYELE 1:5

Leverantör: - Hindsekinds Skogar AB

Redovisning av naturhänsyn och kulturmiljöhänsyn

1. Skogliga impediment

Inom avverkningsområdet finns:

- Kärr/mosse
 Hällmark
 Annat impediment

Åtgärder på impedimentet

- Ingen avverkning
 Ingen avverkning
 Ingen avverkning

- Avverkning enstaka träd
 Avverkning enstaka träd
 Avverkning enstaka träd

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

2. Hänsynskrävande biotoper och värdefulla kulturmiljöer

Inom avverkningsområdet finns:

- Bäckdrag/ravin
 Källa/småvatten
 Udde/ö
 Rest av hagmark/löväng
 Odlingsröse/stenmur

- Blockmark/bergbrant
 Sumpskog
 Hällmarksskog
 Rest av kvarn/såg e.d.
 Äldre väg/stig

- Naturskogsrest
 Myrholme
 Torp/grund e.d.
 Kolbotten/tjärdal
 Annat

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

I biotoperna och kulturmiljöerna avser jag att ta följande hänsyn tas

Löv, enstaka tallar mindre gran och torrträd sparas.

3. Växt- och djurarter

Inom avverkningsområdet finns:

- Växtplats för hotade, sällsynta eller hänsynskrävande arter
 Häckningsplats för hotade, sällsynta eller hänsynskrävande fåglar

- Tjäderspelplats
 Annat

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

Jag avser att ta följande hänsyn

4. Skyddszoner

Avverkningsområdet gränsar mot:

- Skogligt impediment Vatten Bebyggelse Öppen jordbruksmark

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

Jag avser att ta följande hänsyn

5. Träd, trädsamlingar och döda träd

Hänsyn tas genom att lämna kvar (fyll i antal kvarlämnade):

- Grova barrträd
 Grova lövträd
 Hålträd
 Döda stående & liggande träd

- Trädsamlingar
 Ovanliga trädslag
 Träd med kulturspår
 Rönn/såg

- Gamla träd
 Naturliga högstubbar
 Tillskapade högstubbar
 Utveckl-/ersättningsträd

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

6. Skador på mark och i vatten

Hänsyn tas för att förhindra eller begränsa

- Körskador på känslig mark Skador på allmänt nyttjad stig/led Skador på vatten vid transport över bäckar/åar
 Näringsläckage till vattendrag Skador på vatten vid skyddsdikeyning Skador på markens prod.förmåga vid GROT-uttag

Jag avser att ta följande hänsyn

Blöta partier risas

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

7. Övrig hänsyn i samband med avverkning

- Fornlämning som skyddas av kulturminneslagen berörs av avverkningen

Entreprenörens kvittens
 OK Avvik.

8. Underskrift av ansvarig entreprenör

Undertecknad har mottagit för entreprenaden erforderliga instruktioner samt kartmaterial.

Ort

Datum

Namnteckning, entreprenör

9. Tidpunkt för entreprenadens genomförande

Entreprenaden påbörjad:

Entreprenaden avslutad:

