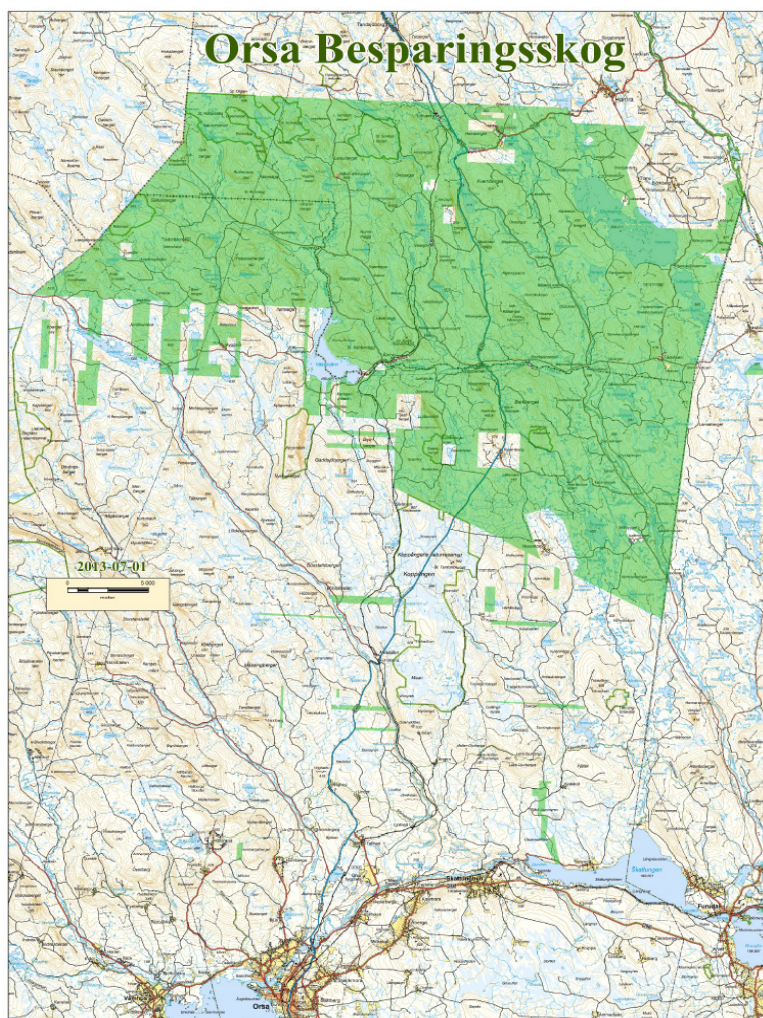




**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2014:17

## **Naturvårdsavsättningar vid avverkning på Orsa Besparingsskog**

*Nature considerations in harvesting objects at  
Orsa Besparingsskog*



**Fredrik Eriksson**

---

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp  
Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2014:17  
SLU-Skogsmästarskolan  
Box 43  
739 21 SKINNSKATTEBERG  
Tel: 0222-349 50

## Naturvårdsavsättningar vid avverkning på Orsa Besparingsskog

Nature considerations in harvesting objects at Orsa Besparingsskog

*Fredrik Eriksson*

**Handledare:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

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

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kurskod:** EX0624

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2014

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

**Serienamn:** Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet

**Serienummer:** 2014:17

**Nyckelord:** laserskanning, volymberäkning, naturvårdshänsyn



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

# FÖRORD

Detta examensarbete i ämnet skogshushållning motsvarar 15 högskolepoäng, vilket innebär 10 veckors heltidsstudier. Arbetet har utförts under vårterminen 2014 i samarbete med Orsa Besparingsskog.

Syftet med detta examensarbete var att, med hjälp av den laserskanning som Orsa Besparingsskog utförde 2010, få en indikation på naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den avverkade volymen och arealen på Orsa Besparingsskogs årliga avverkningar. Man har idag ett riktmärke på ca 15 procent av arealen och 10 procent av volymen.

Jag vill passa på att tacka Orsa Besparingsskog för förslaget till ett intressant ämne att fördjupa sig i och även rikta ett extra tack till Tomas Liljeberg, Anders Fräas och Carita Bäcklund på Orsa Besparingsskog för all hjälp och stöd i utförandet av studien. Jag vill även tacka min handledare på Skogsmästarskolan Staffan Stenhag, för allt stöd under arbetets gång.

Skinnskatteberg 2014-05-13

*Fredrik Eriksson*



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord .....	iii
Innehållsförteckning .....	v
<b>1. ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INLEDNING .....</b>	<b>3</b>
2.1 Företagspresentation .....	3
2.2 Laserskanningens utveckling .....	4
2.3 Tekniken för laserskanning .....	5
2.4 Bearbetning av datamaterialet .....	7
2.5 Skogliga skattningar .....	8
2.6 Resultat från några laserskanningar i Sverige .....	9
2.7 COWI .....	9
2.8 Syfte .....	10
<b>3. MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>11</b>
3.1 Verktyg som använts .....	11
3.2 Val av objekt .....	11
3.3 Beräkning av naturvårdsvolym- och areal .....	12
3.4 Fältkontroller .....	13
3.5 Tidsplan .....	13
<b>4. RESULTAT .....</b>	<b>15</b>
4.1 Andelen naturvårdsavsättning .....	15
4.2 För mycket eller för liten naturvårdsavsättning? .....	16
4.3 Variation i naturvårdsavsättning mellan objekten .....	17
4.4 Stämmer volymen från skanningen? .....	18
<b>5. DISKUSSION .....</b>	<b>19</b>
5.1 Kommentarer på resultatet .....	19
5.2 Tips för framtida studier .....	19
<b>6. SAMMANFATTNING .....</b>	<b>21</b>
<b>7. KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>23</b>
Publikationer .....	23
Internetdokument .....	24



# 1. ABSTRACT

Orsa Besparingsskog has an aim to take nature considerations in relation to the harvested volume and area of the annual felling. Around 15 percent of the acreage and 10 percent of the volume should be set aside. It is important to keep close to those figures to avoid future negative effects on the long-term harvesting planning. The purpose of this study was to use laser scanning data to estimate those proportions.

The result showed that the proportion of conservation considerations in the ten selected objects in the study was significantly higher than the target of 15 percent of the acreage and 10 percent of the volume. The result showed a setting aside of 19 percent of the acreage and 17 percent of the volume. This may affect the long term planning of the future harvesting negatively, since the amount of forest may not be sufficient in the long run. The variation between the ten selected objects was found to be substantial in a comparison regarding conservation considerations. The results showed a variation between 4 and 42 percent of the land area and between 4 and 43 percent of the harvested volume in the stands.





## 2. INLEDNING

I detta examensarbete har en undersökning av andelen naturvårdsavsättningar hos Orsa Besparingskogs årliga avverkningar utförts med hjälp av information från den laserskanning som Orsa Besparingsskog lät genomföra 2010. Detta kapitel börjar med en beskrivning av Orsa Besparingsskog och övergår därefter till en fördjupning i ämnet laserskanning.