10. Av entreprenören registrerade avvikelser från lämnat trakttdirektiv

Avvikelser från trakttdirektivet

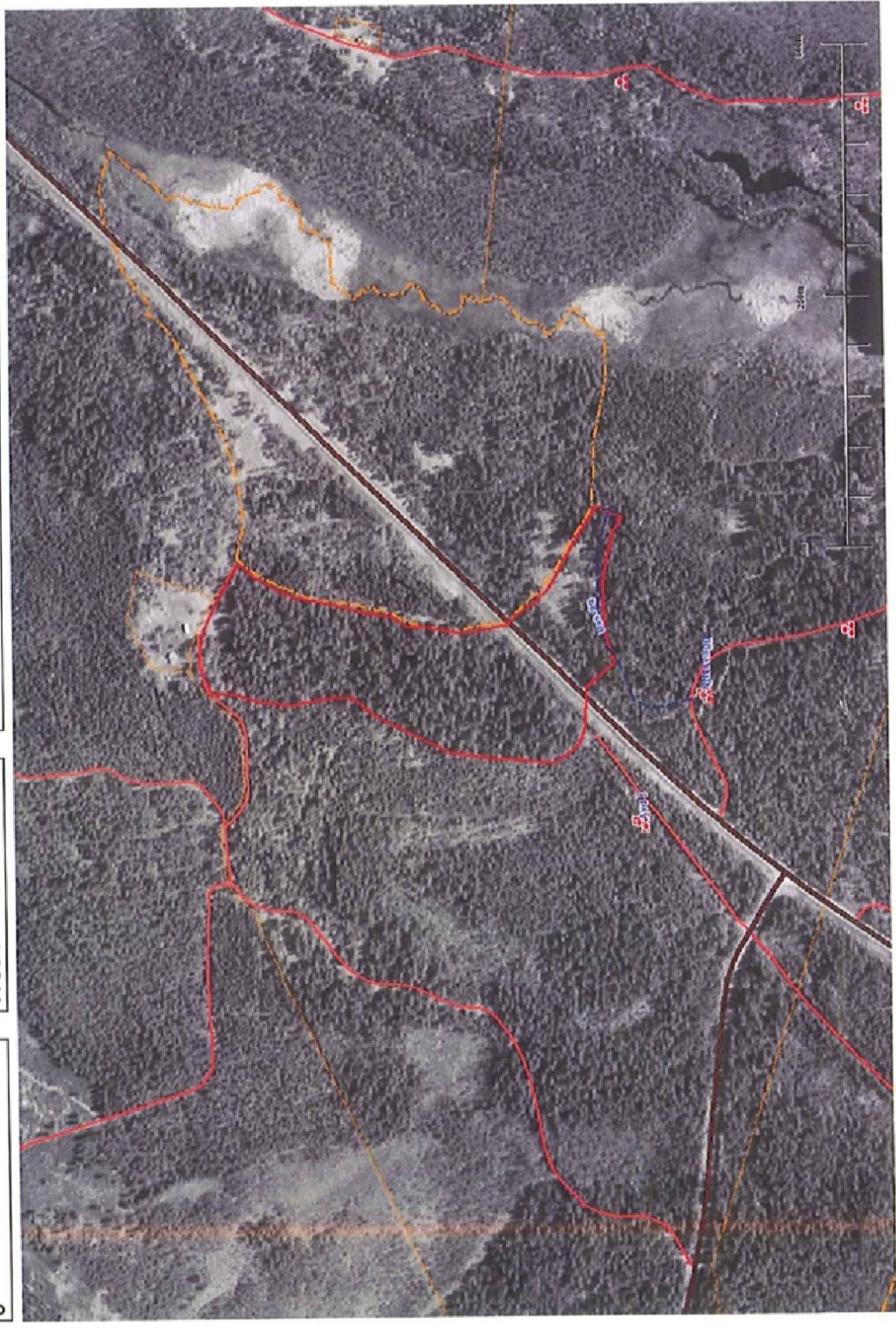
 se avvikelserrapport

Objektsnr: **0**

Lev. Nr **19351**

Leverantör, Namn
- Hindsekinds Skogar AB

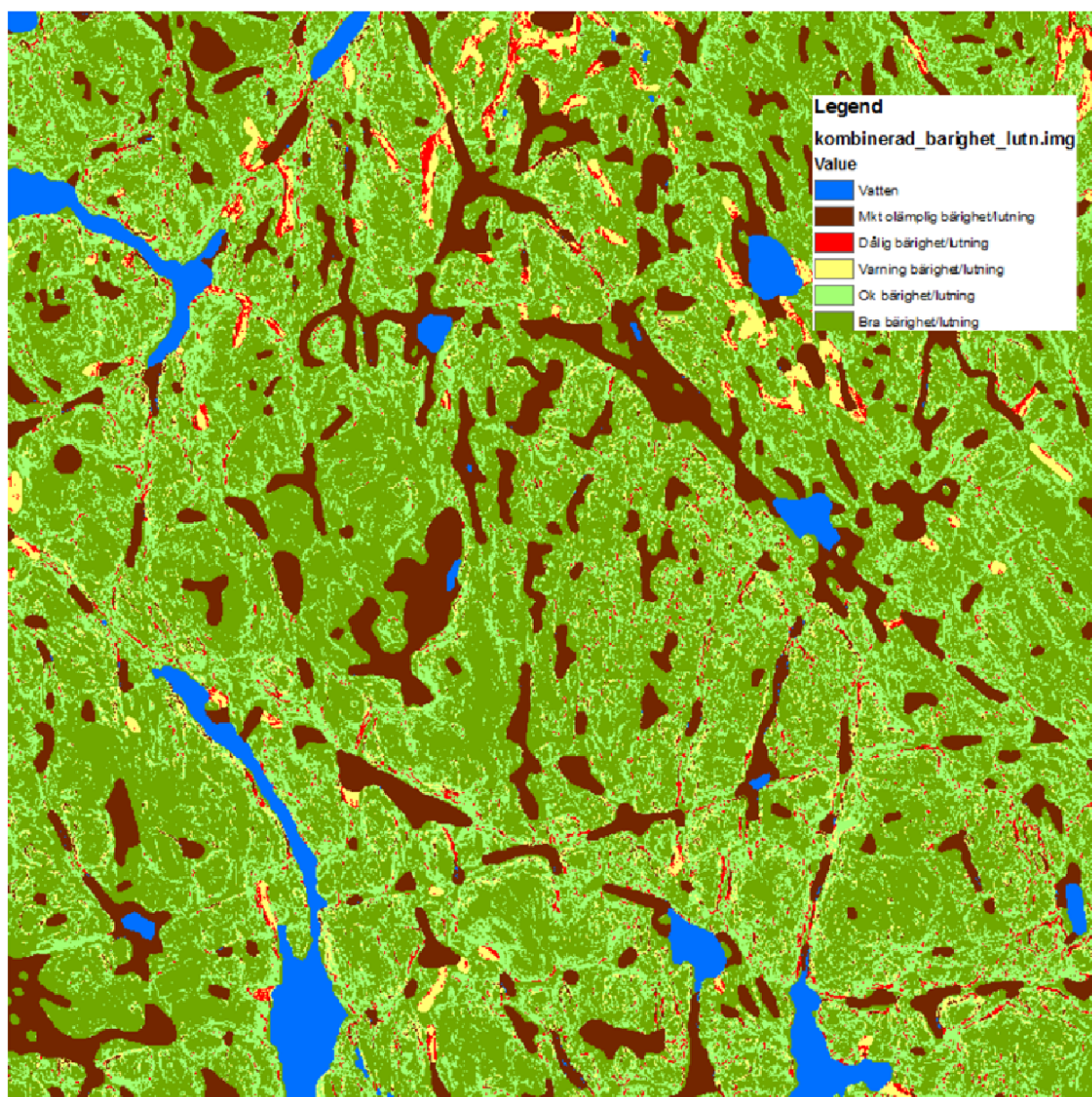
Fastighetsbeteckning
FRYELE 1:5



Bilaga 6. Kartan visar vatten, markens bärighet och lutning på ett område. Kartan kommer från företaget Metria, kontaktperson Peter Svedberg 28/4-2015 via Ture Johanssons trävaru AB