### 2.1 Företagspresentation

Orsa Besparingsskog bildades i slutet av 1800-talet i en tid då gruvor och järnbruk var i stort behov av träkol. På de flesta håll i Sverige under denna tid ärvdes marken av det äldste barnet, men i Dalarna var traditionen annorlunda. Här delades marken lika mellan syskon. Detta gjorde dock att marken delades in i mindre och mindre skiften för varje arvsskifte som löpte. Detta resulterade i små och svårbrukade enheter.

Staten gjorde gång på gång försök att komma till rätta med detta. Mellan år 1859 och 1884 gjordes ett storskifte i Orsa. Då bildades även Orsa Besparingsskog som är resultatet av att bönderna i Orsa kom överens om att sätta av 53 000 ha för gemensamt brukande, där avkastningen skulle gå tillbaka till jordägarna och bygden. När man sedan började avverka den gemensamt ägda skogen, gjorde detta att Orsa blev en mycket förmögen kommun. Detta gav möjlighet att göra stora investeringar i bland annat skolor och ålderdomshem. Mellan år 1886 och år 1933 behövde de boende i Orsa heller inte betala någon skatt (Orsa Besparingsskog, 2014, Länk A).

Orsa Besparingsskog har idag ökat sitt innehav till 83 618 ha total landareal inklusive vatten. Man har även investerat i vattenkraft och idag finns åtta vattenkraftverk i dess ägo. De årliga avverkningarna uppgår till 170 000 m<sup>3</sup>sk. Man satsar idag även på jakt- och fisketurism (Tomas Liljeberg, Produktionsledare, Orsa Besparingsskog, personlig kommunikation 2014-03-14).

Vad gäller naturvårdsavsättningar har Orsa Besparingsskog idag ett mål att sätta av ca 15 procent av arealen och 10 procent av volymen till naturvård i förhållande till den avverkade volymen och arealen på sina årliga avverkningar. År 2010 utförde Orsa Besparingsskog en laserskanning över sitt skogsinnehav. Med hjälp av denna laserskanning vill man nu få en indikation på om man ligger i närheten av detta mål (Tomas Liljeberg, personlig kommunikation 2014-03-14).



Figur 1. Orsa Besparingskogs logotyp. Källa: Orsa Besparingsskog.

## 2.2 Laserskanningens utveckling

Laser är riktade, enfärgade ljusvågor som är i fas. Den första fungerande lasern kom på 1960-talet. Denna har sedan utvecklats och finns nu i en rad olika produkter. Laser används bland annat i skrivare, cd-spelare, vid hastighets- och avståndsmätning. Vid avståndsmätning mäts tiden från att en laserpuls sänds ut till dess att laserljuset reflekteras mot målet och kommer tillbaka till mottagaren (Nordkvist & Olsson, 2013). Denna teknik för avståndsmätning kallas för Light Detection And Ranging ("LiDAR") eller Laser Detection And Ranging ("LADAR") (Wehr & Lohr, 1999).

I slutet av 1970-talet gjordes de första försöken att mäta trädhöjder med hjälp av LiDAR-systemet i dåvarande Sovjetunionen. Tester gjordes även i Kanada och USA i början på 1980-talet (Nordkvist & Olsson, 2013). Från början var tekniken utvecklad för framställning av digitala markhöjdsmodeller, även kallat "DTM" (Halvarsson, 2008). I början på 1990-talet testade man modellen för mätning av skogliga parametrar (Næsset, 2004). De första försöken i Norden med att använda laserskanning till ändamålet skogsinventering genomfördes i början på 1990-talet. Dessa tester utfördes med det så kallade FLASH-systemet som hade utvecklats av den svenska försvarsmaktens forskningsinstitut. Samtidigt testades i Finland systemet HUTSCAT. Resultat från dessa tester inspirerade till ytterligare forskning i ämnet laserskanning (Holmgren & Jonsson, 2004).

De första försöken med laserskanning gjordes med hjälp av helikopterburen skanner och blev väldigt dyra. Detta gjorde att systemet för insamling av skogliga data med hjälp av helikopter aldrig fick något genomslag. År 1995 gjorde Erik Næsset ett försök med en flygplansburen skanner för att inventera skog. Detta försök visade sig vara lyckat och utvecklades till det vi idag kallar för "Arealmetoden". Några år senare kom svenska och finska forskare fram till ytterligare en metod, den så kallade "SingleTree-metoden", där det enskilda trädet kan mätas med hjälp av laserdata med hög punkttäthet (Næsset m.fl., 2004). Idag är laserskanning av skogsmark för skoglig inventering en metod som används i många länder, bland annat i Kanada, USA, Finland, Österrike, Spanien och Australien (Nordkvist & Olsson, 2013). I Norge är nästan alla skogsbruksplaner framtagna med hjälp av data från flygburen laserskanning. Även i Sverige är tekniken på frammarsch och dess olika tillämpningar har testats av flera skogsföretag (Barth, 2008).

År 2011 delades Wallenbergspriset ut till Erik Næsset med motivering att han lanserat arealmetoden för skogsinventering. Samma år inledde Bergvik skog en laserskanning av hela sitt skogsinnehav. Detta gjorde att 2011 blev ett genombrottsår för denna metod i Sverige. Det tog alltså 20 år från det att tester inleddes med laserskanning i Sverige, till det att metoden slog igenom och började användas operativt i skogsbruket (Nordkvist & Olsson, 2013).

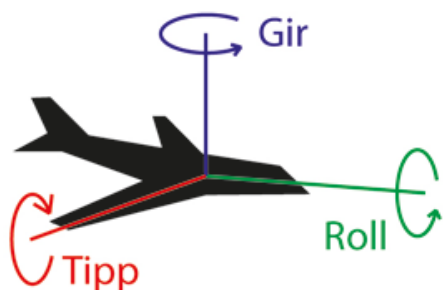
Prisnivån för laserskanning ligger idag (2014) på en mycket rimlig nivå. För en flygburen laserskanning tar man ut en startkostnad på 50 000 kr. Sedan ligger kostnaden på ca 10 kr/ha för en glesare skanning och för en skanning med högre pulsfrekvens ökar priset med ca 20 – 30 kr/ha. Kostnad för insamling av de skogliga fälldata som behövs för att kunna utföra skogliga skattningar tillkommer. Kostnaden

påverkas av hur stort område man skannar, därför rekommenderas att markägare med mindre markinnehav samordnar till en gemensam skanning (Barth, 2008). Lantmäteriet har fått i uppdrag av regeringen att upprätta en ny nationell höjdmödel. Detta ska utföras med hjälp av laserskanning. Arbetet inleddes år 2009 och beräknades att ta sju år. I Lantmäteriets uppdrag ingick klassning av broar, vatten och mark. De övriga punkterna lämnas oklassificerade. Dock kan restprodukten från denna skanning användas till andra ändamål som t.ex. skogliga skattningar. Denna skanning utförs med en punkttäthet på 0,5 – 1 punkt/m<sup>2</sup> vilket räcker för skogliga skattningar baserade på arealmetoden (Lantmäteriet, 2013c).

Metria har bland annat utvecklat en produkt tillsammans med ett av Sveriges största skogsbolag som man kallar Skogshöjdsraster. Denna produkt kan användas till bland annat volymuppskattning, beståndsindelning och projektering av skogsbilvägar i skogsbruket (Metria, 2013a, Länk C).