Karta för Bärighets- och lutningsindex

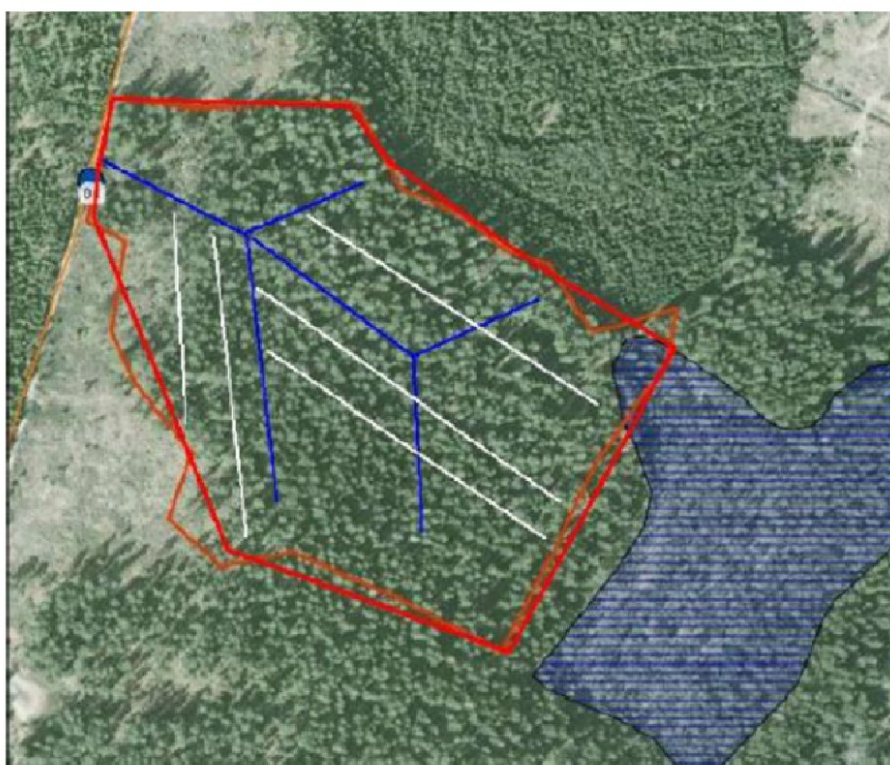


Bilaga 7. Kartan visar en planerad avverkning på ett område utan någon mark- eller vattenmodell. Kartan kommer från företaget Metria, kontaktperson Peter Svedberg 28/4-2015 via Ture Johanssons trävaru AB

Vattenanalys ex SkogForsk



Planering utan modell SKOGFORSK

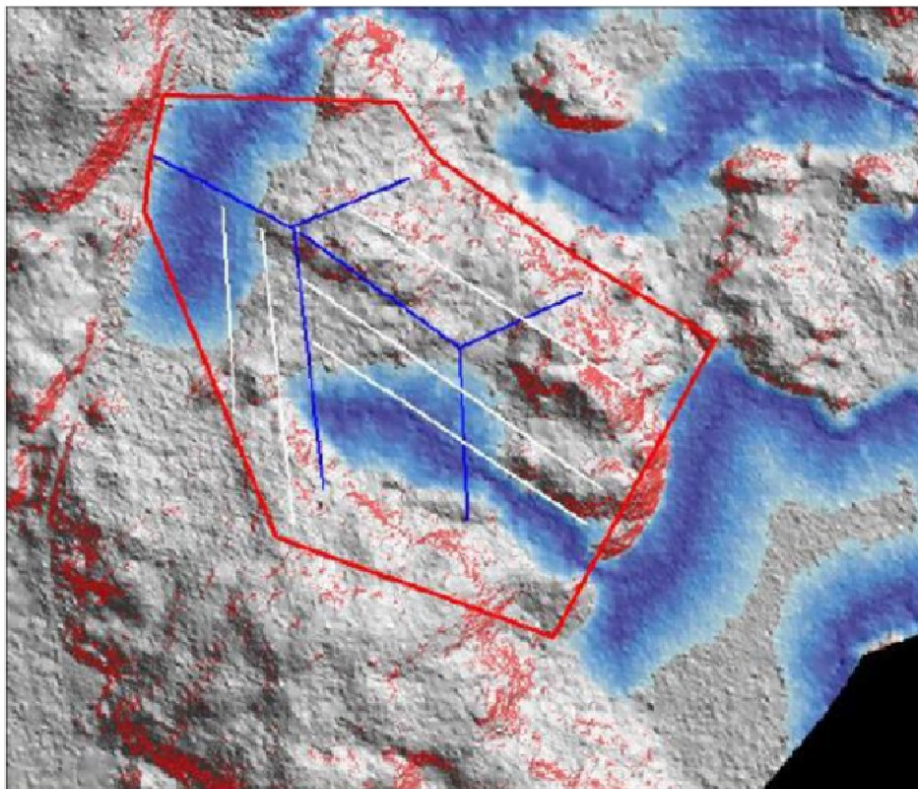


Bilaga 8. Kartan visar en planerad avverkning där man inte tagit hänsyn till mark-och vattenmodell. Kartan kommer från företaget Metria, kontaktperson Peter Svedberg 28/4-2015 via Ture Johanssons trävaru AB

Vattenanalys ex SkogForsk



Med vattenmodell



Bilaga 9. Kartan visar en planerad avverkning på ett område där man tagit hänsyn till mark-och vattenmodellen. Kartan kommer från företaget Metria, kontaktperson Peter Svedberg 28/4-2015 via Ture Johanssons

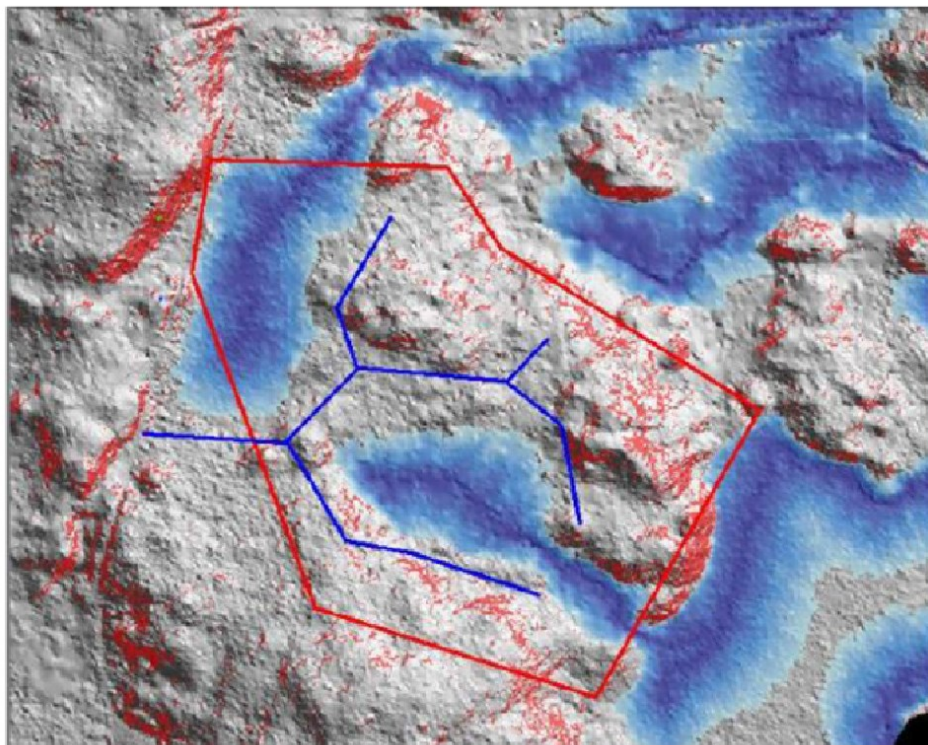


Vattenanalys ex SkogForsk

Praktisk planering med hänsyn till mark och vatten



SKOGFORSK



Tidigare skrifter i serien

”Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet”:

393. Åberg, Gisela, 2014: Stratigrafin i Hanöbukten under senaste glaciationen: en studie av borrhärdar från IODP's expedition nr 347. (15 hp)
394. Westlund, Kristian, 2014: Geomorfologisk evidens för en pågående transgression på nordvästra Svalbard. (15 hp)
395. Rooth, Richard, 2014: Uppföljning av utsläppningsgrad vid Dannemora gruva; april 2012 - april 2014. (15 hp)
396. Persson, Daniel, 2014: Miljögeologisk undersökning av deponin vid Getabjär, Sölvesborg. (15 hp)
397. Jennerheim, Jessica, 2014: Undersökning av långsiktiga effekter på mark och grundvatten vid infiltration av lakvatten – fältundersökning och utvärdering av förhållanden vid Kejsarkullens avfallsanläggning, Hultsfred. (15 hp)
398. Särman, Kim, 2014: Utvärdering av befintliga vattenskyddsområden i Sverige. (15 hp)
399. Tuveson, Henrik, 2014: Från hav till land – en beskrivning av geologin i Skrylle. (15 hp)
400. Nilsson Brunlid, Anette, 2014: Paleogeologisk och kemisk-fysikalisk undersökning av ett avvikande sedimentlager i Barsebäcks mosse, sydvästra Skåne, bil dat för ca 13 000 år sedan. (15 hp)
401. Falkenhaus, Jorunn, 2014: Vattnets kretslopp i området vid Lilla Klåveröd: ett kunskapsprojekt med vatten i fokus. (15 hp)
402. Heingård, Miriam, 2014: Long bone and vertebral microanatomy and osteohistology of 'Platecarpus' ptychodon (Reptilia, Mosasauridae) – implications for marine adaptations. (15 hp)
403. Kall, Christoffer, 2014: Microscopic echinoderm remains from the Darriwilian (Middle Ordovician) of Västergötland, Sweden – faunal composition and applicability as environmental proxies. (15 hp)
404. Preis Bergdahl, Daniel, 2014: Geoenergi för växthusjordbruk – Möjlig anläggning av värme och kyla i Västskåne. (15 hp)
405. Jakobsson, Mikael, 2014: Geophysical characterization and petrographic analysis of cap and reservoir rocks within the Lund Sandstone in Kyrkheddinge. (15 hp)
406. Björnfors, Oliver, 2014: A comparison of size fractions in faunal assemblages of deep-water benthic foraminifera—A case study from the coast of SW-Africa.. (15 hp)
407. Rådman, Johan, 2014: U-Pb baddeleyite geochronology and geochemistry of the White Mfolozi Dyke Swarm: unravelling the complexities of 2.70-2.66 Ga dyke swarms on the eastern Kaapvaal Craton, South Africa. (45 hp)
408. Andersson, Monica, 2014: Drumliner vid moderna glaciärer — hur vanliga är de? (15 hp)
409. Olsenius, Björn, 2014: Vinderosion, sanddrift och markanvändning på Kristianstadsslätten. (15 hp)
410. Bokhari Friberg, Yasmin, 2014: Oxygen isotopes in corals and their use as proxies for El Niño. (15 hp)
411. Fullerton, Wayne, 2014: REE mineralisation and metasomatic alteration in the Olserum metasediments. (45 hp)
412. Mekhaldi, Florian, 2014: The cosmic-ray events around AD 775 and AD 993 - Assessing their causes and possible effects on climate. (45 hp)
413. Timms Eliasson, Isabelle, 2014: Is it possible to reconstruct local presence of pine on bogs during the Holocene based on pollen data? A study based on surface and stratigraphical samples from three bogs in southern Sweden. (45 hp)
414. Hjulström, Joakim, 2014: Bortforsling av kaxblandat vatten från borrhärdar via dagvattenledningar: Riskanalys, karaktärisering av kaxvatten och reningsmetoder. (45 hp)
415. Fredrich, Birgit, 2014: Metadolerites as quantitative P-T markers for Sveconorwegian metamorphism, SW Sweden. (45 hp)
416. Alebouyeh Semami, Farnaz, 2014: U-Pb geochronology of the Tsineng dyke swarm and paleomagnetism of the Hartley Basalt, South Africa – evidence for two separate magmatic events at 1.93-1.92 and 1.88-1.84 Ga in the Kalahari craton. (45 hp)
417. Reiche, Sophie, 2014: Ascertaining the lithological boundaries of the Yoldia Sea of the Baltic Sea – a geochemical approach. (45 hp)
418. Mroczek, Robert, 2014: Microscopic shock-metamorphic features in crystalline bedrock: A comparison between shocked