## 2.3 Tekniken för laserskanning

En laserskanner monterad på ett flygplan (eller helikopter) sänder ut laserpulser i ett brett stråk under flygplanet som träffar marken och vegetationen från olika vinklar med hjälp av en roterande och vickande spegel (Barth, 2008). För att räkna ut mätpunkternas position i förhållande till skannerns position i vertikal- och horisontalled vid mätpunkten används för varje mätpunkt tre koordinater (x, y och z) och för orientering av vinkel används roll, tipp och gir (Nordkvist & Olsson, 2013).



Figur 2. Roll, tipp och gir. Källa: Nordkvist & Olsson, 2013.

Genom att man flyger i täta stråk intill varandra med viss överlappning kan man täcka in stora områden (Nordkvist & Olsson, 2013). Tiden från det att pulsen sänds ut till det att den reflekteras tillbaka från mark och vegetation mäts med hög precision och genom detta kan avståndet mellan instrument och mark eller vegetation bestämmas (Barth, 2008). Vinkeln som pulsen sänds ut i registreras även (Nordkvist & Olsson, 2013). Utifrån en mycket avancerad navigeringsutrustning i flygplanet kan varje laserpunkt positionsbestämmas med hög precision. Resultatet av detta blir ett punktmoln (Magnusson & Fransson, 2006). De punkter som ligger lägst i detta punktmoln är markträffar och används för att bygga upp en markmodell. De övriga punkterna, som träffat vegetationen, träden och dess kronor, används för att bygga upp en 3D-modell av skogen. Små undertryckta träd som är skyddade av de större trädens kronor kan inte mätas med denna typ av laserskanning (Barth, 2008).

Beroende på vad man ska använda laserskanningsmaterialet till använder man olika pulstätheter för att få den noggrannhet man behöver till ändamålet. Vid hög pulstäthet kan det enskilda trädet identifieras (Barth, 2008).

Vid beställningstillfället väljer man vilken punkttäthet man vill ha. Ju högre antal punkter/m<sup>2</sup> desto högre detaljeringsgrad på materialet. Kostnaden ökar även med detaljeringsgraden. Lantmäteriet har upprättat ett antal standardnivåer för olika tillämpningar (Lantmäteriet, 2013a).

**Tabell 1.** Tabell över de standardnivåer som Lantmäteriet upprättat. Källa: Lantmäteriet, 2013a.

<b>Standardnivåer</b>	<b>FL1</b>	<b>FL2</b>	<b>FL3</b>	<b>FL4</b>
Punkter/m <sup>2</sup> 2D	> 0,5	> 2	> 8	> 16
Medel/max punktavstånd 2D (m)	1,4/2,1	0,7/1,1	0,4/0,5	0,3/0,4
Ungefärlig träffyta enligt 1/e <sup>2</sup> (m)	0,6	0,3	0,1	0,1
Absolut standardosäkerhet höjd (m)	0,05	0,04	0,03	0,02
Absolut standardosäkerhet plan (m)	0,25	0,20	0,09	0,06
Lämplig ekvidistans höjdkurvor (m)	0,5	0,4	0,3	0,2
Lämplig upplösning grid (m)	1,25	0,5	0,25	0,25

#### **Standardnivå FL1**

Denna nivå är lämplig för kartering av höjdförhållanden på nationell nivå och är även den nivå som används vid framtagandet av den Nya Nationella Höjdmodellen (NNH). Den fungerar även för skoglig uppskattning vid användning av den så kallade Arealbaserade metoden (Lantmäteriet, 2013a).

#### **Standardnivå FL2**

Denna nivå är lämplig för kartering på regional nivå, även för användning på kommunal nivå för bygglovshandläggning och planering (Lantmäteriet, 2013a).

#### **Standardnivå FL3**

Denna nivå är lämplig för framtagning av mer detaljerade markmodeller och framtagning av 3D-modeller ovan mark, till exempel 3D-modeller av vegetation och byggnader (Lantmäteriet, 2013a).

#### **Standardnivå FL4**

Denna nivå är lämplig för framtagning av mycket detaljerade markmodeller och 3D-modeller av objekt ovanför marknivån. Den används vid projektering av ledningar, vägar och järnvägar (Lantmäteriet, 2013a).

## 2.4 Bearbetning av datamaterialet

Laserskanningens rådata består av skanningsvinklar, mätta avstånd och tidsmärkningar. Genom en matchning av detta material kan ett punktmoln framställas (Lantmäteriet, 2013a). Innan datamaterialet kan användas för vidare analys behövs en viss bearbetning som består av (Nordkvist & Olsson, 2013):

- Stråkutjämning och inpassning av kontrollpunkter
- Rensning av felaktiga mätpunkter
- Klassning av returpulserna i de olika klasserna vatten, mark och övrigt (t.ex. vegetation)
- Uppbyggnad av markmodell

Man flyger med en viss överlappning som minst bör ligga på 20 procent beroende på skannerns öppningsvinkel. Man flyger även ibland i tvärstråk i början, i slutet och i mitten av de långa stråken. Denna överlappning gör man dels för att vara säker på att täcka in hela området, dels för att kunna utföra en kvalitetskontroll och en så kallad stråkutjämning (Lantmäteriet, 2013a). Stråkutjämnningen går till så att man passar in datamaterialet från olika stråk till ett gemensamt block utan några skarvar. Sedan passas detta block in med kontrollpunkter på marken. Kontrollpunkter i sidled kallas för "Planstöd" och kan bestå av fasta punkter som t.ex. byggnader eller fasta punkter i terrängen. Blocken passas sedan in i höjddled. Dessa punkter kallas för "Höjdstöd" och skall vara öppna ytor med hårt underlag, gärna asfalterade vägar. Dessa ytor ska även vara plana då lutningar kan störa orienteringen i höjddled (Lantmäteriet m.fl., 2013, Länk B).

Nästa steg i förädlingen av datamaterialet är att ta bort felaktiga mätpunkter som har uppkommit genom att laserpulser reflekteras felaktigt. Detta är punkter som ligger ovan trädkronorna och även punkter som ligger under marknivån. Dessa punkter har oftast uppkommit genom felreflekteringar av laserpulser i t.ex. moln, fåglar, dimma m.m. Punkter som ligger under marknivån har ofta uppstått på grund av att laserpulser har reflekterats i flera steg och returpulsen har då fördröjts. Detta gör att mätutrustningen missbedömer avståndet till punkten och tror att avståndet är längre än det egentligen är (Nordkvist & Olsson, 2013).

Efter att man gjort en rensning av felaktiga mätpunkter sker en klassning av de olika laserpulserna där de delas in efter olika klasser t.ex. vatten, vegetation, mark och övrigt. Varje klass får en unik kod (Klang, 2009).

Nästa steg efter klassningen av de olika punkterna är framställningen av en så kallad markmodell (Nordkvist & Olsson, 2013). Detta kan göras antingen genom framtagandet av ett så kallat TIN (*Triangulated Irregular Network*), som är en typ av datastruktur eller genom framtagning av ett Raster som består av ett rätvinkligt och regelbundet rutnät (Lantmäteriet, 2013b). Vanligast är dock att man använder sig av raster i skogsbruket på grund av att denna variant är enklast att arbeta med (Nordkvist & Olsson, 2013).

## 2.5 Skogliga skattningar

Det finns två metoder som i huvudsak används för skogliga skattningar (Barth, 2008).

Den *Arealbaserade metoden* är den vanligast förekommande skattningsmetoden. Med endast en punkttäthet på cirka en laserpuls/m<sup>2</sup> kan enskilda rasterrutorna och bestånds genomsnittliga grundyta, virkesförråd, medeldiameter och höjd uppskattas (Barth, 2008). Dessa skattningar framställs genom att man delar in den skannade arealen i ett stort raster av små pixlar, varje pixel kan t.ex. motsvara en yta på 15×15 meter, sedan görs positionsbestämda provvytor i fält. Genom att se samband i laserskanningsmaterialet och de positionsmärkta provvytor som gjorts i fält kan man sedan få fram varje rastercells grundyta, genomsnittliga virkesförråd, medeldiameter och höjd (Nordkvist & Olsson, 2013).

Vid datainsamling där man har använt sig av högre pulsfrekvenser kan skattningar av enskilda träd göras. Denna metod (SingleTree-metoden) behöver en pulsfrekvens på ca 5 – 10 pulser/m<sup>2</sup> och även här ses samband mellan laserskanningsmaterialet och insamlad fältdata. Denna metod ger ett så detaljerat resultat att man kan se de enskilda trädkronornas form och därmed få fram en trädslagsfördelning. Man kan även se de enskilda trädens volym, höjd och diameter. Utifrån detta kan man sedan få fram volym/ha, grundytavägd medelhöjd, grundytavägd medeldiameter och stammar/ha. Denna metod är dock inte lika vanlig då den är kräver mycket högre pulsfrekvens än den arealbaserade metoden och blir därför mycket dyrare (Barth, 2008).

För att se samband i fältdata och skanningsdata finns tre olika metoder. De två vanligaste metoderna är *Regressionsanalys* och *k-MSN*. Den tredje, inte så ofta förekommande metoden, är *Random Forest* (Nordkvist & Olsson, 2013).

Regressionsanalys bygger på matematiska samband mellan flera variabler. Man delar in provvytor och bestånd efter variabler som påverkar kronornas form. Exempel på sådana är SI, ålder och trädslag. Sedan kan man med hjälp av en matematisk modell se samband mellan dessa skogliga variabler och laserdata (Nordkvist & Olsson, 2013).

*k-MSN* (*k Most Similar Neighbors*) är en metod som bygger på att man tar ut ett antal provvytor som liknar rastercellen, man räknar sedan ut ett medelvärde på dessa ytor och lyfter sedan in data från fältinventeringen som stämmer överrens med rastercellen. Rastercellen tilldelas den grundyta, volym, stamantal/ha, höjd m.m. som mätts på den provyta som mest liknar just den rastercellen (Nordkvist & Olsson, 2013).

En annan metod som visat sig ge bra resultat som nästintill kan jämföras med regressionsmetoden är den nämnda *Random Forest*. Denna metod kan ge ett bra resultat utan att man först skapar en manuell modell för att se sambandet mellan de skogliga variablerna och laserdata (Nordkvist & Olsson, 2013).

## 2.6 Resultat från några laserskanningar i Sverige

Tabellen nedan visar en sammanställning av några resultat från laserskanningar utförda med den Arealbaserade metoden och med Single-tree metoden (COWI, 2012, Länk C).

**Tabell 2.** Resultat från några svenska försök med Arealbaserade metoden och Single-tree metoden. Tabellen visar medelfel i %. Källa: Brethyad, T. & Iversen, H. E. 2011.

Område	Metod	Pulser/m <sup>2</sup>	Volym/ha	Grundtyevägd medelhöjd	Grundtyevägd medeldiameter	Stammar/ha
Särna	Arealbaserad	1,0	13,9%	3,0%	6,6%	11,6%
Hassela	Arealbaserad	1,0	5,7%	2,9%	7,7%	14,7%
Värmland	Arealbaserad	0,25	12,8%	5,4%	13,2%	23,9%
Nv Dalarna	Arealbaserad	0,5	8,5%	4,4%	9,0%	20,7%
Älvdalen	Single-tree	10	8,8%	1,3%	8,2%	6,2%
Älvdalen/Särna-Idre	Single-tree	10	23,8%	-	8,7%	33,2%

## 2.7 COWI

År 2010 gjorde Orsa Besparingsskog tillsammans med Lima-, Transtrands- och Norra Venjans Besparingsskog en gemensam laserskanning av sitt skogsinnehav. Företaget man anlitate för laserskanningen var det Norska företaget COWI (Tomas Liljeberg, Produktionsledare, Orsa Besparingsskog, personlig kommunikation 2014-03-14).

COWI grundades år 1930, har över 5 000 anställda och är ledande i Nordeuropa inom rådgivningsverksamhet. Områden man specialiserat sig på är ingenjörsteknik, miljö och samhällsekonomi. Idag jobbar ca 500 medarbetare inom COWI-koncernen med Geografisk information. Detta område har man sedan delat upp i olika grenar. En av dessa grenar är fjärranalys av skog (COWI, 2010).

Målet för projektet var att utföra laserskanningen med en skanningsvinkel som låg under 20 grader. Man hade också ett mål på en punkttäthet på minst 0,25 pkt/m<sup>2</sup>. Den laserskanningsmetod som användes var den arealbaserade metoden och skattningsmetoden som i sin tur användes var k-MSN. Beräkningsytorna som användes var 15×15 m (COWI, 2010).

COWI levererade ett grundpaket i form av en geodatabas med följande attributdata (COWI, 2010):

- Trädslagsvis volym/ha
- Trädslagsvis volym i bestånd
- Trädslagsvis övre höjd
- Trädslagsvis grundtyevägd medelhöjd
- Trädslagsvis grundyta/ha
- Trädslagsvis grundtyevägd medeldiameter
- Trädslagsvis stamantal/ha
- SI för yngre likåldrig skog

## 2.8 Syfte

Syftet med detta arbete är att, med hjälp av den laserskanning som Orsa Besparingsskog lät utföra 2010, få en indikation på naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den avvertrade volymen och arealen på Orsa Besparingsskogs årliga avverkningar. Man har idag ett riktmärke på ca 15 procent av arealen och 10 procent av volymen.

Målet med studien är att få svar på följande frågor:

- Ligger man i närheten av de mål man har vad gäller volym och areal beträffande naturvårdsavsättningar?
- Sätter man av för mycket eller för lite med tanke på den långsiktiga avverkningsplaneringen?
- Hur mycket varierar andelen naturvårdsavsättning mellan de olika avverkningarna?
- Hur stämmer laserskanningens resultat vad gäller virkesvolym jämfört med klavade ytor i fält?



### **3. MATERIAL OCH METODER**

Detta arbete har utförts genom att först göra en litteraturstudie i ämnet laserskanning. Tio representativa avverkningar har sedan valts ut från Orsa Besparingsskogs årliga avverkningar. Problemställningen har vidare lösts genom att använda Skogsstyrelsens årliga satellitbilder (Enforma) över gjorda avverkningar. Därefter har kantzoner och större hänsynsytor ritats ut. Informationen från den laserskanning som Orsa Besparingsskog lät utföra under 2010, har slutligen använts för att räkna ut volymen naturvård/avverkning. Utöver detta har även fältkontroller utförts.

I detta kapitel beskrivs de verktyg som använts för att utföra studien, hur valet av objekt har gjorts, vidare hur volym- och arealberäkningen av naturvården på de olika objekten har genomförts samt hur fältkontroller har utförts.

#### **3.1 Verktyg som använts**

De verktyg som använts för att utföra studien är *LandInfo Forest*, *Enforma* och *COWI:s laserskanning* från 2010.

LandInfo Forest är ett typ av GIS-system för skogsförvaltning som Orsa Besparingsskog använder sig av. Detta GIS-program har använts för arealberäkning, framtagning av raster med laserdata på volymer i de kantzoner och hänsynsytor som ingår i beräkningarna. Med hjälp av detta program har även kartor och information om de utvalda avverkningarna tagits fram.

Ytterligare ett verktyg som använts är Enforma. Detta är ett verktyg från Metria som används av Skogsstyrelsen för behandling av satellitdata. Med hjälp av detta verktyg, satellitdata från olika år och beståndsdata kan man bland annat hitta nya hyggen (Metria, 2013b, Länk E). Detta material får Orsa Besparingsskog ta del av genom Skogsstyrelsen. Man använder sedan materialet till att planera markberedningar och planteringar. Materialet är optimalt till detta ändamål då man exakt kan se den slutgiltiga hyggesarealen. Man kan även se den slutgiltiga formen på hygget, dess kantzoner och hänsynsytor. Detta material är även lämpligt att använda för att beräkna andelen kantzoner och hänsynsytor på avverkningar och har därför använts i denna studie.

Orsa Besparingsskog gjorde 2010 en laserskanning av hela sitt skogsinnehav. Detta material har använts för att beräkna den volym som sparats i kantzoner och hänsynsytor på de utvalda avverkningarna.

#### **3.2 Val av objekt**

Valet av de tio objekt som ingår i studien har gjorts utifrån 2013 års avverkningar i samråd med produktionsledare Tomas Liljeberg på Orsa Besparingsskog. Syftet med detta urval är att få ett sampel bestående av tio objekt som väl representerar avverkningar på hela Orsa Besparingsskogs markinnehav.

### 3.3 Beräkning av naturvårdsvolym- och areal

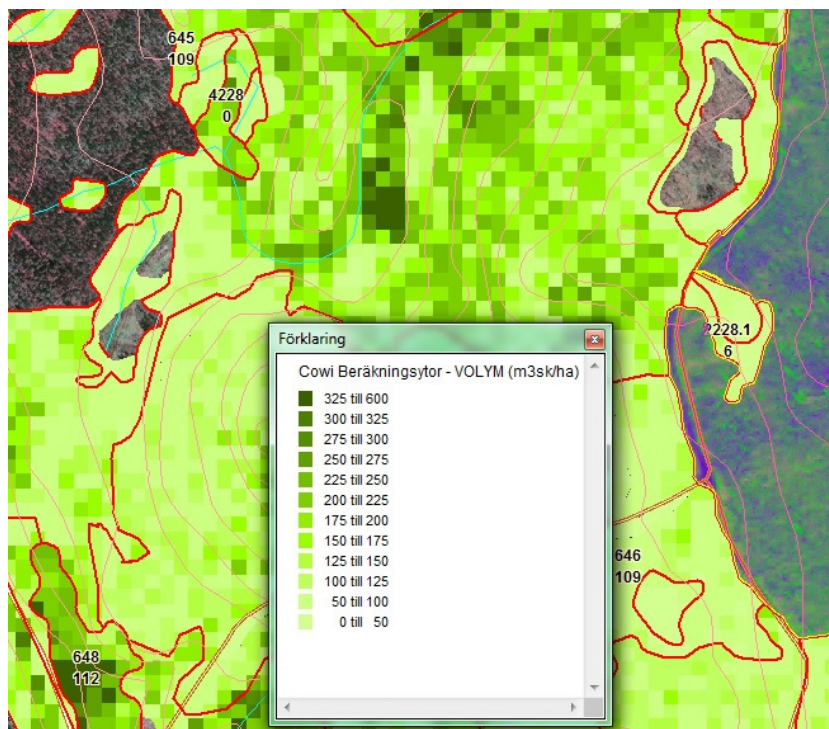
För att få fram volymen och arealen naturvård användes det tidigare nämnda programmet LandInfo Forest. Arbetet inleddes med att avgränsa kantzoner och större hänsynsytor på de utvalda objekten med hjälp av Skogsstyrelsens satellitbilder över gjorda avverkningar (Enforma).

Nästa steg var att göra en volymberäkning av naturvården. LandInfo Forest är under utveckling vad gäller behandling av den information som kommer från laserdata. I dagsläget består volymuppgifterna på varje bestånd av ett rutnät av så kallade "pixlar". Varje pixel motsvarar en yta på 15×15 meter och innehåller information om bland annat volym i m<sup>3</sup>sk/ha. Varje pixel har tilldelats en färg som motsvarar en viss volym i m<sup>3</sup>sk/ha med ett spann på 25 m<sup>3</sup>sk/ha, t.ex. 125 – 150 m<sup>3</sup>sk/ha. Ju mörkare nyans desto högre volym per hektar. En medelvolum beräknades på varje färg. Den mörkaste nyansen hade dock ett spann mellan 325 – 600 m<sup>3</sup>sk/ha. På denna sattes en volym på 350 m<sup>3</sup>sk/ha, då volymen per hektar sällan överstiger detta i området enligt produktionsledare Tomas Liljeberg.

Därefter räknades antalet pixlar av varje enskild färg inom den yta som skulle volymbestämmas för att få fram en medelvolum per hektar som sedan multiplicerades med arealen. Alla pixlar räknades som hade 50 procent eller mer av sin yta innanför det avgränsade naturvårdsområdet.

Arealberäkningen gjordes i programmet LandInfo Forest, genom att göra en arealberäkning av naturvården på de utvalda objekten.

Figuren nedan visar en karta ur skogsförvaltningsprogrammet LandInfo Forest, med ett volymraster av pixlar och en förklaring över de olika färgnyanserna.



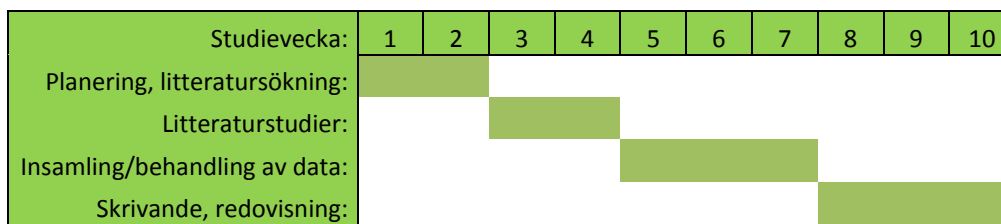
**Figur 3.** Karta med pixlar över volym i m<sup>3</sup>sk/ha. Källa: LandInfo Forest.

### 3.4 Fältkontroller

Ett antal klavade provytor gjordes på ett objekt för att kontrollera laserskanningens resultat vad gäller  $m^3sk/ha$  kontra resultatet från klavade provytor. Vid denna kontroll användes en dataklave från Haglöf och provyteradien som användes var tio meter.

### 3.5 Tidsplan

I figuren nedan visas ett Gantt-schema med den tidsplan som följts under arbetets gång.



**Figur 4.** Gantt-schema med studiens tidsplan.



## 4. RESULTAT

Här presenteras de resultat som framkommit av den studie som gjorts med hjälp av den laserskanning som Orsa besparingsskog utförde 2010.

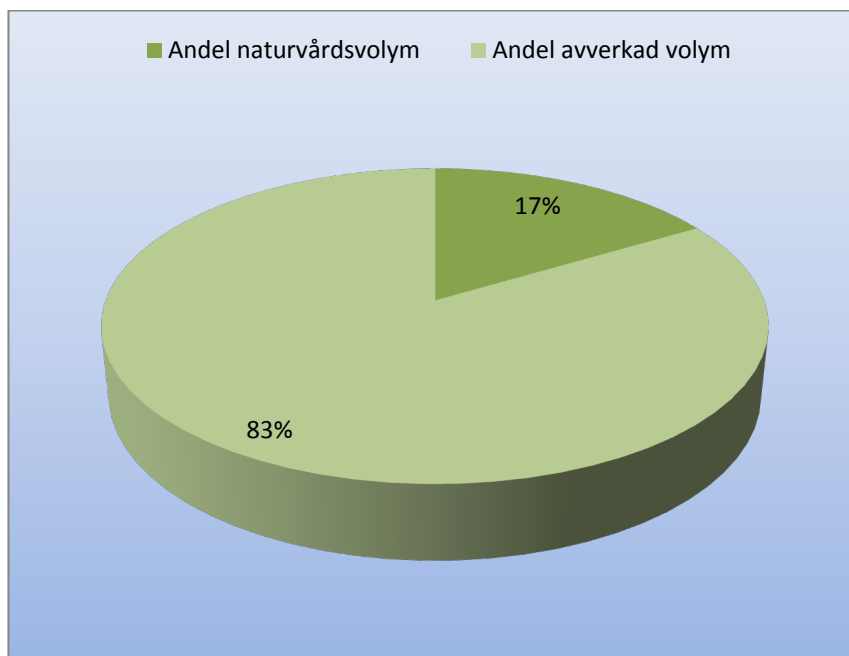
Först behandlas andelen naturvårdsavsättningar med avseende på volym och areal i förhållande till avverkad volym och areal. Sedan behandlas frågan om man sätter av för mycket eller för lite med tanke på den långsiktiga avverkningsplaneringen. Vidare ger resultatet svar på hur andelen naturvårdsavsättning varierar mellan de olika avverkningarna och hur laserskanningens resultat stämmer vad gäller virkesvolym jämfört med klavade ytor i fält.

Resultaten av denna studie har sammanställts på ett enkelt och överskådligt sätt med hjälp av tabeller och diagram.

### 4.1 Andelen naturvårdsavsättning

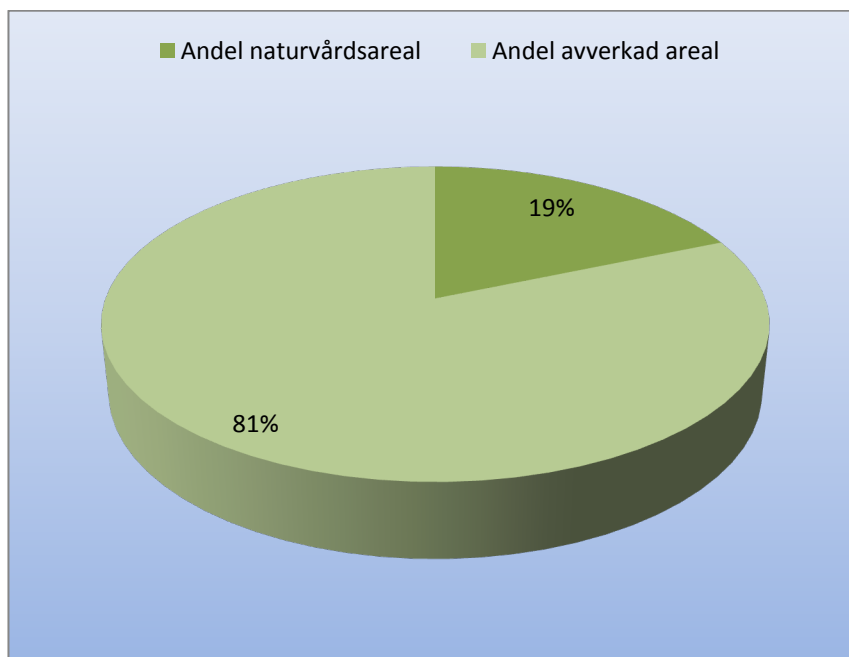
Orsa besparingsskog har idag ett mål att naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den avverkade volymen och arealen på de årliga avverkningarna ska ligga på ca 15 procent av arealen och 10 procent av volymen.

Efter att ha tagit ut tio objekt bland 2013 års avverkningsobjekt som representerar avverkningsobjekt från hela Orsa Besparingsskogs markinnehav, har en volymberäkning av naturvården på dessa objekt gjorts med hjälp av material från laserskanningen. Resultatet från denna beräkning vad gäller andelen naturvårdsavsättningar visas i figur 5.



Figur 5. Fördelning naturvårdsvolym och avverkad volym.

Resultatet visar att man satt av cirka 17 procent till naturvård på de tio utvalda objekten, vilket är betydligt mer än det mål man har på 10 procent (figur 5). Vidare har andelen naturvårdsareal i förhållande till avverkad areal undersökts med hjälp av skogsförvaltningsprogrammet LandInfo Forest och satellitbilder över gjorda avverkningar. Efter att ha gjort en beräkning av arealen naturvård i förhållande till den avverkade arealen på de tio utvalda objekten har resultatet i figur 6 framkommit.



**Figur 6.** Fördelning naturvårdsareal och avverkad areal.

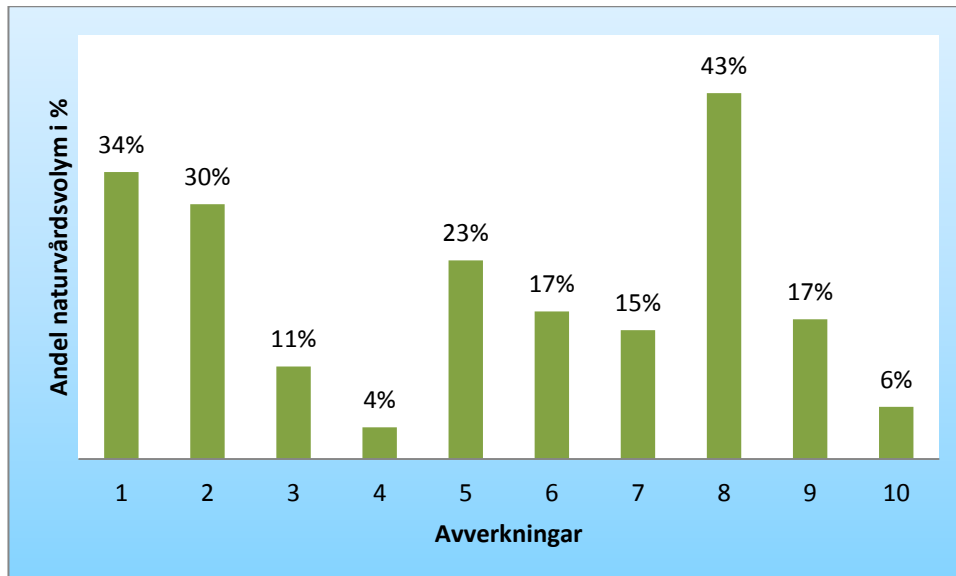
Även detta resultat ger en indikation på att man sparar mer än det mål man har på 15 procent, då den framräknade arealen naturvårdsavsättningar ligger på 19 procent.

#### **4.2 För mycket eller för liten naturvårdsavsättning?**

Som resultaten i figur 5 och 6 visar, sätter man av mer till naturvård än det mål man har på cirka 15 procent av arealen och cirka 10 procent av volymen. Detta kan påverka den långsiktiga avverkningsplaneringen negativt.

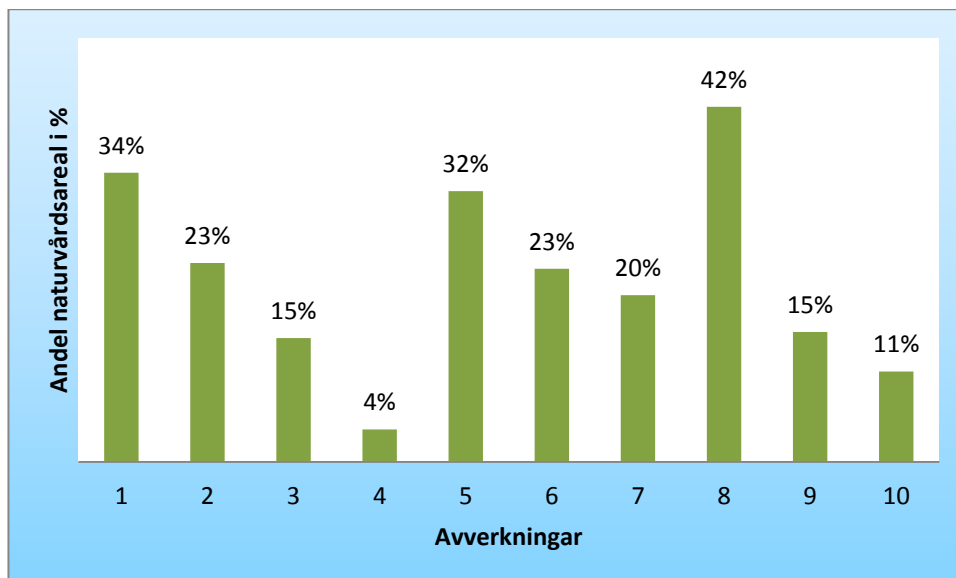
### 4.3 Variation i naturvårdsavsättning mellan objekten

I figur 7 visas fördelningen av andelen naturvårdsvolym på de olika objekten. Detta diagram visar att andelen naturvårdsavsättning varierar kraftigt mellan objekten.



Figur 7. Andel naturvårdsvolym fördelat på de olika objekten.

Vad gäller fördelningen arealmässigt på naturvårdsavsättningarna är variationen även här ganska stor mellan de olika objekten. Detta framgår av figur 8.



Figur 8. Andel naturvårdsareal fördelat på de olika objekten.

#### 4.4 Stämmer volymen från skanningen?

Ett antal provytor gjordes på ett objekt för att kontrollera laserskanningens resultat vad gäller m<sup>3</sup>sk/ha kontra resultatet från klavade provytor. Resultat av denna kontroll framgår av tabell 3.

**Tabell 3.** Resultat från laserskanningen kontra klavade provytor.

	Klavad provyta m <sup>3</sup> sk/ha	Skanningen m <sup>3</sup> sk/ha	Differens m <sup>3</sup> sk/ha
<b>Yta 1</b>	242	223	-19
<b>Yta 2</b>	47	46	-1
<b>Yta 3</b>	128	125	-3
<b>Yta 4</b>	195	182	-13

Resultatet visar att differensen är förhållandevis liten mellan skanningens resultat och de klavade provytorna.



## 5. DISKUSSION

I detta kapitel kommenteras de resultat som framkommit av studien. Avslutningsvis ges tips för framtida studier.

### 5.1 Kommentarer på resultatet

Syftet med detta arbete var att, med hjälp av den laserskanning som Orsa Besparingsskog utförde 2010, få en indikation på naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den avverkade volymen och arealen på Orsa Besparingsskogs årliga avverkningar. Man har idag ett riktmärke på ca 15 % av arealen och 10 % av volymen.

Resultatet av studien visade att man låg betydligt högre med andelen naturvårdsavsättningar vad gäller både areal och volym.

I denna studie har endast ett sampel på tio avverkningar tagits ut för att få en indikation på andelen naturvårdsavsättningar. Trots detta ger studien en fingervisning om att naturvårdsavsättningarna är betydligt högre än de mål man har. Detta kan i sin tur påverka den långsiktiga avverkningsplaneringen negativt. I det långa loppet kanske skogen inte räcker till. Vid en närmare granskning av de enskilda avverkningarna visade sig andelen naturvård per avverkning variera kraftigt.

Några provtytor i fält gjordes även för att kontrollera laserskanningens tillförlitlighet vad gäller volymuppskattning. Resultatet av denna kontroll visade att laserskanningen underskattade volymen något mot de klavade provtytorna. Detta kan bero på att laserskanningen missar små undertryckta stammar då de skymms av de större träden. Detta har också framkommit i tidigare studier (Barth, 2008). Underskattningen var även större på de ytor som hade stor andel undertryckta stammar. Samtidigt bör betonas att resultatet i föreliggande studie bygger på ett mycket begränsat material.

### 5.2 Tips för framtida studier

För att få fram volymen naturvård användes programmet LandInfo Forest. Detta program är under utveckling vad gäller behandling av den information som kommer från laserdata. I dagsläget består volymuppgifterna på varje bestånd av ett rutnät av så kallade "pixlar". Varje pixel motsvarar en yta på 15×15 meter och innehåller information om bland annat virkesvolym. Varje pixel har tilldelats en färg som motsvarar en viss volym i m<sup>3</sup>sk/ha. Ju mörkare nyans desto högre volym per hektar. Detta gjorde att jag behövde räkna antalet pixlar av varje enskild färg inom den yta jag ville volymbestämma för att sedan få fram en medelvolym per hektar som jag multiplicerade med arealen.

I mitt fördjupningsarbete i ämnet laserskanning såg jag att detta borde gå att lösa på något enklare sätt, då andra GIS-program kunde göra volymbereäkningar på bestånd genom att enkelt digitalisera in det område som skulle volymbestämmas och att sedan överlåta åt programmet att räkna ut volymen.

Orsa Besparingsskog kontaktade it-avdelningen på LandInfo Forest för att påskynda utvecklingen av ett sådant volymeräkningsverktyg. Tyvärr drog utvecklingen av detta verktyg ut på tiden varför jag tvingades försöka hitta en annan lösning. Ett förslag var att konvertera de tab-filer med volymer och beståndsdata till shp-format. Även detta visade sig vara en alltför omfattande operation. I väntan på besked från diverse aktörer räknade jag pixlar på de tio objekt som tagits ut. Detta resultat ligger idag till grund för denna studie.

Om denna studie i framtiden skulle upprepas rekommenderar jag att använda ett volymeräkningsverktyg i något GIS-program för att underlätta arbetet med volymeräkningen av naturvården. Detta ger även ett exaktare resultat då de olika färgnyanserna i föreliggande mätning ibland var svåra att urskilja.

## 6. SAMMANFATTNING

Orsa Besparingsskog har ett innehav på 83 618 ha total landareal inklusive vatten. Den årliga avverkningsvolymen uppgår till 170 000 m<sup>3</sup>sk. Man har idag ett mål att naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den avverkade volymen och arealen på de årliga avverkningarna ska ligga på ca 15 procent av arealen och 10 procent av volymen. Det är i det långa loppet viktigt att man ligger i närheten av detta mål, då det annars på längre sikt kan påverka den långsiktiga avverkningsplaneringen negativt.

Syftet med denna studie om naturvårdsavsättningar vid avverkning på Orsa Besparingsskog är att, med hjälp av den laserskanning som Orsa Besparingsskog lät utföra 2010, få en indikation på naturvårdsavsättningens areal och volym i förhållande till den årligen avverkade volymen och arealen.

Studien visar att man låg betydligt högre vad gäller andelen naturvårdsavsättning på de tio utvalda objekten än det uppsatta målet på 15 procent av arealen och 10 procent av volymen. Resultatet visade istället att man sätter av runt 19 procent av arealen och 17 procent av volymen. Detta kan i det långa loppet påverka den långsiktiga avverkningsplaneringen negativt, då skogen kanske inte kommer att räcka till.

Variationen var stor mellan de utvalda avverkningarna vad gäller andel naturvårdsavsättning. Resultatet visade en variation på mellan 4 och 42 procent av arealen och mellan 4 och 43 procent av volymen.

Ett mindre antal provytor lades även ut i fält där volymen från laserskanningen jämfördes med resultatet från dessa ytor. Utfallet av denna jämförelse blev att laserskanningen underskattade volymen något mot resultatet från de klavade ytorna. Detta beror troligen på att små undertryckta träd skymms vid en flygburen laserskanning, något som även framkommit i tidigare studier.



## 7. KÄLLFÖRTECKNING

### Publikationer

Barth, A. (2008). *Flygburen laser gav bättre data om träden*. Skogforsk. Resultat nr. 15.

COWI. (2010). *Nyindelning av skog baserad på laserdata: upphandlingsdokument/offert från COWI angående skanning av Orsa Besparingsskog, Lima Besparingsskog, Transtrands Besparingsskog & Norra Venjans Besparingsskog*. Kongsberg, Norge: COWI.

Halvarsson, J. (2008). *Identifiering av gallringsbehov med hjälp av flygburen laserskanning*. Arbetsrapport 235. SLU. Umeå.

Holmgren, J. & Jonsson, T. (2004). *Large scale airborne laser scanning of forest resources in Sweden*. Umeå/Söderhamn: Department of Forest Resource Management and Geomatics, Swedish University of Agricultural Sciences./ The Regional Forestry Board of Dalarna-Gävleborg.

Klang, D. (2009). *Flygburen laserskanning*. Lantmäteriet.

Lantmäteriet (2013a). *Handbok i mät- och kartfrågor: laserdata, luftburen insamling*. 2013 års arbetsdokument. Lantmäteriet.

Lantmäteriet (2013b). *Handbok i mät- och kartfrågor: Höjddata*. 2013 års arbetsdokument. Lantmäteriet.

Lantmäteriet (2013c). *Produktbeskrivning: Laserdata*. Lantmäteriet.

Magnusson, M. & Fransson, J. (2006). *Skoglig inventering med framtidens fjärranalystekniker*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Rapport/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogshushållning, 2006:10).

Naesset, E. (2004). *Accuracy of forest inventory using airborne laser scanning: Evaluating the first Nordic full-scale operational project*. Scandinavian Journal of Forest Research, 19(6), 554-557.

Næsset, E. Gobakken, T. Holmgren, J. Hyypä, H. Hyypä, J. Maltamo, M. Nilsson, M. Olsson, H. Persson, Å. & Söderman, U. (2004). *Laser scanning of forest resources: the Nordic experience*. Scandinavian Journal of Forest Research, 19, 482-499.

Nordkvist, K. & Olsson, H. (2013). *Laserskanning och digital fotogrammetri i skogsbruket*. SLU. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport nr. 388.

Wehr, A. & Lohr, U. (1999). *Airborne laser scanning – an introduction and overview*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54, 68-82.

## Internetdokument

Länk A:

Orsa Besparingsskog. (2014). *Historik*. [Online] Tillgänglig:  
<http://www.orsabesparingsskog.se/default.asp?PageID=501> [2014-03-17].

Länk B:

Lantmäteriet m.fl. (2013). *Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik*. [Online] Tillgänglig:  
<http://www.lantmateriet.se/Global/Om%20Lantm%c3%a4teriet/V%c3%a5r%20samverkan%20med%20andra/Handbok%20m%c3%a4t-%20och%20kartfr%c3%a5gor/Utbildning/Kompendium20131028.pdf> [2014-09-17].

Länk C:

Metria. (2013a). *Skogshöjdsraster, länken mellan kartan och verkligheten*. [Online] Tillgänglig: [http://www.metria.se/Global/Produktblad/Infoblad\\_Skogshöjdsraster.pdf](http://www.metria.se/Global/Produktblad/Infoblad_Skogshöjdsraster.pdf) [2014-02-12].

Länk D:

COWI. (2012). *Nyindelning av Bergvik Skog*. [Online] Tillgänglig:  
[http://www.uli.se/images/stories/seminarier/presentationer/2012/skogsgis2012\\_brethvadiversen.pdf](http://www.uli.se/images/stories/seminarier/presentationer/2012/skogsgis2012_brethvadiversen.pdf) [2014-03-18].

Länk E:

Metria. (2013b). *Enforma: Verktyg för skogsanalyser*. [Online] Tillgänglig:  
[http://www.metria.se/Global/Produktblad/Produktblad\\_Enforma\\_Verktyg\\_for\\_skogsanalyser.pdf](http://www.metria.se/Global/Produktblad/Produktblad_Enforma_Verktyg_for_skogsanalyser.pdf) [2014-02-12].