- and unshocked granite from the Siljan impact structure. (15 hp)
419. Bališa, Fisnik, 2014: Radon ett samhällsproblem - En litteraturstudie om geologiskt sammanhang, hälsoeffekter och möjliga lösningar. (15 hp)
420. Andersson, Sandra, 2014: Undersökning av kalciumkarbonatförekomsten i infiltrationsområdet i Sydsvensk vattenverk, Vombverket. (15 hp)
421. Martin, Ellinor, 2014: Chrome spinel grains from the Komstad Limestone Formation, Killeröd, southern Sweden: A high-resolution study of an increased meteorite flux in the Middle Ordovician. (45 hp)
422. Gabrielsson, Johan, 2014: A study over Mg/Ca in benthic foraminifera sampled across a large salinity gradient. (45 hp)
423. Ingvaldson, Ola, 2015: Ansvarutredningar av tre potentiellt förorenade fastigheter i Helsingborgs stad. (15 hp)
424. Robygd, Joakim, 2015: Geochemical and palaeomagnetic characteristics of a Swedish Holocene sediment sequence from Lake Storsjön, Jämtland. (45 hp)
425. Larsson, Måns, 2015: Geofysiska undersökningsmetoder för geoenergisystem. (15 hp)
426. Hertzman, Hanna, 2015: Pharmaceuticals in groundwater - a literature review. (15 hp)
427. Thulin Olander, Henric, 2015: A contribution to the knowledge of Fårö's hydrogeology. (45 hp)
428. Peterffy, Olof, 2015: Sedimentology and carbon isotope stratigraphy of Lower-Middle Ordovician successions of Slemestad (Oslo-Asker, Norway) and Brunflo (Jämtland, Sweden). (45 hp)
429. Sjunnesson, Alexandra, 2015: Spårämnesförsök med nitrat för bedömning av spridning och uppehållstid vid återinfiltration av grundvatten. (15 hp)
430. Henao, Victor, 2015: A palaeoenvironmental study of a peat sequence from Iles Kerguelen (49° S, Indian Ocean) for the Last Deglaciation based on pollen analysis. (45 hp)
431. Landgren, Susanne, 2015: Using calcine-filled osmotic pumps to study the calcification response of benthic foraminifera to induced hypoxia under *in situ* conditions: An experimental approach. (45 hp)
432. von Knorring, Robert, 2015: Undersökning av karstvittring inom Kristianstadsslättnens NV randområde och bedömning av dess betydelse för grundvattnets sårbarhet. (30 hp)
433. Rezvani, Azadeh, 2015: Spectral Time Domain Induced Polarization - Factors Affecting Spectral Data Information Content and Applicability to Geological Characterization. (45 hp)
434. Vasilica, Alexander, 2015: Geofysisk karaktärisering av de ordoviciska kalkstensenheter på södra Gotland. (15 hp)
435. Olsson, Sofia, 2015: Naturlig nedbrytning av klorerade lösningsmedel: en modellering i Biochlor baserat på en fallstudie. (15 hp)
436. Huitema, Moa, 2015: Inventering av föroreningar vid en brandövningsplats i Linköpings kommun. (15 hp)
437. Nordlander, Lina, 2015: Borrningsteknikens påverkan vid provtagning inför dimensionering av formationsfilter. (15 hp)
438. Fennvik, Erik, 2015: Resistivitet och IP-mätningar vid Äspö Hard Rock Laboratory. (15 hp)
439. Pettersson, Johan, 2015: Paleoeologisk undersökning av Triberga mosse, sydöstra Öland. (15 hp)
440. Larsson, Alfred, 2015: Mantelpolymer - realitet eller *ad hoc*? (15 hp)
441. Holm, Julia, 2015: Markskador inom skogsbruket - jordartens betydelse (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund