



# Traktegenskaper – nu och i framtiden på Holmen Skog, distrikt Umeå

---

*Characteristics of Timber Harvest and Fertilization Areas – Analyzing  
Present and Future States of Planned Tracts at the District of Umeå,  
Holmen Skog*

Jessica Norberg

**Arbetsrapport 391 2013**  
**Examensarbete 30hp D**  
**Jägmästarprogrammet**

**Handledare:**  
**Hampus Holmström**

---

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
901 83 UMEÅ  
[www.slu.se/srh](http://www.slu.se/srh)  
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204  
ISRN SLU-SRG-AR-391-SE



# Traktegenskaper – nu och i framtiden på Holmen Skog, distrikt Umeå

*Characteristics of Timber Harvest and Fertilization Areas –  
Analyzing Present and Future States of Planned Tracts at the District  
of Umeå, Holmen Skog*

Jessica Norberg

Examensarbete i skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp  
Jägmästarprogrammet  
EX0707

Handledare: Hampus Holmström, Institutionen för skoglig resurshushållning, resursanalys, SLU  
Extern handledare: Daniel Hägglund, Holmen Skog  
Examinator: Tomas Lämås, Institutionen för skoglig resurshushållning, resursanalys, SLU

## Förord

Detta examensarbete, omfattande 30 hp har skrivits vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå vid institutionen för skoglig resurshushållning på uppdrag av Holmen Skog.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare vid institutionen, Hampus Holmström samt min handledare på Holmen Skog, Daniel Hägglund för all hjälp och motivation. Sedan vill jag även tacka personalen vid Holmen Skog på Umeå och Norsjö distrikt som tog sig tid att ställa upp på intervjuer. Sist, men inte minst vill jag tacka några utvalda klasskompisar för alla härliga fikaraster, ni vet vilka ni är!

Jessica Norberg  
Umeå, februari 2013

## ***Sammanfattning***

På 1940-talet infördes trakthyggesbruket i Sverige och skogen började då avverkas områdesvis med stora hyggen som följd. Då var det inga problem att planera stora, homogena områden. Under de senaste åren har dock andelen skog över lägsta slutavverkningsålder sjunkit stadigt på Holmen Skog. En lägre andel äldre skog ger en mindre urvalsmängd vid avverkningsåtgärder, vilket medför att det blir svårare att skapa bra trakter. Även vid planering av gödsling har urvalsmängden på senare år minskat, och man tvingas idag planera gödsling även på många små fristående trakter för att nå upp till en eftersträvd årsmängd.

Syftet med detta examensarbete var att beskriva dagens och framtidens slutavverkningar och gödslingar med avseende på dessas traktegenskaper, samt undersöka vad framtidens trakter kommer att innebära gällande drivning, gödsling och planering. Studien avgränsades till distrikt Umeå, Holmen Skog.

Med Heureka's PlanVis och GIS som verktyg skapades åtgärdstrakter för slutavverkning och slutgödsling för en tidsperiod på 50 år.

Slutavverkningstrakternas egenskaper kommer att förändras i framtiden. Bland annat kommer trakternas medelstorlek och medelvolymer att öka. Större volymer kommer i framtiden att komma från mindre trakter med sämre bärighet.

Gödsling kan ske med helikopter eller traktor. Gödslingstrakternas medelstorlek för båda metoderna kommer att öka de kommande 50 åren. Egenskaperna för helikoptergödslingstrakter kommer att variera mer mellan olika tidsperioder än egenskaperna för traktorgödslingstrakter.

Holmen Skog har en utmaning i att hantera de förändrade traktegenskaperna framför sig. Det är viktigt att de väljer ett arbetssätt som på sikt utjämnar skillnaden i traktegenskaper mellan olika tidsperioder, och teknik för drivning anpassad efter förutsättningarna.

**Nyckelord:** Heureka, PlanVis, slutavverkningstrakt, gödslingstrakt, taktisk planering.

## *Summary*

In the 1940's timber harvesting using clear-cutting techniques was introduced to the Swedish forestry and resulted in relatively large clearings in forested areas. During this period in time there were no problems to plan for large homogenous areas. In recent years, however, the proportion of forest above the lowest allowed final felling age at Holmen Skog has steadily been reduced. A lower proportion of older forest means that a smaller proportion of suitable areas are available for planning, which in turn leads to more difficulties when it comes to planning good tracts. The same problem occurs when planning fertilization. To be able to reach the correct annual volume outcome through the current situation, the planning process is forced to consider many small disconnected areas.

The purpose of this study was to describe the current and future final felling's and fertilizations in regard to the properties of available tracts, and examine the effects of their future properties. The study was limited to the district of Umeå, Holmen Skog. Heureka and GIS was used to create tracts for final felling and final fertilization for a period of 50 years.

The properties of tracts for final felling will change in the future. Among other changes the average size and average volume will increase. Future clear-cuts will have a larger volume outcome from smaller areas with poorer bearing capacity.

Fertilization can be carried out by helicopter or by tractor. The average size of tracts for fertilization with both methods will increase over the next fifty years. The properties of tracts suitable for fertilizing with helicopter will increase more in variation between different time periods than the properties of tracts suitable for fertilizing with tractor.

The challenge for Holmen Skog will be to manage the changing properties of tracts in the future. It is important that they choose an approach that, as much as possible, evens out the difference in properties of tracts between different time periods.

## Innehållsförteckning

|   |    |
|---|----|
| Inledning.....  | 7  |
| Holmen Skog.....  | 7  |
| Holmen Skogs avverkningsberäkning.....  | 7  |
| Kort om slutavverkning.....   | 7  |
| Slutavverkning på Holmen Skog.....  | 8  |
| Kort om gödsling.....   | 8  |
| Gödsling från traktor.....  | 9  |
| Gödsling från helikopter.....   | 10 |
| Gödsling på Holmen Skog.....  | 10 |
| Trakter.....  | 11 |
| Bestånd och beståndsregister.....   | 11 |
| Bestånds ”flikighet” och Shape-index.....   | 12 |
| Heureka och PlanVis.....  | 12 |
| Problemställning.....   | 13 |
| Syfte och mål.....  | 14 |
| Avgränsningar.....  | 14 |
| Material och metod.....   | 15 |
| Studieområdet.....  | 15 |
| Ingående data.....  | 16 |
| Intervjuer.....   | 16 |
| Tillvägagångssätt i Heureka.....  | 16 |
| Tillvägagångssätt i GIS.....  | 18 |
| Arbetsgång vid skapande av slutavverkningstrakter.....                            | 18 |
| Arbetsgång vid skapandet av gödslingstrakter.....                                 | 18 |
| Shape-indexvariant.....   | 20 |
| Resultat.....   | 22 |
| Intervjuer.....   | 22 |
| Hur såg en trakt ut förr?.....  | 22 |
| Är förändrade traktegenskaper ett problem och iså fall varför?.....               | 22 |
| Vad innebär förändrade traktegenskaper för personalen på Holmen Skog?.....        | 23 |
| Var det bättre förr, och iså fall varför var det bättre?.....                     | 23 |
| Vilka parametrar är de mest ”problematiska” gällande förändrade traktegenskaper.. | 23 |
| Slutavverkningstrakter.....   | 23 |
| Möjlig slutavverkningsvolym.....  | 23 |
| Antal bestånd och trakter.....  | 24 |

|  |    |
|--|----|
| Antal trakter fördelade på bärighetsklass .....              | 25 |
| Avverkningsvolym fördelat på bärighetsklass .....            | 25 |
| Volymvägd medelålder.....                                    | 26 |
| Traktens medelstorlek.....                                   | 27 |
| Medelstorlek fördelat på bärighet.....                       | 29 |
| Volymsuttag per trakt .....                                  | 30 |
| Volymsuttag per hektar .....                                 | 30 |
| Procentuell trädslagsfördelning .....                        | 31 |
| Shape-indexvariant .....                                     | 32 |
| Gödslingstrakter .....                                       | 33 |
| Potentiella gödslingsarealer.....                            | 33 |
| Traktens medelstorlek.....                                   | 34 |
| Antal ingående bestånd.....                                  | 35 |
| Shape-indexvariant .....                                     | 35 |
| Trakters medelavstånd från väg.....                          | 36 |
| Diskussion .....   | 37 |
| Slutavverkning.....  | 38 |
| Möjlig slutavverkningsvolym.....                             | 38 |
| Antal bestånd och trakter.....                               | 38 |
| Antal trakter fördelade på bärighetsklass .....              | 38 |
| Avverkningsvolym fördelat på bärighetsklass .....            | 38 |
| Volymvägd medelålder.....                                    | 39 |
| Traktens medelstorlek.....                                   | 39 |
| Medelstorlek fördelat på bärighet.....                       | 39 |
| Volymsuttag per trakt .....                                  | 40 |
| Volymsuttag per hektar .....                                 | 40 |
| Procentuell trädslagsfördelning .....                        | 40 |
| Shape-indexvariant .....                                     | 40 |
| Gödsling .....   | 41 |
| Potentiella gödslingsarealer.....                            | 42 |
| Traktens medelstorlek.....                                   | 42 |
| Antal ingående bestånd.....                                  | 43 |
| Shape-indexvariant .....                                     | 43 |
| Trakters medelavstånd från väg.....                          | 43 |
| Tillämpning av resultat samt behov av vidare forskning ..... | 44 |
| Slutsatser.....  | 44 |



|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Referenser.....                  | 46 |
| Litteratur .....                 | 46 |
| Icke publicerat material .....   | 46 |
| Internet.....                    | 47 |
| Bilaga 1. Intervjuformulär ..... | 48 |

## **Inledning**

### ***Holmen Skog***

Holmen är en koncern inom skogsindustrin som består av fem olika affärsområden. Tre av dessa affärsområden är produktinriktade, och dessa är Holmen Paper, Iggesund Paperboard och Holmen Timber. De andra två affärsområdena är råvaruinriktade och utgörs av Holmen Skog och Holmen Energi (Holmen, 2012a). Detta examensarbete gjordes på uppdrag av Holmen Skog.

Holmenkoncernens markinnehav består av 1.3 miljoner ha, och av dessa nyttjas ungefär 1 miljon ha för skogsbruk, vilket gör koncernen till en av Sveriges största skogsägare. Det stora skogsinnehavet anses vara en strategiskt viktig resurs för koncernens framtida utveckling. Holmen Skog är ansvarig för skötseln och utvecklingen av koncernens mark- och skogsinnehav. År 2011 uppgick avverkningen i den egna skogen till knappt 3 miljoner kubikmeter virke (Holmen, 2012b). Förutom detta anskaffas via virkesköp från privata skogsägare eller andra svenska skogsföretag årligen drygt 11 miljoner kubikmeter virke, vilket gör Holmen Skog till en av Sveriges största virkesköpare (Holmen, 2012a). Holmen Skog är organiserat i tre regioner, vilka är region Örnköldsvik, region Iggesund och region Norrköping. Regionerna består sedan av ett antal distrikt, totalt 18 stycken runt om i Sverige (Holmen, 2012c).

### ***Holmen Skogs avverkningsberäkning***

Holmen Skogs nuvarande avverkningsberäkning (AVB) baseras på en beräkning där planeringshorisonten är 100 år. Detta för att säkerställa att skogsbruket bedrivs på ett uthålligt sätt. Med ungefär tio års mellanrum görs nya avverkningsberäkningar som då baseras på nya skogliga uppgifter, normalt från stickprovsvisa fältinventeringar, och nya förutsättningar för det pågående och det framtida skogsbruket. Optimala avverkningsförslag ges i den strategiska planeringen i femårsperioder, och om man gjort en heltäckande analys kommer varje bestånd att erhålla ett optimalt avverkningsförslag i varje period – där även ”Ingen avverkning” utgör ett förslag. Detta innebär dock inte att bestånden måste avverkas under denna period. Omplanering mellan två femårsperioder tillåts om det finns tydliga vinster med att avverka beståndet i en annan tidsperiod. Ett exempel på detta kan vara att samordna bestånd som ligger nära varandra geografiskt, efter samma väg och så vidare (Eriksson, J pers. komm.). Avverkning innebär både slutavverkning och gallring. Resultatet från avverkningsberäkningen påverkar även gödslingsarealen.

### ***Kort om slutavverkning***

Sedan 1950-talet har trakthyggesbruk varit det dominerande skogsskötselsystemet som ger enskiktad skog. Trakthyggesbruket går ut på att skogen sköts i cykler till följd av skogens olika faser. Den naturliga slutfasen är avverkning av den gamla skogen, ofta kallad slutavverkning. I skogsvårdslagen används ordet ”föryngringsavverkning” till följd av att föryngringen vanligtvis sker i samband med slutavverkningen (Albrektson et.al, 2012). Vid en slutavverkning erhålls gagnvirke, och det är i denna fas som skogsägaren oftast erhåller de stora inkomsterna. Om skogsskötseln utförts i enlighet med allmänna rekommendationer för röjning och gallring är chansen för att detta lyckas stor. Röjning är en beståndvårdande skogsskötselåtgärd som sker i ungskogsfasen. Syftet är bland annat att minska antalet stammar och på så vis ge kvarstående stammar en bättre diametertillväxt

(Skogforsk, 2012a). Även gallring är en beståndvårdande skogsskötselåtgärd, men denna utförs i en senare fas, gallringsfasen. Syftet är detsamma som vid röjning, men vid gallring tas virket tillvara, vilket inte sker vid röjning. Detta medför vanligtvis en intäkt. I storskogsbruket är både gallring och slutavverkning helmekaniserad, med maskinlag bestående av skördare och skotare. I samband med all form av avverkning bör naturhänsyn tas, och vissa områden ska helt undantas från skogsbruk. Sådana områden kan exempelvis vara skyddszoner mot vattendrag, skogliga impediment, kulturpåverkade områden och områden med fornlämningar (Albrektson et.al, 2012). I Sverige regleras slutavverkning av Skogsvårdslagen (SFS 1979:429). Slutavverkning får exempelvis inte utföras förrän skogen uppnått en viss ålder (LSÅ) som för barrdominerade bestånd varierar mellan 45 och 100 år beroende på produktionsförmågan. På bruksenheter med en areal större än 50 ha gäller särskilda regler för att säkerställa ett uthålligt skogsbruk.

### **Slutavverkning på Holmen Skog**

All slutavverkning som utförs på Holmens skogsinnehav utförs utifrån vad som förordas i Holmens Riktlinjer för uthålligt skogsbruk som sammanfattar Holmen Skogs syn på hur ett effektivt och uthålligt skogsbruk ska bedrivas. Miljömålet ska jämföras med produktionsmålet (Holmen, 2011).

### ***Kort om gödsling***

I dagens skogbruk finns en relativt överlägsen metod för att på kort sikt höja skogsproduktionen, och den metoden är skogsgödsling. Trädens tillväxt begränsas av tillväxtsångens längd och tillgänglig växtnäring, där kvävet vanligtvis är bristämnet. Genom att tillföra kväve kan således trädens tillväxt och skogens produktion ökas (Ståhl, 2009).

I Sverige var kvävegödsling i storskogsbruket en mycket betydande skogsskötselåtgärd ekonomiskt sett från mitten av 1960-talet fram till 1990. År 1975 nådde gödslingen sin topp då nästan 200 000 ha gödslades årligen. Därefter har gödslingsarealen sjunkit för att år 2005 endast uppgå till 35 000 ha. Denna sänkning av gödslad areal var en följd av en ökad kunskap om gödslingens effekter samt en ökad medvetenhet om miljön. Omfattande forskning har bedrivits sedan dess, och slutsatsen har blivit att gödsling kan öka skogstillväxten utan medföljande miljöförstöring om den bedrivs på rätt sätt (Ståhl, 2009). Sedan 2005 har arealen gödslad mark återigen stigit, för att år 2011 befinna sig på runt 53 000 ha. Enbart i Västerbottens län var gödslingsarealen 9 900 ha samma år (Skogsstyrelsen, 2011).

Effekten efter en gödsling håller i sig i 7-11 år, beroende på trädslag. Under denna tidsperiod kommer merproduktionen att bli cirka 10-20 m<sup>3</sup>sk/ha vid en giva med cirka 150 kg kväve per hektar. Den ekonomiska avkastningen kan uppgå till 10-15 procent, vilket innebär att det är väsentligt mycket billigare att gödsla fram 1 m<sup>3</sup>sk än att köpa 1 m<sup>3</sup>sk. Hur mycket billigare beror på kostnaden för gödselmedel, spridning och gällande virkespriser. Gallring, slutavverkning eller en eventuell omgödsling kan bli aktuell först 10 år efter utförd gödsling då det är först efter denna tidsperiod som gödslingseffekten klingat av (Ståhl, 2009). Att gödsla all skog lönar sig dock inte. Vissa skogsområden innehåller redan tillräckligt med kväve, och i vissa bestånd skulle effekten av en utförd gödsling bli så liten att åtgärden skulle vara olönsam. Skogforsk (2012b) har därför upprättat sju baskrav för gödsling där samtliga bör vara uppfyllda för att ett bestånd skall anses värt att gödsla. Baskraven för gödsling är följande:

- Mineraljord på fastmark
- Ståndortsindex ska vara mellan T16-T30 respektive G16-G30
- Barrträd ska utgöra minst 80 procent av grundytan
- Huggningsklassen ska minst vara förstagallringsskog
- Ingen avverkning ska ske i beståndet inom 10 år
- Skogen ska vara frisk och väl sluten.

Skogsstyrelsen (2012b) har lämnat allmänna råd för hur en korrekt utförd skogsgödsling ska gå till. Där finns bland annat information om områden där gödslingsmedlet ej bör spridas och att det till dessa områden även skall lämnas en gödslingsfri zon vars längd varierar efter typen av angränsande hänsynsområde (tabell 1).

**Tabell 1. Områden där gödslingsmedel ej bör spridas samt bredd på den gödslingsfria zonen**

*Table 1. Areas where no fertilizer should be spread and width of the fertilizer-free zone*

| Område  | Gödslingsfria zonen<br>bredd, m |
|---|---------------------------------|
| Sjö och vattendrag som är vattenförande året om   | 25                              |
| Våtmarker med mycket höga natur- och kulturvärden | 25                              |
| Formellt skyddad mark                             | 25                              |
| Nyckelbiotop                                      | 25                              |
| Tomtmark  | 25                              |
| Annans mark och väg                               | 10                              |

Spridning av skogsgödsel bör inte ske då marken är tjälad eller snötäckt, under snösmältning eller då väder-, mark- och vattenförhållanden är sådana att risken för att tillförd gödselgiva kan hamna på olämplig plats bedöms vara stor (Skogsstyrelsen, 2012b). Skogsgödsling sker lämpligtvis under den perioden då växterna tar upp mycket näring, vilket är under perioden maj till augusti (Skogforsk, 2012c). I Sverige idag sker skogsgödsling vanligtvis med två olika metoder, spridning från traktor eller helikopter (Ståhl, 2009).

Priset för gödsling varierar med metodval, avstånd från väg, hur stort område som ska gödslas och så vidare. Det är dock inte spridningen som är den stora kostnaden, utan gödselmedlet som utgör ca 70 procent av gödslingskostnaden. Kostnaden för spridning är ca 20 procent av totalkostnaden, medan resterande utgörs av kostnad för planering, transport och så vidare (Hellström, 1988).

### **Gödsling från traktor**

I gallrade bestånd och i småskogsbruket är gödsling med traktor den vanligaste metoden vid skogsgödsling. Traktorgödsling kan vara fördelaktigt om bestånden är relativt små och oregelbundna. Traktorgödsling möjliggör även en ståndortsanpassad gödsling där gödselgivan anpassas efter ståndort och givan varierar inom beståndet (Ståhl, 2009). Risken att gödselmedel sprids för nära vattendrag är liten (Skogforsk, 2012c). Från traktorhytten har föraren en överblick över området inom spridarens räckvidd. Föraren kan således stänga av spridaren vid partier olämpliga för gödsling, eller öka givan där det är lämpligt. På så vis kan mängden spridd gödsel anpassas till beståndets varierande

ståndortsförutsättningar (Hellström, 1988). En studie utförd av Drugge m.fl (1991) visar dock att någon egentlig extra giva aldrig gavs vid utförd ståndortsanpassad gödsling med traktor. Istället hamnade mer gödsel på normalytorna. Vad studien dock kunde visa var att miljövårdsanpassningen utfördes på ett korrekt sätt. Traktorgödsling kan utan problem utföras i bestånd med mycket oregelbunden form då vägar och kantzoner kan undvikas (Hellström, 1988). Nackdelen med traktorgödsling är att ett befintlig stickvägsnät måste finnas i beståndet, och att dessa då är dragna så att det går att vända med traktorn inne i beståndet (Rönblom, D pers. komm.). Beroende på stickvägsavstånd finns risken både för dubbel eller utebliven giva inom vissa partier. Användandet av stickvägar innebär också att körskador riskeras samt att metoden inte är användbar i skogsområden där terrängförhållandena är svåra (Hellström, 1988). Det är även mer tidskrävande att planera en trakt som ska gödslas med traktor än en trakt som ska gödslas med helikopter. Även utförandet tar längre tid (Rönblom, D pers. komm.). Den avgörande faktorn vid val av metod bör ändå vara traktens avstånd till väg. Vid traktorgödsling bör avståndet till väg, vilken används som lastplats av gödsel, inte vara mer än några 100 m (Hägglund, D pers. komm.). Om avståndet från en gödslingstrakt till närmaste väg är längre än 400 m tar vissa företag som erbjuder traktorgödsling en tilläggsavgift. En trakt aktuell för traktorgödsling bör vara minst 2 ha stor, då en säck med gödslingsmedel innehåller 1 000 kg, vilket är ungefär vad som går åt vid gödsling av 2 ha (Erikers, K pers. komm.).

### **Gödsling från helikopter**

Då gödslingsarealerna är stora och samlade är vanligtvis helikoptergödsling den mest kostnadseffektiva metoden vid skogsgödsling. Stora arealer kan gödslas under samma dag då effektiviteten är mycket hög (Hellström, 1988). Då det är svårare att utföra en ståndortsanpassad gödsling än vid traktorgödsling bör bestånden vara så enhetliga som möjligt. En konstant gödselgiva kan då ges, vilket underlättar spridningen (Ståhl, 2009). Traktens form och storlek är avgörande vid helikoptergödsling (Hägglund, D pers. komm.). Närhet till eller insprängning av områden som ej bör gödslas, såsom vattendrag, vägar och impediment försvårar gödslingen (Ståhl, 2009). "Utlöpare"/utstickande "flikar" hos ett gödslingsobjekt med en mindre bredd än 25 m försvårar gödslingen. Det är möjligt att gödsla flikar med en mindre bredd med helikopter, men det är mycket tidskrävande och därmed dyrt med befintlig teknik (Sterner, O pers. komm.). Vid helikoptergödsling är avstånd till väg mindre kritiskt än vid traktorgödsling. En helikopter kan flyga flera km från lastplats av gödsel till gödslingstrakt. Kostnaden per ton ökar dock om avståndet blir mer än 1.5 km (Hägglund, D pers. komm.).

### **Gödsling på Holmen Skog**

All gödsling som utförs på Holmens skogsinnehav utförs utifrån vad som förordas i Skogsstyrelsens allmänna råd. Skogsstyrelsen har delat upp landet i fyra olika områden ur skogsgödslingssynpunkt. Det område som berör distrikt Umeå är område Västernorrlands, Västerbottens och Jämtlands län, vilket innebär att skogsgödsling får ske med maximalt tre normalgivor a 150 kg/ha under en skogsgeneration (d.v.s. 450 kg kväve per hektar). (Holmen, 2011). All skogsgödsling inom distrikt Umeå kräver samråd, vilket sker direkt med Skogsstyrelsen, rennäringsen samt indirekt med Länsstyrelsen och kommunen. All spridning av gödselmedel utförs idag med helikopter (Rönblom, D pers. komm.). En gödslingstrakt som ska gödslas med helikopter ska helst inte understiga två hektar (Hägglund, D pers. komm.). Holmen Skog använder sig av en gödslingsmetodik som förväntas ge den högsta förräntningen (Thelberg, 2011).

## **Trakter**

En trakt består av en eller fler avdelningar, så kallade bestånd, som aggregerats. Holmen Skogs egen definition på trakt är följande; ”Tillfällig geografiskt avgränsad och sammanhängande behandlingsenhet för avverkning med i förekommande fall efterföljande återbeskogning eller enbart återbeskogning eller annan skogsskötselåtgärd där varje åtgärd var för sig kan utföras av ett arbetslag vid ett tillfälle” (Holmen, 2012d). I samma dokument finns ett stycke om hur trakten skall avgränsas och där kan man läsa att denna avgränsning skall ske efter bland annat ”bärighet och övriga svårigheter förknippade med drivning och därtill hörande åtgärder” (Holmen, 2012d). Detta gäller främst vid trakter aktuella för slutavverkning eller gallring. Avdelningar som slås samman till en trakt vid en skogsskötselåtgärd behöver således inte innebära att de kommer att bilda en trakt även vid nästa skogsskötselåtgärd. Aggregeringen kan vara temporär för en viss skogsskötselåtgärd eller i en viss tidsperiod.

En skogsskötselåtgärd medför alltid en del fasta kostnader, exempelvis vägöppningskostnad och kostnad för maskinflytt. Genom att aggregera flera mindre bestånd till en större trakt blir området som ska åtgärdas större, och därmed kommer de fasta kostnaderna att bli lägre per arealenhet. En sådan aggregering kan även underlätta och effektivisera den operativa planeringen samt operationaliseringen, genomförandet av skogsskötselåtgärderna.

Vid anmälan om föryngringsavverkning ställd till Skogsstyrelsen är det maximala avståndet som får förekomma mellan två delområden för att de ska få tillhöra samma trakt 100 m. Enligt gällande lagstiftning måste en avverkningsanmälan ha gjorts (och inom vissa områden godkänts) innan föryngringsavverkning påbörjas (Skogsstyrelsen, 2012a). Det innebär att detta avstånd i viss mån styr storleken på Holmen Skogs avverkningstrakter.

## **Bestånd och beståndsregister**

Holmen Skog har i sina beståndsregister information om alla bestånd där varje bestånd har ett unikt beståndsnummer. I beståndsregistret finns bland annat uppgifter om ståndort, trädskikt, skötselhistorik, sköselförslag och så vidare. I beståndsregistret har alla bestånd som indelats i fält, vilket är alla bestånd över 30 år, tilldelats ett värde på dess ”Grundförhållande”. Detta värde varierar mellan 1-5 där 1 är det bättre värdet och 5 är det sämre. Dessa kan sedan översättas rakt av till ”Åtkomst terräng” (Hägglund, D pers. komm.) som förklarar under vilken tid på året marken är farbar av skogsmaskiner (tabell 2).

**Tabell 2. ”Grundförhållanden” indelat i fem olika klasser, samt en förklaring av vad de olika klasserna innebär och när under året en eventuell drivning är lämplig för respektive klass**

*Table 2. Ground conditions in five different classes, explaining when (during the year) it is possible to harvest*

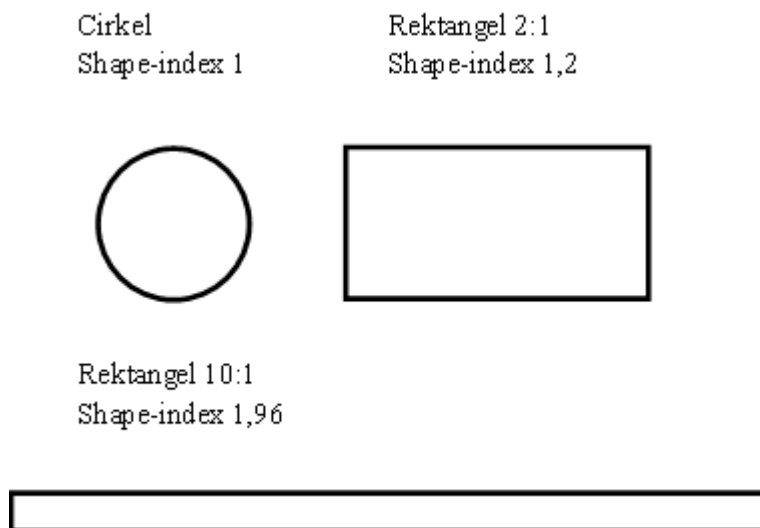
| Grundförhållanden | Åtkomst terräng     |
|-------------------|---------------------|
| 1 Mycket goda     | 1 Året runt         |
| 2 Goda            | 2 Ej tjällossning   |
| 3 Medelgoda       | 3 Sommar            |
| 4 Dåliga          | 4 Längre torrperiod |
| 5 Mycket dåliga   | 5 Frusen mark       |

### **Bestånds ”flikighet” och Shape-index**

Skogsbestånd och åtgärdstrakter har sällan en regelbunden yttre form till följd av att naturen vanligtvis inte är homogen. Det kan finnas olika insprängda områden såsom berg, vatten, myrar och så vidare. Därtill tillkommer fastighetsgränser, vägar mm. Då en mycket oregelbunden form kan försvåra drivning och utförandet av skogsskötselåtgärder kan det vara intressant att ta fram ett mått på objektets form. Ett sådant mått är Shape-index som mäter hur mycket en form avviker från formen av en perfekt cirkel, och räknas ut enligt formel 1.

$$\text{Shape-index} = \frac{\text{omkrets}}{2\sqrt{\text{area}(\pi)}} \quad (1)$$

Värdet på Shape-index kan variera från 1 (som är värdet för en perfekt cirkel) och uppåt. En högre oregelbundenhet i objektets form ger ett högre värde på Shape-index (figur 1) (Baskent et.al 1995).



**Figur 1.** Exempel på olika former och dess värde på Shape-index. En perfekt cirkel med Shape-index 1, en rektangel där förhållandet mellan längd och bredd är 2:1, vilket innebär ett Shape-indexvärde på 1.2 samt en rektangel där förhållandet mellan längd och bredd är 10:1, och värdet på Shape-index blir då 1.96.

*Figure 1. Examples of different shapes and its value of Shape-Index. A perfect circle with the Shape-Index value 1, a rectangle in which the ratio of length to width is 2:1, and the value of Shape-Index is 1.2 and a rectangle in which the ratio between length and width is 10:1, and the value of Shape-Index becomes 1.96.*

### **Heureka och PlanVis**

Heureka var namnet på ett forskningsprogram som syftade till att utveckla ett skogligt beslutsstödssystem som även det fick namnet Heureka. Heureka består av flera olika datorprogram för analys och planering av ett mångbruk och flermålsinriktat skogsbruk. Heureka-systemet kan användas för att prognostisera skogens utveckling på kort och lång sikt och skatta utfallet av en mängd olika ekosystemtjänster; virkesproduktion, naturvård, ekonomi, rekreation och kolinlagring. För detta finns idag tre programvaror; RegVis för regionala scenarieanalyser, PlanVis för lång- till medellångsiktig strategisk och taktisk planering samt BeståndsVis för beståndsvisa analyser, vilket innebär att programvarorna kan tillämpas på såväl ett enskilt bestånd som på en hel region. Hugin och

Indelningspaketet som är föregångare till RegVis och PlanVis har under nära 30 års tid använts till en avsevärd mängd analyser och beräkningar. Heureka-systemet vidareutvecklas ständigt, och förvaltning och utveckling sker för närvarande vid programmet för skogliga hållbarhetsanalyser, institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, som inrättades i januari 2011 (SHa, 2012).

PlanVis används i huvudsak för den långsiktiga planeringen. För stora och medelstora skogsinnehav där målet är att bedriva ett mångbruksinriktat skogsbruk kan PlanVis därmed vara ett kraftfullt verktyg vid planering. PlanVis har även en funktion som kan användas för planering av skogsbruket på en kortare sikt, med vilket menas 10-20 år. PlanVis består av flera olika huvudkomponenter, bland annat en skogsskötselsimulator som genererar olika alternativa skötselprogram, vilket normalt görs för varje bestånd inom analysområdet. Nästa huvudkomponent utgörs av ett optimeringsverktyg, vilket kan användas för att finna det bästa handlingsalternativet utifrån en av användaren uppsatt målformulering. De två sista huvudkomponenterna utgörs av ett kartverktyg som kan visa skogens utveckling givet olika planer eller scenarier samt ett verktyg för att skapa rapporter i form av tabeller eller diagram. PlanVis kan alltså ses som en problemlösare som besvarar vad som skall göras, när det skall göras och i vilket bestånd (PlanVis, 2012).

## **Problemställning**

På 1940-talet infördes trakthyggesbruket och skogen började då avverkas områdesvis med stora hyggen som följd. Till en början skedde detta med motorsåg, men i takt med mekaniseringen infördes maskinsystem. Dessa maskinsystem var dyra att transportera och därför var det nödvändigt att arbetet utfördes på stora områden. Följden av detta blev stora, ofta helt kala hyggen. Dessa hyggen återbeskogades sedan, och skogen som växer på dessa stora samlade områden idag kallas ofta 50-talskulturer (Holmen, 2011).

Andelen skog över LSÅ har det senaste åren sjunkit stadigt på Holmen Skog. Tidigare har det inte varit något problem för ansvarig personal att välja bestånd och skapa trakter inför slutavverkning, men en lägre andel äldre skog ger en mindre urvalsmängd vid åtgärder, vilket medför att det blir svårare att skapa bra trakter (Renström, 2008). Åtgärdsytorna tenderar samtligt att bli mindre och mer fragmenterade, vilket innebär att åtgärdena blir dyrare per ha (Thelberg, 2011). Enligt Holmen Skogs AVB för 2011 kommer ned emot tio procent av Holmens skogar att bestå av skog över LSÅ inom 15-20 års tid på vissa distrikt. Därefter kommer trenden att vända till följd av att stora områden som avverkades i trakthyggesbrukets tidiga skede återigen blir aktuella för slutavverkning, och andelen skog över LSÅ kommer därefter att öka (Hägglund, D pers. komm.).

Efter några års uppehåll återupptog Holmen Skog sin gödsling år 2004, och började då återigen gödsla delar av sitt innehav. Då var det inga problem för personalen att planera stora, homogena trakter. Nu har dock urvalsmängden minskat och man tvingas planera gödsling även på många små fristående trakter för att nå upp till rätt årsmängd (Thelberg, 2011). (Hägglund, D pers. komm.). I samband med en vikande tillgång på slutavverkningstrakter kan gödsling dessutom innebära problem då ett nygödslat bestånd undantas för slutavverkning i tio år efter gödsling, vilket i den operativa planeringen innebär ännu en begränsning av handlingsutrymmet (Edler, 2011).



De flesta studier som gjorts tidigare för att beskriva skogens framtida egenskaper har baserats på beståndsnivå. Denna studie gjordes i stället med fokus direkt på åtgärdstrakter, framtagna för att efterlikna åtgärdstrakter som skapas vid den operativa planeringen.

## **Syfte och mål**

Syftet med detta examensarbete var att beskriva dagens och framtidens slutavverkningar och gödslingar med avseende på åtgärdernas traktegenskaper. Genom att undersöka detta för flera tidsperioder kunde en jämförelse göras för att se om och hur traktegenskaperna förändrades över tiden.

Examensarbetet skulle även undersöka vad framtidens traktegenskaper kommer att innebära gällande drivning, gödsling och planering samt på vilket sätt förändringar i traktegenskaper kan bli problematiskt.

Målet är således att ge Holmen Skog ett bättre beslutsunderlag för att effektivisera sin planering av slutavverkning och gödsling.

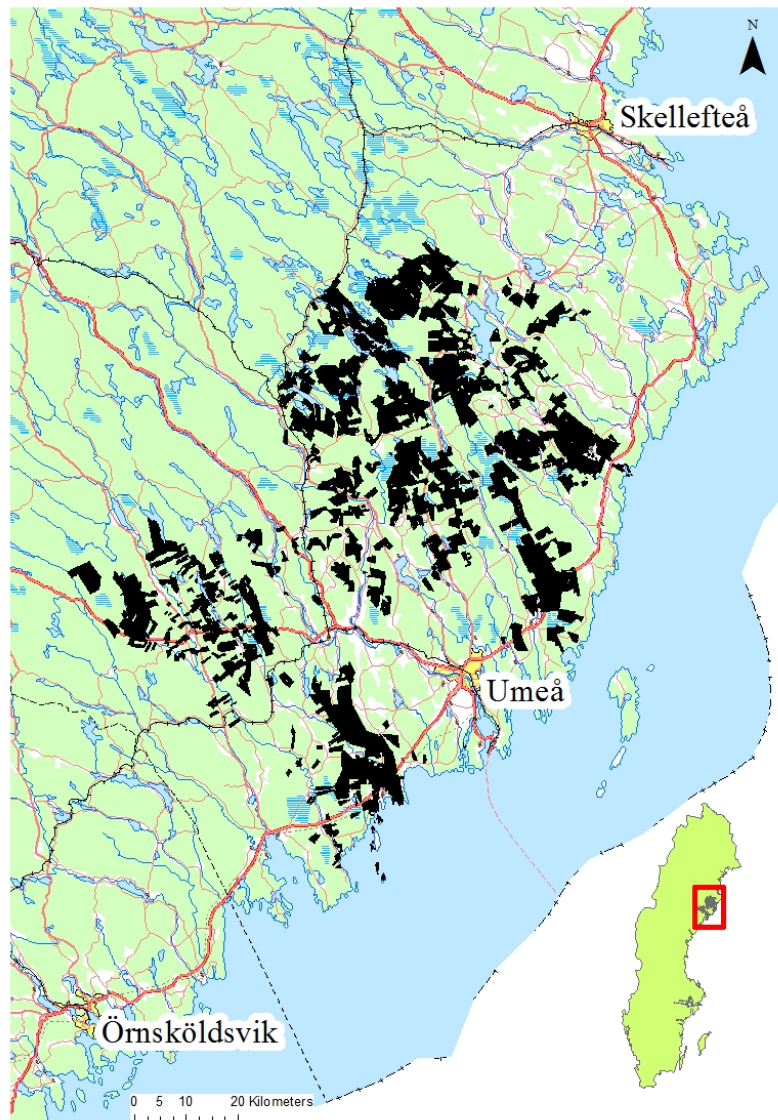
## ***Avgränsningar***

Analyserna begränsades till Holmen Skogs region Örnsköldsvik, distrikt Umeå. Trakterna som skapades var endast trakter aktuella för slutavverkning och slutgödsling. Detta gjordes för en tidsperiod på 50 år och därefter analyserades de simulerade trakternas traktegenskaper. Att fokus enbart låg på trakter aktuella för slutavverkning och slutgödsling berodde på att nästan uteslutande alla gallringstrakter faller in i kategorin slutavverkning under sin omloppstid. Detsamma gäller omdrevsgödslingstrakter och slutgödslingstrakter.

## Material och metod

### *Studieområdet*

Studieområdet var Holmen markinnehav inom distrikt Umeå (figur 2). 120 000 ha av Holmenkoncernens skogsmark finns inom detta distrikt, och cirka 95 400 ha av denna areal utgörs av produktiv skogsmark. Den egna skogen inom distriktet producerar årligen ca 500 000 m<sup>3</sup> timmer och massaved. Av detta kommer ca 350 000 m<sup>3</sup> från slutavverkning. Den årliga gödslingsarealen på distrikt Umeå är ca 1 100 ha.

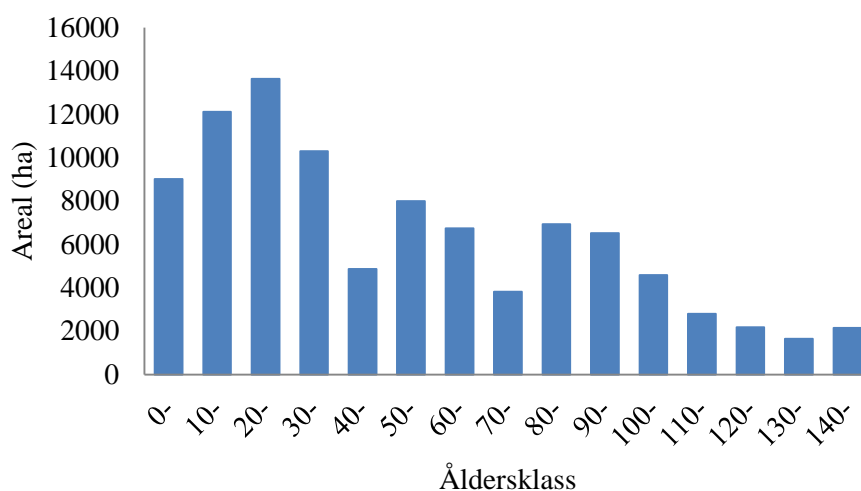


**Figur 2.** Karta över Holmenkoncerners markinnehav inom distrikt Umeå där markinnehavet utgörs av mörklagda områden.

*Figure 2.* Map over the holdings of Holmen within the district of Umeå. The land holdings are darkened areas.

Den produktiva skogsmarken inom distrikt Umeå finns fördelad på strax över 16 500 bestånd. Medelvolymen på den produktiva skogsmarken i ingående tillstånd är 120

m<sup>3</sup>sk/ha och medelåldern ligger på 54 år. Den största arealen produktiv skog fanns inom ålderklasserna 0-40 år i det ingående tillståndet (figur 3).



**Figur 3.** Åldersklassfördelning i ingående tillstånd för den produktiva skogsmarken på Holmenkoncernens markinnehav inom distrikt Umeå.

*Figure 3. Age distribution of the initial state of the productive forests for the landholdings of Holmen in Umeå district.*

### ***Ingående data***

Studien baserades på Holmen Skogs beståndsregister, samt befintlig AVB.

### ***Intervjuer***

Som ett första steg i denna studie genomfördes intervjuer med personal på Holmen Skog, distrikt Umeå och distrikt Norsjö. De personer som intervjuades var en skogsskötselchef, fyra stycken produktionsledare och en planerare.

Intervjuerna var kvalitativa då det ansågs vara den lämpligaste metodiken då ett fåtal personer intervjuas, och där det främsta syftet var att få en bättre förståelse för de skogliga planeringsproblem som avsågs studeras. Frågorna var till största del standardiserade, det vill säga att frågorna och situationen var densamma för alla intervjuade (Trost, 2005). Intervjufrågorna redovisas i Bilaga 1. Intervjuerna genomfördes personligen och spelades in med bandspelare. Därefter avlyssnades samtliga intervjuer och renskrevs.

Resultaten från intervjuerna fick sedan ligga till grund för dataanalyserna. Utifrån de intervjuades svar valdes vilka parametrar fokus skulle ligga på vid analyserna, samt vilka egenskaper som skulle styra traktskapandet.

### ***Tillvägagångssätt i Heureka***

Steg två i genomförandet av detta arbete var simuleringar i Heurekas PlanVis. Versionen av PlanVis som användes var 1.9.3.0.

### **Arbetsgång vid optimering**

- Distrikt Umeås beståndsregister innehållande samtliga bestånd som utgjordes av produktiv skogsmark samt skogskarta importerades

- För att möjliggöra en heltäckande analys gjordes dataanalysen i Heureka mot en central stordator på SLU med hög prestanda
- För samtliga bestånd gjordes en simulering av strategiska skötselprogram. Detta gjordes för tretton perioder, då varje tidsperiod utgjordes av fem år. Tretton tidsperioder motsvarade därmed 60 år framåt i tiden. För skapandet av slutavverkningstrakter behövdes enbart elva perioder, motsvarande 50 år, men de sista två perioderna var nödvändiga inför skapandet av gödslingsstrakter (tabell 3)
- Då tanken med denna analys var att utifrån dagens skötselmetod och avverkningsvolymerna ge en bild av hur framtida traktegenskaper kommer att se ut användes samma optimeringsmodell som Holmen Skog tidigare använt vid framtagandet av sin AVB
- Målfunktionen sattes till en maximering av nuvärdet då Holmenkoncernens affärsidé är att organisationen ska drivas så att verksamheten är lönsam och hållbar (Holmen, 2012b)
- Den avverkade volymen tilläts inte överstiga 20 procent av avverkningsmålet i någon tidsperiod. Detta gjordes för att skapa jämnhet mellan perioderna. Någon nedre begränsning var inte nödvändig då en sådan gavs av nuvärdesmaximeringen
- En restriktion där minst 10 procent av arealen – som inte föreslås till slutavverkning i aktuell period – tvingades bestå av skog över LSÅ användes. Dylig ”avverkningsreserv” är även ett krav i Holmen Skogs avverkningsberäkning 2011 (Holmen, 2011)
- Variabler för resultatvisning valdes för samtliga perioder och exporterades för bearbetning i Excel för att skapa kompatibla tabeller med GIS.

**Tabell 3. Tidsperioder framtagna i Heureka och dess motsvarighet i år**

**Table 3. Time periods produced in Heureka and its counterpart in years**

| Tidsperiod | År    |
|------------|-------|
| 0          | 0     |
| 1          | 1-5   |
| 2          | 6-10  |
| 3          | 11-15 |
| 4          | 16-20 |
| 5          | 21-25 |
| 6          | 26-30 |
| 7          | 31-35 |
| 8          | 36-40 |
| 9          | 41-45 |
| 10         | 46-50 |
| 11         | 51-55 |
| 12         | 56-60 |

## ***Tillvägagångssätt i GIS***

Steg tre i genomförandet av detta arbete var skapandet av åtgärdstrakter vilket skedde i ArcMap 10.

### **Arbetsgång vid skapande av slutavverkningstrakter**

- Lösningen från optimeringen i Heureka samt en Shape-fil innehållandes en karta över distrikt Umeå importerades
- En sammankoppling av dessa gjordes sedan utifrån beståndsnummer, vilket resulterade i tio olika lager, där varje lager innehöll alla bestånd aktuella för slutavverkning i en och samma femårsperiod
- Utifrån varje lager, det vill säga utifrån varje femårsperiod skapades sedan fem stycken nya lager genom att en selektering gjordes så att bestånd med samma värde på "SoilBearingCapacity" söktes ut. SoilBearingCapacity är ett värde på beståndets drivningsförhållande, vilket motsvarar värdet på grundförhållande (Heureka, 2012). Detta värde erhålls från befintligt beståndsregister
- För att möjliggöra traktskapandet byggdes sedan en modell
- Indatat inför modellkörningen utgjordes av de femtio nyskapade lagren innehållandes bestånd valda för slutavverkning i samma tidsperiod, med samma grundförhållanden
- Det visade sig att objekt, som tilldelats samma beståndsnummer i Holmen Skogs beståndsregister ofta befinner sig på ett avstånd större än 100 m från varandra, vilket är det maximala avståndet som två närliggande objekt får ha för att få tillhöra samma trakt vid en avverkningsanmälan. Dessa bestånd delades upp
- Nya arealer och volymer räknades fram för de uppdelade bestånden
- Utifrån varje polygon skapades en centrumpunkt som tilldelades alla objektets attribut, vilket var nödvändigt för att behålla dessa värden
- En aggregering av polygoner gjordes sedan i modellen utifrån avståndet mellan dessa där polygoner med avståndet  $\leq 100$  m till varandra aggregerades
- Aggregerade polygoner sammanlänkades med skapade centrumpunkter. En nybildad aggregerad polygon som bestod av två eller fleruppdelade polygoner länkades på detta vis samman med två eller fler centrumpunkter. En sådan aggregerad polygon blev således en nyskapad slutavverkningstrakt.

### **Arbetsgång vid skapandet av gödslingstrakter**

För att få fram bestånd aktuella för slutgödsling användes samma erhållna lösning på optimeringsproblemet som vid skapandet av slutavverkningstrakter. Tanken var att ett bestånd som tagits ut för slutavverkning i period  $p$  lämpar sig för gödsling tio år innan detta, det vill säga i period  $p-2$ . Bestånd valda för slutavverkning i period 3-13 togs utifrån detta tankesätt därför ut för gödsling i period 1-11. Därefter exkluderades samtliga bestånd som inte uppfyllde Skogforsks (2012b) sju baskrav för gödslingsvärd mark, samt bestånd som ej är gödslingsvärda enligt Holmen Skogs gödslingsutredning från 2011. Detta innebar att bestånd med följande uppgifter i Holmen Skogs beståndsregister togs bort:

- Bestånd som tilldelats jordart 30, 31 och 32
- Bestånd med SI under 16 m (inga bestånd med SI T30/G30 eller högre fanns)
- Bestånd med ett lövinslag över 25 procent eller en contortaandel över 30 procent

- Bestånd med en medelålder över 120 år
- Lavrika, lavdominerade samt bestånd med vegetationstyp högört eller bättre
- Bestånd som gödslats senare än tio år innan den för beståndet valda tidsperioden för gödsling.

När alla bestånd som ej lämpar sig för gödsling exkluderats importerades kvarvarande bestånd för varje tidsperiod in i GIS där de kopplades samman med kartan. Sedan skapades ett nytt lager innehållandes en nettogödslingsyta, vilken innehöll mark som går att gödsla utan att bryta mot Skogsstyrelsens allmänna råd (tabell 1). För detta byggdes en modell som fungerade på följande vis:

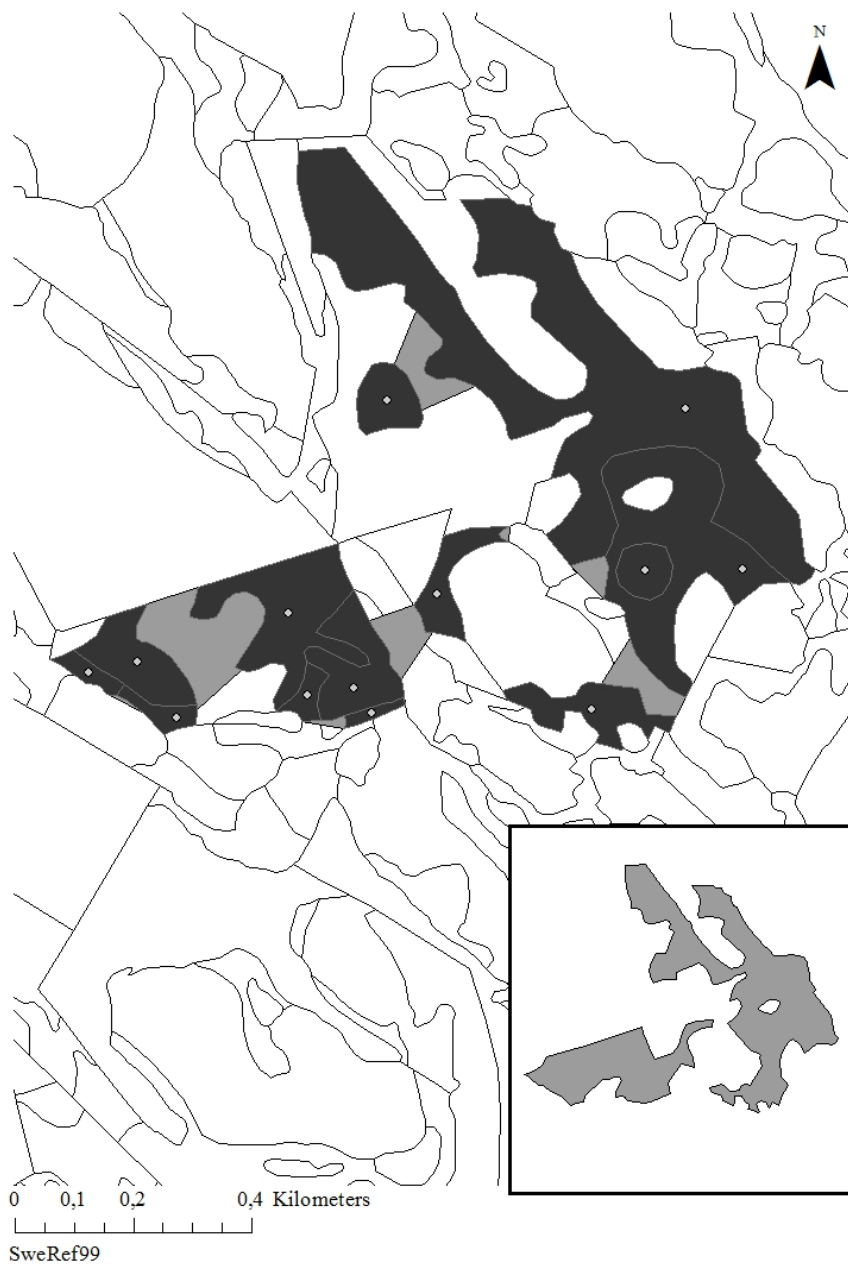
- Alla polygoner som utgjordes av myrar, sjöar, bebyggelse och naturområden buffrades ut med samma avstånd som skyddszonens längd enligt de allmänna råden
- Uppgifter i form av linjer om vattendrag och vägar togs in från den allmänna fastighetskartan och klipptes mot distriktets område. Dessa linjer buffrades även de med samma avstånd som skyddszonens längd enligt de allmänna råden
- Bergsområden identifierades
- Dessa områden slogs sedan samman till en enhet som nu utgjordes av enbart skyddszoner och ej gödslingvärd mark
- Denna yta användes sedan i modellen som en mall som tog bort alla områden där gödsling ej bör utföras
- Distriktets gränser mot annans mark buffrades inåt med 25 m
- För varje tidsperiod slogs denna nettogödslingsyta samman med bestånd valda för gödsling. Skyddszoner togs därmed bort från bestånd valda för gödsling i samtliga tio tidsperioder. Detta förfarande användes alltså på samtliga för gödsling aktuella bestånd.

Därefter påbörjades traktskapandet. Då utstickande flikar med en mindre bredd än 25 m försvårar gödsling med helikopter var det önskvärt att dessa togs bort innan skapandet av helikoptergödslingstrakter. Detta gjordes redan innan traktskapandet genom att alla bestånd först buffrades inåt med 12.5 m för att sedan buffras tillbaka utåt med samma avstånd. Därmed försvann flikar med bredden 25 m eller kortare. Skapandet av helikoptergödslingstrakter skedde sedan enligt samma förfarande som användes vid skapandet av slutavverkningsstrakter. En viktig skillnad skedde dock, och denna var att aggregeringsavståndet ökades från 100 m till 1500 m. Sedan mättes även avståndet från trakten till närmsta väg, men något maximalt avstånd sattes inte. Det sista som gjordes var sedan att alla trakter med en mindre areal än 2 ha exkluderades.

Då gödsling med traktor till skillnad från gödsling med helikopter utförs från marken spelar beståndens grundförhållanden, lutning och ytstruktur en stor roll. Bestånd som tilldelats värde 4 och 5 på grundförhållande samt värde 4 och 5 på lutning undantogs därför från de bestånd som skulle användas vid skapandet av trakter aktuella för traktorgödsling innan traktskapandet av traktorgödslingstrakter. Skapandet av traktorgödslingstrakter gjordes enligt samma arbetsgång som vid skapandet av slutavverknings- och helikoptertrakter. Någon hänsyn till utstickande flikar togs dock inte. Aggregeringsavståndet för trakter aktuella för traktorgödsling sattes till 400 m. Avståndet från skapade trakter till närmsta väg mättes. Trakter som låg på ett längre avstånd än 400 m från närmaste väg exkluderades. Även trakter med en mindre areal än 2 ha togs bort.

### **Shape-indexvariant**

Shape-index är ett mått som kan användas för att mäta hur regelbunden form ett objekt innehar. Desto flikigare ett objekt är, desto högre blir värdet på Shape-index. För att räkna fram detta värde krävs det att uppgifter finns om objektets omkrets och area. När trakterna skapades i GIS gjordes detta genom att närliggande uppdelade bestånd slogs samman efter valda kriterier. Regler sattes upp så att arean för en nyskapad trakt skulle bestå av summan av ingående bestånds areor. Genom detta förfarande tilldelades trakten en korrekt area. Traktens omkrets gick tyvärr inte att ta fram på samma sätt då en sådan summering skulle ha inneburit att bestånd med gemensamma gränser fått en alldeles för högt värde på omkretsen då samma gräns hade räknats med en gång för varje ingående bestånd. Istället togs omkretsen fram direkt i GIS där programmet mätte omkretsen direkt runt den i programmet nyskapade trakten. Traktens i GIS framtagna värde på omkrets kom därmed att bli något felaktigt då det även innehöll "tomrum" (figur 4). Följden av detta blev att även värdet på Shape-index påverkades. Det värde på Shape-index som presenterades i resultatet var därför en variant av det ursprungliga Shape-index och kom därför att kallas Shape-indexvariant. Uträkningen för detta variantvärde gjordes enligt formel 1, med den för traktens summerade area och det i GIS framtagna värdet för traktens omkrets.



**Figur 4.** Exempel på traktskapandet i GIS. De ljusa prickarna är de uppdelade beståndens centrumpunkter. Mörka fält utgörs av de uppdelade beståndens areor. De ljusare grå fälten visar hur närliggande bestånd slagits samman till större åtgärdstrakter, och är således endast tomrum som binder samman flera mindre objekt till ett större. I figurens nedre högra hörn visas de två nyskapade trakterna i miniatyr.

*Figure 4. Examples of tract derivations in the GIS. The light gray dots represent the stands center points. Dark field represent the stand areas. The lighter gray areas show how neighboring populations were merged into larger areas, tracts. In the figure's lower right corner are the two newly created tracts in miniature.*



## Resultat

### *Intervjuer*

#### **Hur såg en trakt ut förr?**

Samtliga intervjuade personer var mycket eniga om hur en trakt såg ut förr. Trakterna var större till arealen och mer sammanhängande än vad de är idag, och det fanns dessutom mer att välja på i traktbanken. Det var enklare att hitta bäriga trakter då det fanns mer att välja på och att man hade en lägre avverkningstakt. Det fanns även större block av äldre skog i traktbanken. Trakterna var indelade efter andra kriterier än idag. Ofta utfördes avverkningen efter där det var bra bärighet och man undvek att avverka där det var besvärligt. Trakterna var större och innehöll därför mer volym. De var dessutom mer heterogena vad gällde bärighet. Medföljande information var fattig och ofta felaktig. 1989 var 45 procent av skogen på distrikt Umeå äldre än LSÅ, vilken dessutom då var 15 år högre än vad den är idag. I slutet på 80- och början på 90-talet började traktstorleken minska till en följd av ökad hänsyn och en skötselmässig ståndortsanpassning.

#### **Är förändrade traktegenskaper ett problem och iså fall varför?**

De flesta av de intervjuade ansåg att det är ett problem då förmodade förändringar innebär sämre förutsättningar för ett lönsamt skogsbruk. De ansåg att en minskad traktstorlek var något som försvårade deras arbete, främst för att det gav merarbete. Mindre trakter betyder att ett större antal trakter ska behandlas för samma volymsuttag, vilket leder till att det blir betydligt fler trakter att behandla då alla trakter ska hanteras, samrådas, traktplaneras, anmälas och sen avverkas. Det framkom att varje trakt har en startkostnad och det blir dyrare med fler små trakter än färre. Tiden framför datorn vid traktplanering är i princip densamma för en liten som för en stor trakt. Även väggkostnaden påverkas av traktstorleken då en liten trakt ger mer flyttar och ett större behov av att underhålla vägar på vintern.

Det är inte enbart negativt om medeltraktstorleken sjunker. Det innebär också att objekten blir mer homogena. Volymen och trädslagsfördelningen blir jämnare, medelstammen blir stabilare. Objektens utseende stämmer bättre överens med beståndsregistrets uppgifter, vilket underlättar planeringen.

Sämre bärighet i traktbanken gör att en stor andel av skogen måste avverkas på frusen mark. Detta medför att kraven på traktplaneringen har ökat. En följd av detta blir att om en del av ett bestånd har bättre bärighet så delas beståndet ofta, vilket i sin tur medför att trakten blir ännu mindre. Trakter som är gränsfall tvingas oftast tas på barmark, och då krävs extra åtgärder såsom att broa och risa för att förebygga markskador, vilket är kostsamt. Vid eventuella markskador kostar det att återställa. Dessutom blir drivmedelskostnaden betydligt högre vid körning på mjuk mark där maskinerna sjunker ned. Skotningen av virket går tungt och tar längre tid. Extrautrustning till maskinerna såsom band för en ökad anläggningsyta kostar mycket pengar. Fler trakter med sämre bärighet körs idag än förr. Detta är en följd av att det finns färre bestånd att välja mellan vid avverkningsåtgärder samt att efterfrågan från industrin är mer "just-in-time" idag än vad den var förr. Det läggs även mer tid och energi på att hitta rätt trakt för rätt tidpunkt. Idag huggs det alltid vid förfallsperioden, vilket det inte gjordes alls för 20-30 år sedan. Detta kräver att tillgängliga hjälpmedel som finns för att minska körskador måste användas, vilket kostar både tid och pengar. Förr kunde ansvarig personal gå runt små objekt med dålig bärighet, medan dessa idag måste planeras för att problemet med många små spridda objekt inte bara ska skjutas framåt i tid.

### **Vad innebär förändrade traktegenskaper för personalen på Holmen Skog?**

De intervjuade tyckte alla att deras arbetssätt påverkats mycket av att traktegenskaperna har förändrats. Hantering och planering tar längre tid per hektar idag än förr då traktstorleken var större. Detta innebär merarbete och en stressigare tillvaro för personalen. Prestationen per traktplanerare har minskat, vilket innebär att det krävs fler personer som arbetar med detta. Detta innebär dock inte att kvalitén på traktplaneringen försämrats då alla traktplanerare får utbildning. En annan av de intervjuade tyckte att traktplaneringen har förändrats mycket. Bestånd som tidigare hade lämnats ska idag planeras vilket innebär att detaljhänsynen blivit mycket mer krävande. Mer arbete måste läggas ned på varje trakt nu än tidigare. Detta gör att man hinner färre trakter idag än tidigare på samma tid. Han var dock noga med att understryka att traktplaneringen som utförs idag förmodligen har blivit bättre då den är mer genomarbetad.

Det är allt svårare för personalen att hitta bäriga trakter, barmarkstrakter, i traktbanken. Problemet blir ännu större i takt med ett förändrat klimat där vintrarna har blivit varmare och kortare vilket inneburit att perioden med frusen mark blivit kortare. En lägre andel skog över LSÅ i traktbanken medför att personalens handlingsfrihet minskar, och det blir svårare att följa en optimal avverkningstakt.

En av de intervjuade menade att det är ett problem att det ofta är brist på gran på bärig mark. Då gran normalt växer på lite fuktigare marker blir det lätt så att den egna granskogen blir extra utsatt. Ansvarig personal kanske väljer att riskera körskador framför att inte kunna leverera rätt sortiment.

### **Var det bättre förr, och iså fall varför var det bättre?**

De intervjuade var överens om att de var enklare att hitta bäriga trakter förr, till följd av att det då fanns mer att välja på. Planeringen var lättare då planeringshorisonten var längre. Detta i kombination med en lägre avverkningstakt innebar att det krävdes mindre av personalen. Digitaliseringen och alla medföljande hjälpmedel såsom GPS, fält-GIS och annat har dock medfört mycket positivt. Exempelvis har precisionen blivit betydligt bättre och även kunskapen hos de anställda har ökat.

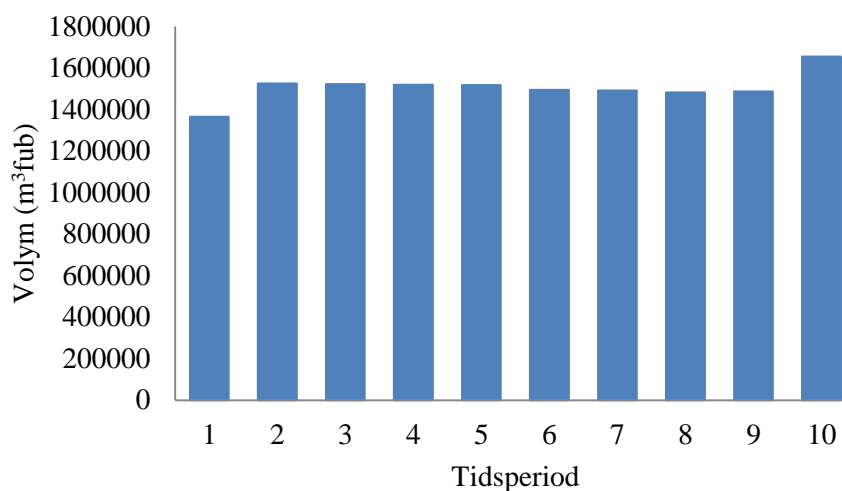
### **Vilka parametrar är de mest ”problematiska” gällande förändrade traktegenskaper?**

Fem av de intervjuade svarade tveklöst storlek och bärighet på denna fråga. Tre av dessa menade att även spridningen av trakterna i geografin är av stor vikt. Den sjätte av de intervjuade menade att traktegenskaperna alltid är underordnade de sålda volymerna, och att det därför är sortimentsfördelning i kombination med sålda volymer som är av största vikt. Med sålda volymer menas krav på hur stora volymer som ska leverans till industri.

### ***Slutavverkningstrakter***

#### **Möjlig slutavverkningsvolym**

Till följd av uppsatta restriktioner om jämnhet mellan tidsperioder i Heurekas PlanVis blev variationen mellan möjlig slutavverkningsvolym mellan olika tidsperioder låg (figur 5). En liten skillnad förekom dock mellan de olika tidsperioderna. Slutavverkningsvolymen kom att bli lägst under den första tidsperioden, där volymen var ca 1 365 000 m<sup>3</sup>fub och högst under den tionde tidsperioden, där volymen var ca 1 656 000 m<sup>3</sup>fub.

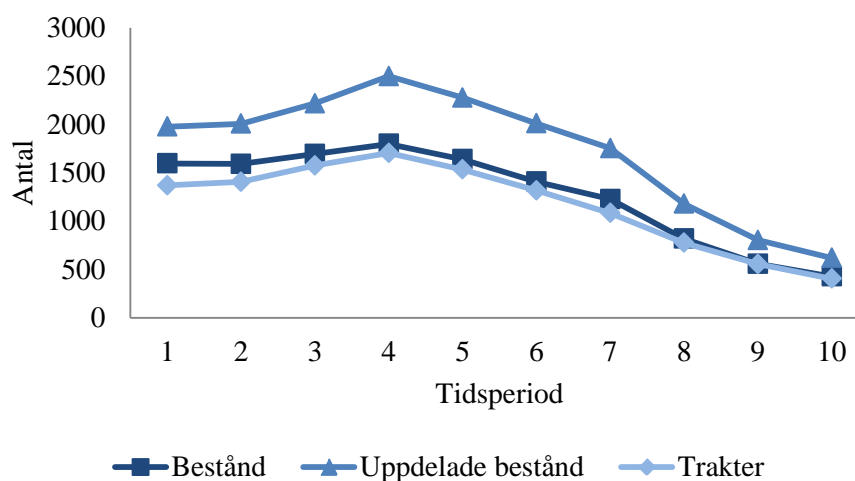


**Figur 5.** Möjlig slutavverkningsvolym på distrikt Umeå i varje tidsperiod där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 5.* Volume available for final felling in the district of Umeå divided into periods, each period consists of five year.

#### Antal bestånd och trakter

Antalet bestånd som togs fram med hjälp av Heureka's PlanVis för åtgärden slutavverkning i de olika femårsperioderna varierade mellan de olika tidsperioderna. Från den första tidsperioden till den andra tidsperioden sjönk antalet något för att sedan öka från till den fjärde femårsperioden där antalet nådde sin topp. Därefter sjönk antalet bestånd kraftigt. Antalet uppdelade bestånd och antalet slutavverkningstrakter följde samma trend, störst antal i tidsperiod fyra, för att därefter sjunka relativt kraftigt. Antalet uppdelade bestånd var alltid fler än antalet bestånd och därefter kom antalet trakter (figur 6).

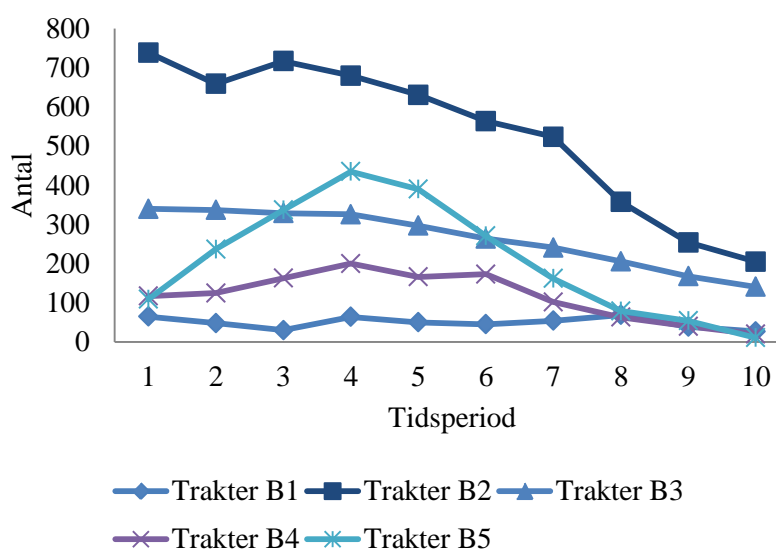


**Figur 6.** Antal bestånd, antal uppdelade bestånd och antal trakter i varje tidsperiod där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 6.* Number of initial areas, number of divided areas and number of tracts in each time period, each period consists of five years.

### Antal trakter fördelade på bärighetsklass

Antalet trakter i bärighetsklass 1, vilket är den högsta bärighetsklassen, höll sig på en relativt låg nivå som också var jämn mellan de olika tidsperioderna (figur 7). Antalet var högst i tidsperiod åtta, och lägst i tidsperiod tio. Flest trakter i alla perioder tillhörde bärighetsklass två. En relativt kraftig sänkning i antalet skedde från tidsperiod ett till tidsperiod tio. Antalet trakter i bärighetsklass tre minskade mellan alla tidsperioder. Antalet trakter i bärighetsklass fyra fördubblades nästan från tidsperiod ett till tidsperiod fyra. Därefter sjönk antalet under en tidsperiod för att sedan stiga igen till den sjätte tidsperioden. Efter tidsperiod sex sjönk antalet stadigt för att bli mycket lågt i den tionde tidsperioden. Antalet trakter i bärighetsklass fem varierade väldigt mellan de olika tidsperioderna. Från tidsperiod ett till tidsperiod fyra skedde en kraftig ökning, och därefter skedde en kraftig minskning till tidsperiod åtta. Därefter fortsatte antalet att minska, dock i en något lägre takt.



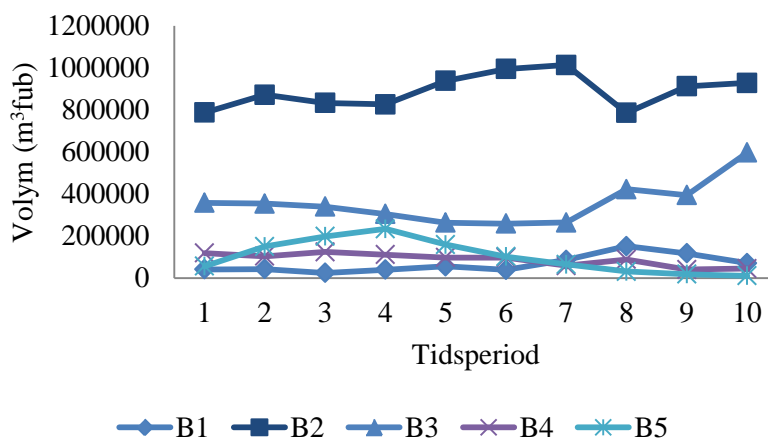
**Figur 7.** Antalet slutavverkningstrakter fördelade på olika bärighetsklasser. Från B1, vilket är den högsta bärigheten till B5 som är den lägsta bärigheten. Varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 7. The number of tracts for final felling spread across different bearing classes. From B1, which is the highest bearing capacity, to B5, which is the lowest bearing capacity. Each time period consists of five years.*

### Avverkningsvolym fördelat på bärighetsklass

Avverkningsvolymen i  $m^3$ fub från slutavverkningstrakter med bärighetsklass ett kom inte att överstiga 200 000  $m^3$ fub under de kommande 50 åren (figur 8). Detta gällde även avverkningsvolymerna från slutavverkningstrakter med bärighetsklass fyra. Avverkningsvolymen från trakter med bärighetsklass tre kom under de sju första tidsperioderna att ligga mellan 200 000 – 400 000  $m^3$ fub. Mellan tidsperiod sju och åtta kom en ökning att ske, och detsamma gällde mellan tidsperiod nio och tio. Resultaten visade att i tidsperiod tio kommer ca 600 000  $m^3$ fub att kunna slutavverkas på trakter med bärighetsklass tre. De överlägset största volymerna kom att falla ut från slutavverkningstrakter med bärighetsklass två. Detta gällde i samtliga tio framtagna tidsperioder. Volymerna kom att variera mellan strax under 800 000 och strax över 1000 000  $m^3$ fub. Den största volymen från slutavverkningstrakter med bärighetsklass två kom att falla ut under tidsperiod sju, och den lägsta fem år efter detta, i tidsperiod åtta.

Avverkningsvolymen från trakter med bärighetsklass fem kom att variera avsevärt under de kommande 50 åren. De största volymerna från trakter med bärighetsklass fem kom att falla ut under tidsperiod tre och fyra då avverkningsvolymen kom att vara ca 198 900 m<sup>3</sup>fub respektive 234 400 m<sup>3</sup>fub. Som lägst kom avverkningsvolymen från trakter med bärighetsklass fem att vara i tidsperiod nio och tio med ca 19 100 m<sup>3</sup>fub respektive ca 11 300 m<sup>3</sup>fub.

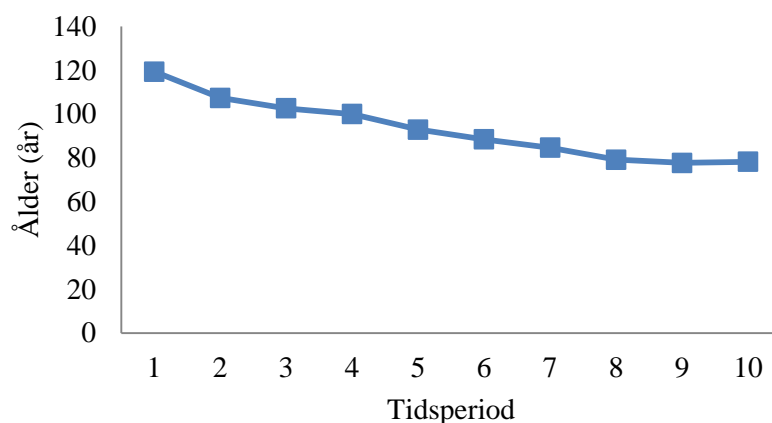


**Figur 8.** Avverkningsvolymerna fördelat på olika bärighetsklasser. Från B1, vilket är den högsta bärigheten till B5 som är den lägsta bärigheten. Varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 8. Volumes from final felling distributed on different bearing classes. From B1, the highest class of bearing capacity, to B5, the lowest class of bearing capacity. Each time period consists of five years.*

### Volymvägd medelålder

Slutavverkningstrakternas volymvägda medelålder på distrikt Umeå kom att sjunka med nästan 40 år inom de kommande 50 åren (figur 9). Det skedde en sänkning mellan alla efterkommande tidsperioder förutom mellan tidsperiod nio och tio där en mycket liten ökning förekom.

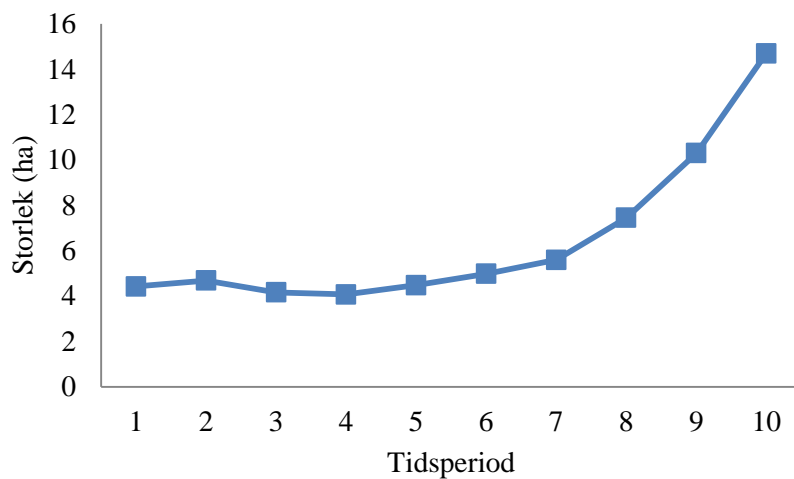


**Figur 9.** Slutavverkningstrakternas volymvägda medelålder i varje tidsperiod där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 9. The volume weighted mean age for tracts for final felling in each time period, each period consists of five years.*

### Traktens medelstorlek

Slutavverkningstraktens medelstorlek på distrikt Umeå kom att vara någorlunda konstant de närmaste tjugofem åren, dvs. till och med tidsperiod fem med en medeltrakt på 4-5 ha (figur 10). Därefter kom en drastisk ökning av traktens medelstorlek, och i tidsperiod tio kom medeltrakten att vara nästintill 15 ha. Traktstorleken ökade med drygt 10 ha mellan tidsperiod ett och tidsperiod tio (figur 11).



**Figur 10.** Slutavverkningstraktens medelstorlek i respektive 5-årsperiod.

*Figure 10.* The average size for tracts for final felling in each 5 year period.

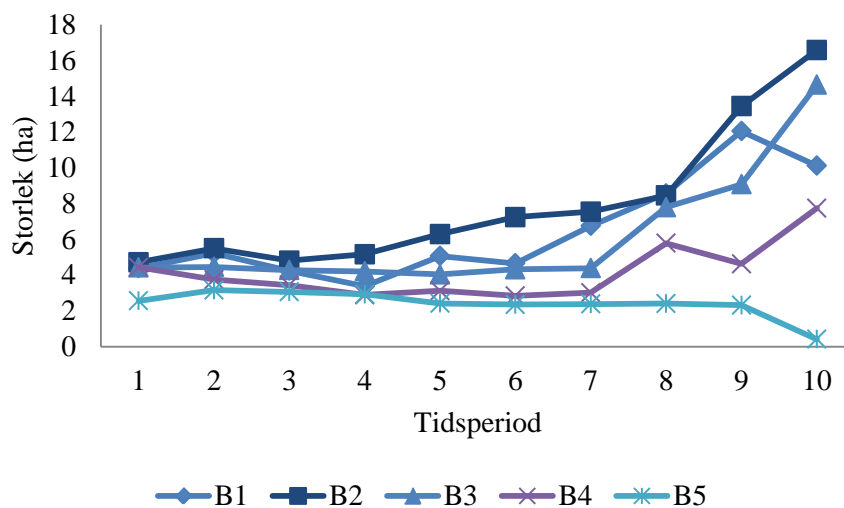


**Figur 11.** Exempel på skillnaden över hur storleken på slutavverkningstrakter och dess antal varierade mellan tidsperiod ett (svarta objekt) och tidsperiod tio (ljusgrå objekt) för ett område inom distrikt Umeå.

*Figure 11.* An example of the different in average size and number of tracts for final felling between time period one (black objects) and time period ten (light grey objects) for an area within the district of Umeå.

### Medelstorlek fördelat på bärighet

Slutavverkningstraktens medelstorlek för varje enskild bärighetsklass varierade mellan de olika klasserna. För alla bärighetsklasser förutom i bärighetsklass fem förekom dock en ökning i medelstorlek mellan tidsperiod ett och tio. Den största ökningen skedde i bärighetsklass två, tätt följd av bärighetsklass tre. Medelstorleken i bärighetsklass fem kom istället att minska mellan tidsperiod ett och tio, för att i tidsperiod tio vara så låg som 0.4 ha (figur 12).



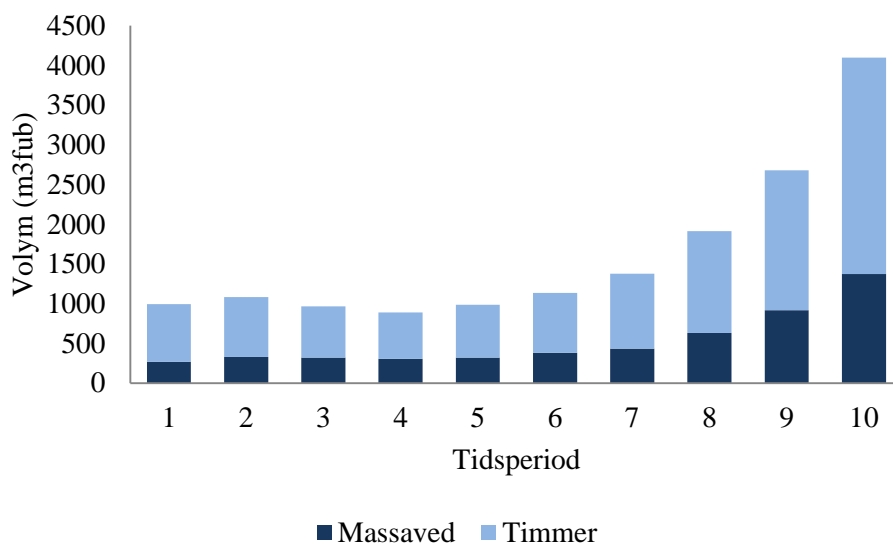
**Figur 12.** Slutavverkningstrakters medelstorlek uppdelade på bärighet, där B1 var den högsta graden av bärighet och B5 var den lägsta graden. Varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 12.* The average size of tracts for final felling divided after buoyancy, where B1 is the highest degree of bearing capacity and B5 the lowest degree. Each time period consists of five years.



### Volymuttag per trakt

Volymuttaget per trakt kom att bli större i framtida studerade tidsperioder (figur 13).

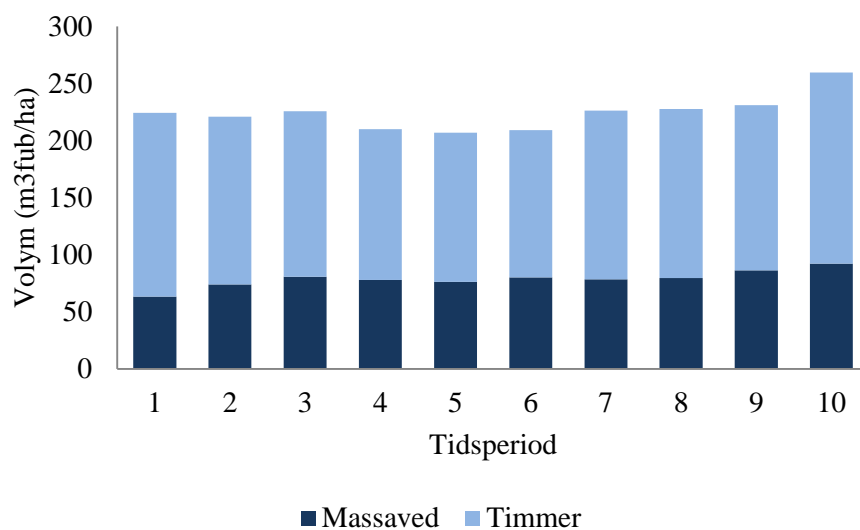


**Figur 13.** Medelvolum per trakt fördelade på sortiment för slutavverkningstrakter där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 13. The average volume per tract for final felling divided into timber and pulpwood volume, each time period consists of five years.*

### Volymuttag per hektar

Framtidens volymuttag i slutavverkning per ha på distrikt Umeå under de kommande 50 åren kom att variera mellan de framtagna tidsperioderna (figur 14). De första 15 åren, till och med tidsperiod tre, kom volymuttaget per ha att ligga på en ganska jämn nivå. De 15 efterföljande åren, dvs. från tidsperiod fyra till sex, kom volymuttaget per ha att ligga på en något lägre nivå, för att sedan öka igen. I tidsperiod tio, kom volymuttaget per ha att vara 260 m<sup>3</sup>fub/ha, vilket var en ökning med 35 m<sup>3</sup>fub/ha mot tidsperiod ett.

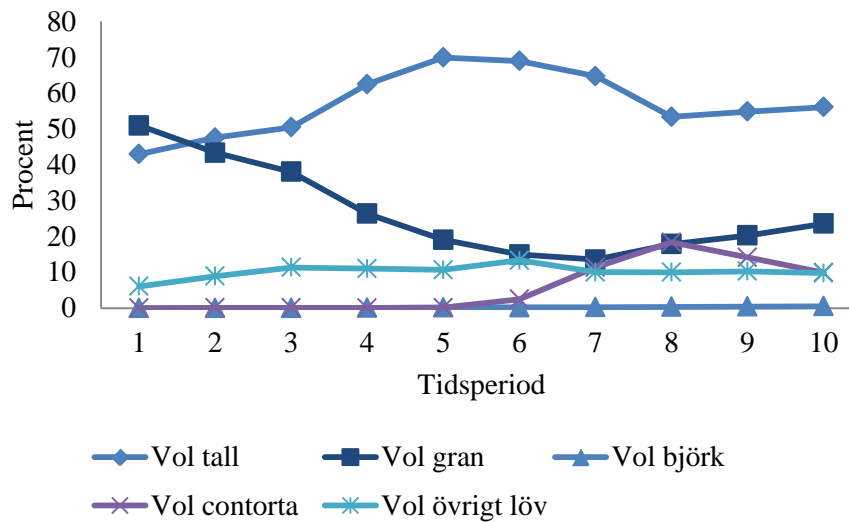


**Figur 14.** Volymsuttag fördelade på sortiment för slutavverkningstrakter, där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 14.* The average volume for final felling divided into timber and pulpwood volume, each time period consists of five years.

### Procentuell trädslagsfördelning

Den procentuella trädslagsfördelningen för slutavverkningsvolymen i de olika tidsperioderna varierade väldigt (figur 15). Den procentuella volymen tall kom att vara ganska låg till en början, strax över 40 procent i tidsperiod ett. Därefter skedde en ökning och i tidsperiod fem och sex kom volymen tall att vara ca 70 procent av den totala volymen. Efter tidsperiod sju skedde sedan en sänkning, och mellan tidsperiod åtta och tio kom volymen tall att vara mellan 50 och 60 procent av den totala volymen. Volymen gran kom att vara ganska hög i den första tidsperioden, strax över 50 procent av den totala volymen. Därefter skedde dock en årlig sänkning för att i period sju nå sitt lägsta värde på endast 14 procent. Därefter skedde dock återigen en stigning. Volymen björk kom att hållas på en konstant låg volymsandel, under en procent, mellan de olika tidsperioderna. Volymen contorta kom att utgöra mindre än en procent under de första fem tidsperioderna för att därefter stiga. I den sjätte tidsperioden utgjordes 2.5 procent av den totala volymen av contorta, och sedan skedde en fortsatt stigning till tidsperiod åtta där den procentuella andelen contorta kom att nå sin topp med 18 procent av den totala volymen. Den procentuella andelen övrigt löv kom att vara ganska jämn mellan de olika tidsperioderna, med en variation i volymsandel mellan 6 och 13 procent.

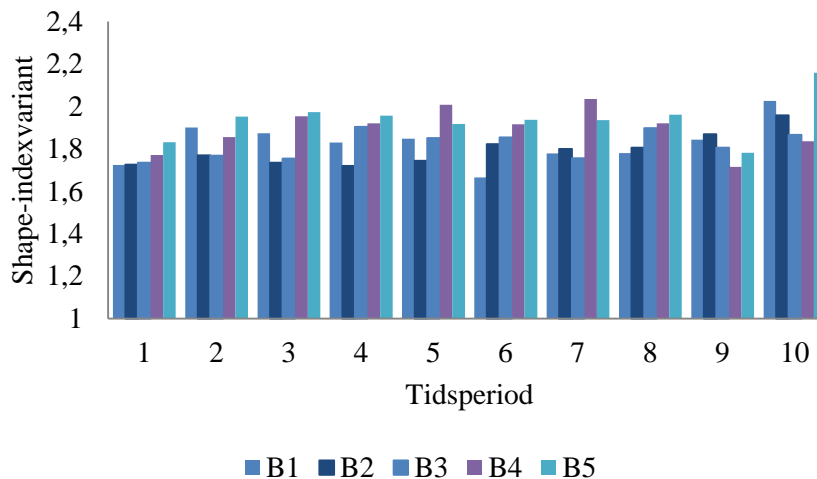


**Figur 15.** Trädslagsfördelning av den totala slutavverkningens volymen där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 15. Species Distribution of the total felling volume, each period consists of five years.*

### Shape-indexvariant

Slutavverkningarnas Shape-indexvariant kom inte att förändras nämnvärt under de kommande 50 åren (figur 16). Ett gemensamt förhållande mellan slutavverkningstrakter i alla bärighetsklasser fanns dock, då värdet på Shape-indexvariant för slutavverkningstrakter i samtliga fem stycken bärighetsklasser kom att vara högre i tidsperiod tio än i tidsperiod ett. Den största skillnaden fanns hos slutavverkningstrakter med bärighetsklass ett och fem.



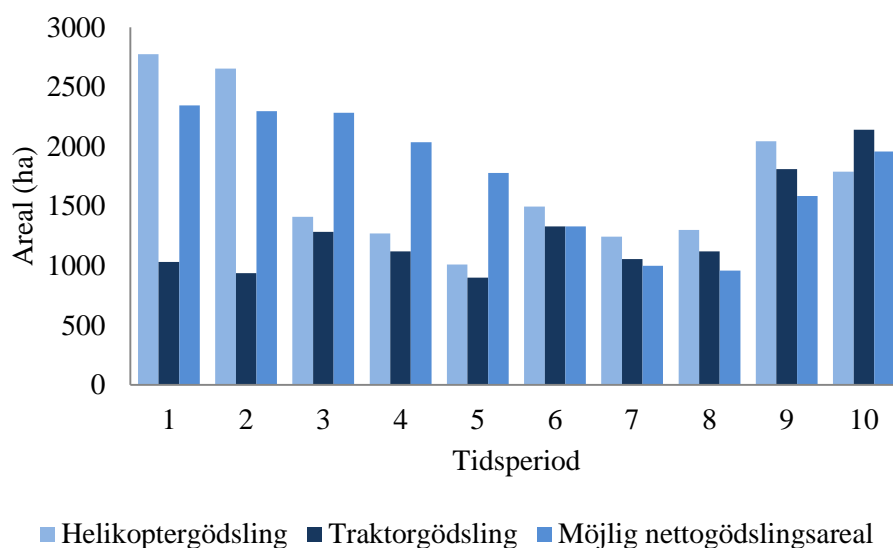
**Figur 16.** Shape-indexvariant för slutavverkningstrakter fördelade på olika bärighetsklasser där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 16. Shape index variant for tracts for final felling divided into different bearing capacity classes, each period consists of five years.*

## Gödslingstrakter

### Potentiella gödslingsarealer

Potentiell gödslingsareal varierade mellan de två olika metoderna, helikopter- och traktorgödsling, för de olika studerade tidsperioderna. De kommande 10 åren, i tidsperiod ett och två kom arealen lämpliga för helikoptergödsling att vara betydligt mycket högre. Därefter utjämnades skillnaden, och i tidsperiod tio, dvs. 50 år framåt i tiden kom arealen lämplig för traktorgödsling att vara större än arealen lämplig för helikoptergödsling (figur 17). Värt att påpeka är att i denna studie kunde ett bestånd tillfalla både en gödslingstrakt aktuell för helikoptergödsling och en gödslingstrakt aktuell för traktorgödsling. Staplarna som utgör potentiell gödslingsareal för de olika metoderna överlappar alltså varandra, mer eller mindre i olika tidsperioderna. Den möjliga nettogödslingsarealen kom att vara lägre än arealen möjlig att gödsla med helikopter, men betydligt högre än arealen möjlig att gödsla med traktor i de två första tidsperioderna. I tidsperiod tre till fem kom den möjliga nettogödslingsarealen att vara högre än arealen lämplig för både helikopter- och traktorgödsling. I tidsperiod sex till nio blev den möjliga nettogödslingsarealen återigen lägre än arealen lämplig för både helikopter- och traktorgödsling. I tidsperiod tio kom den möjliga nettogödslingsarealen att vara högre än arealen lämplig för helikoptergödsling, men lägre än arealen lämplig för traktorgödsling.

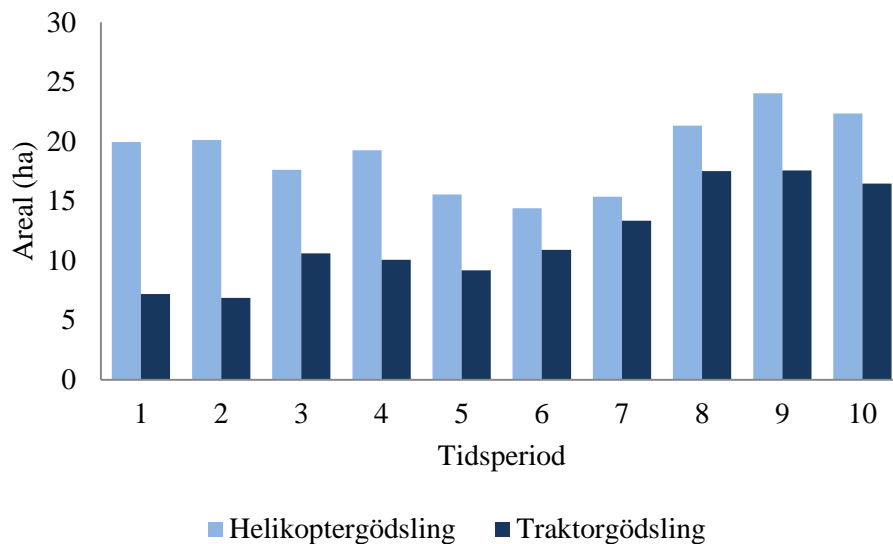


**Figur 17.** Den totala potentiella gödslingsarealen för gödsling med helikopter och traktor på distrikt Umeå, samt möjlig nettogödslingsareal, varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 17. The total potential fertilization area for fertilization by helicopter and tractor at district Umeå and the possible net fertilization area, each period consists of five years.*

### Traktens medelstorlek

Medelstorleken på gödslingstrakter aktuella för helikoptergödsling kom att variera mellan ca 14 ha och ca 24 ha de kommande 50 åren. Medelstorleken på gödslingstrakter aktuella för traktorgödsling kom att öka de kommande åren, från ca 7 ha till ca 17 ha (figur 18).

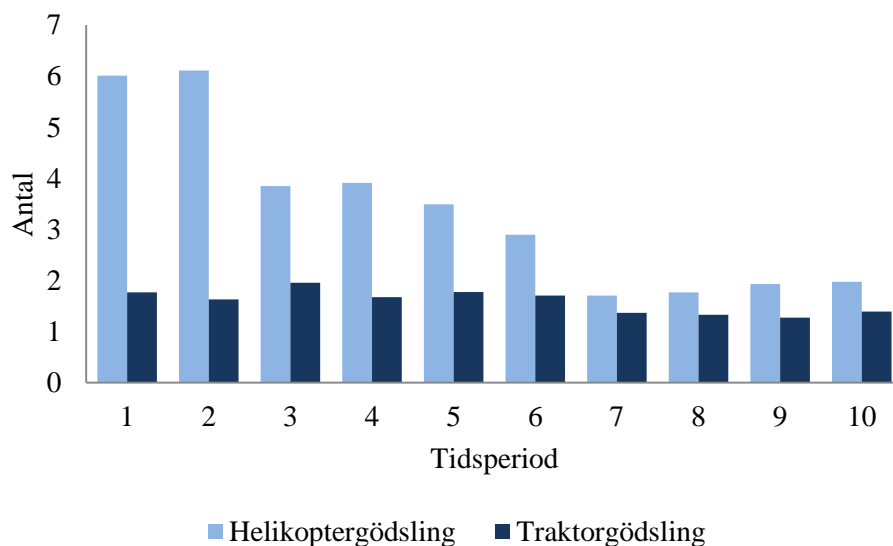


**Figur 18.** För helikopter och traktor aktuella gödslingstraktors medelstorlek, där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 18. Average size of tracts for fertilization by helicopter and tractor, each time period consists of five years.*

### Antal ingående bestånd

Medelvärdet på antalet ingående bestånd i varje trakt aktuell för helikoptergödsling kom att minska väldigt de kommande 50 åren, från cirka sex bestånd per trakt till cirka två bestånd per trakt. Antalet ingående bestånd för traktor var jämnt mellan studerade tidsperioder (figur 19).

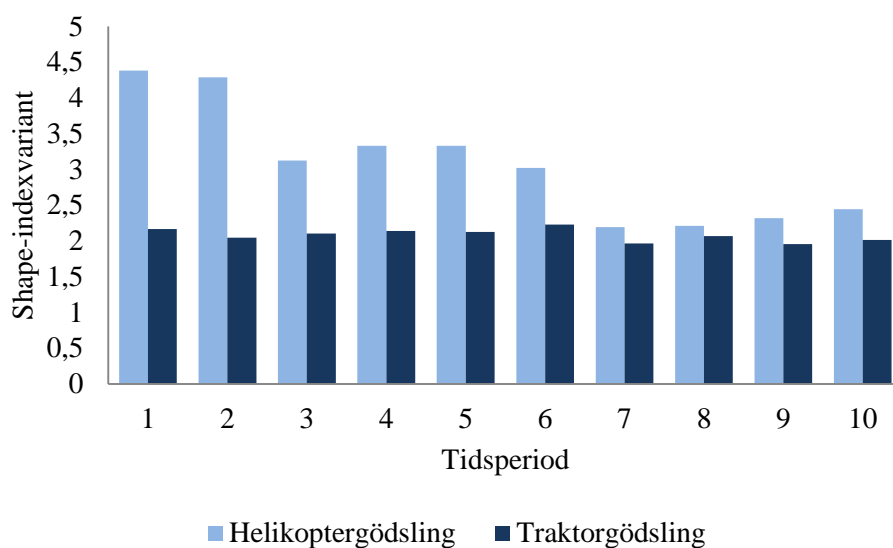


**Figur 19.** Medelvärdet av antalet ingående bestånd för gödslingstrakter vid helikopter- och traktorgödsling, för varje tidsperiod, där varje tidsperiod utgörs av fem år.

*Figure 19.* The amount of initial areas included in tracts for fertilization by helicopter and tractor, each time period consists of five years.

### Shape-indexvariant

Värdet på Shape-indexvariant för trakter aktuella för helikoptergödsling kom till följd av det högre värdet på omkretsen att vara högre än värdet på Shape-indexvariant för trakter aktuella för traktorgödsling i alla tidsperioder. Detta värde var därför ej jämförbart mellan trakter aktuella för gödsling med helikopter och trakter aktuella för gödsling med traktor. Värdet på Shape-indexvariant för helikoptergödslingstrakter kom att sjunka från den första till den tionde tidsperioden. Värdet på Shape-indexvariant för traktorgödslingstrakter kom inte att förändras nämnvärt de kommande 50 åren (figur 20).

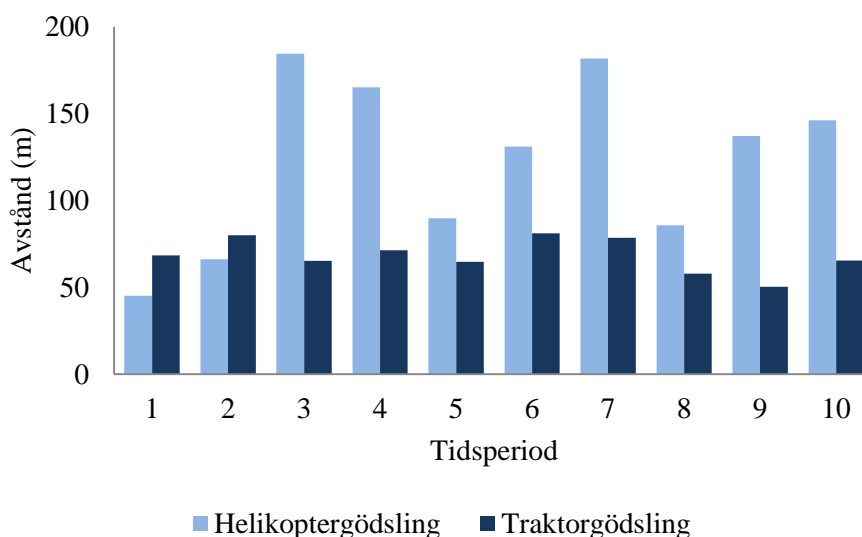


**Figur 20.** Trakternas värde på Shape-indexvariant, där varje tidsperiod utgjordes av fem år. Shape index variant var ej jämförbart mellan helikoptergödslingstrakter och traktorgödslingstrakter.

*Figure 20.* Value of Shape-indexvariant for tracts for fertilization, each time period consists of five years. The value of Shape-indexvariant for tracts fertilized by helicopter cannot be compared between tracts fertilized by tractor.

### Trakters medelavstånd från väg

Avståndet från traktens ytterkant till närmaste väg för trakter aktuella för helikoptergödsling kom att variera mellan tidsperioder. Som högst kom medelavståndet att vara strax över 180 m, vilket skedde i tidsperiod tre, och som lägst strax över 40 m i tidsperiod ett. Avståndet från trakten till väg för trakter aktuella för traktorgödsling kom inte att variera nämnvärt mellan studerade tidsperioder (figur 21).



**Figur 21.** För helikopter och traktor aktuella gödslingstrakters medelavstånd från närmaste väg, där varje tidsperiod utgjordes av fem år.

*Figure 21.* The average distance from tract border to nearest road, each time period consists of five years.

## Diskussion

Vid lösningen av optimeringsproblemet i Heureka PlanVis, där bestånd aktuella för slutavverkning fördelades på de olika tidsperioderna tilläts den avverkade volymen inte överstiga tjugo procent av avverkningsmålet i någon tidsperiod. Detta gjordes för att skapa jämnhet mellan perioderna. Tjugo procent är en större variation än vad Holmen Skog själva tillåter när de prioriterar bestånd i sin AVB. Det gick tyvärr inte att hitta någon lösning på optimeringsproblemet med ett lägre krav. Med ett allt för hårt jämnhetskrav på lokal nivå är dessutom risken för att inoptimalförluster ska uppstå relativt stor. De möjliga avverkningsvolymerna som togs fram i denna studie var högre än avverkningsmålet i samtliga tidsperioder. En viss reservvolym kan vara bra då all mark som valts ut för en tidsperiod sällan är möjlig att åtgärda just då.

Syftet med denna studie var att beskriva framtida traktegenskaper. Vid skapandet av åtgärdstrakter har jag därför försökt att efterlikna traktskapandet utifrån hur detta sker operativt på distrikt Umeå idag. Tyvärr är det svårt, för att inte säga omöjligt att skapa en modell som tar beslut på samma sätt som en människa då människans arbetssätt är mycket mer komplext, och när arbetet utförs manuellt kan hänsyn tas till saker som min modell inte kunde klara av. I praktiken slås exempelvis bestånd aktuella för slutavverkning ofta isär vid traktplaneringen till två eller fler mindre trakter beroende på att drivningsförhållandena inom beståndet varierar. Något sådant kunde jag inte ta hänsyn till i denna studie, utan jag har utgått från att hela beståndet är homogent och att drivningsförhållandena i beståndet stämmer överrens med det som står beskrivet i beståndsregistret. De flesta steg i min modell byggde på uppgifter som härstammade från beståndsregistret, så eventuella felaktigheter i detta register har haft betydelse för mina resultat.

Vid den operativa planeringen inom Holmen Skog tilläts en omplanering av bestånd mellan olika femåriga tidsperioder aktuella för skogsbruksåtgärd som i AVB:n tilldelats en "optimal" tidsperiod om det finns tydliga vinster med att åtgärda beståndet i en annan tidsperiod. Någon hänsyn till detta har inte tagits i denna studie, och någon omplanering mellan olika tidsperioder har således inte förekommit.

Efter skapandet av gödslingstrakter utifrån min modell kunde en skapad gödslingstrakt bestå av många mindre bestånd som eventuellt hade undantagits från gödsling vid en manuell planering pga. dess storlek. En möjlighet hade kunnat vara att ta bort alla bestånd under en viss areal innan traktskapandet, men ett sådant förfarande hade förhindrat skapandet av trakter bestående av ett mindre antal angränsande bestånd.

Åtgärdstrakternas areal räknades ut i GIS (SweRef99). Dessa arealer överensstämde inte alltid exakt med arealuppgifterna från beståndsregistret. Generellt var arealen framtagen med GIS större än arealen som angavs i beståndsregistret. Det kan bero på att beståndsregistret innehåller ett avdrag för icke figurlagda impediment. Det är också möjligt att arealuppgifterna i beståndsregistret inte alltid stämmer. Oavsett hur väl de olika arealuppgifterna överensstämmer är det dock troligt att denna skillnad ser likadan ut i samtliga analyserade tidsperioder. Trender i resultaten som har baserats på uppgifter om areal bör därmed stämma.

Resultatet från intervjuerna stämde väl överens med resultaten från Renströms (2008) studie där syftet var att skapa ett beslutsunderlag användbart för att åstadkomma en uthållig fördelning av egen och privat skog i traktbanken på distrikt Umeå, Holmen Skog.



Redan då var det svårt för personalen att planera utifrån AVB:n till följd av en lägre andel äldre skog. Kraven på att avverka små trakter med dålig bärighet försvårade planeringen, och ökade krav på levererade volymer försvårade ytterligare.

## ***Slutavverkning***

### **Möjlig slutavverkningsvolym**

I Holmen Skogs AVB tillåts volymen från slutavverkning mellan två efterliggande tidsperioder inte att sjunka. Denna restriktion användes inte i denna studie, utan istället gavs den nedre begränsningen av nuvärdesmaximeringen. Följden av detta blev att den möjliga slutavverkningsvolymen mellan olika efterkommande tidsperioder i vissa fall sjönk något. De tilläts dock aldrig sjunka under Holmen Skogs målvolym, och den möjliga slutavverkningsvolymen i tidsperiod två till tio sjönk inte under den möjliga slutavverkningsvolymen i tidsperiod ett.

### **Antal bestånd och trakter**

Antalet trakter som behöver slutavverkas i varje tidsperiod om syftet är att erhålla lika stora volymer som i dag kommer att minska i framtiden. Detta är troligtvis en direkt följd av att medelstorleken på slutavverkningstrakter kommer att öka de kommande 50 åren samt att bestånden som är aktuella för avverkning är mer fragmenterade i början av den studerade tidsperioden. Resultaten från intervjuerna visade att det blir dyrare med fler små trakter än färre större då varje trakt har en startkostnad både när det handlar om traktplanering och drivning. Även väggkostnaden påverkas då fler trakter ger fler flyttar och det blir även ett större behov av vägunderhåll. En ökad traktstorlek skulle därmed kunna innebära att kostnaderna för planering, drivning samt vägunderhåll sjunker i kommande tidsperioder.

### **Antal trakter fördelade på bärighetsklass**

Att antalet trakter sjunker för de flesta bärighetsklasser under de kommande 50 åren kan precis som antalet trakter i varje tidsperiod förklaras med att medelstorleken på slutavverkningstrakter kommer att öka de kommande 50 åren. Något som är intressant är att antalet slutavverkningstrakter med bärighetsklass fem, dvs. trakter med sämst bärighet kommer att öka drastiskt från tidsperiod ett fram till tidsperiod fyra, innan antalet återigen börjar sjunka. Detta är troligtvis ett resultat av att personal tidigare kunnat lämna bestånd med sämre bärighet då det funnits ett överskott av trakter med bättre bärighet. Vid intervjuerna framkom det att trakter med sämre drivningsförhållanden kräver en ökad detaljhänsyn vid planeringen. Det krävs alltså mer arbete och är mer tidskrävande att planera en trakt med sämre bärighet. En ökning i trakter med bärighetsklass fem kommer kräva mer vid planeringen.

### **Avverkningsvolym fördelat på bärighetsklass**

Studien visade att avverkningsvolymerna som kommer falla ut från trakter med bärighetsklass ett kommer att vara relativt konstanta till och med den sjätte tidsperioden, dvs. trettio år framåt. Därefter kommer en ökning att ske, och detta skulle eventuellt kunna förklaras med att det under trakthyggesbrukets införande i Sverige främst var skog med bra bärighet som avverkades. Denna skog bör återigen vara aktuell för slutavverkning någon gång efter den sjätte tidsperioden. Något som talar emot denna teori är att avverkningsvolymerna med bärighetsklass två blir lägre under samma period.

Att avverkningsvolymerna från slutavverkning med bärighetsklass fem kommer att öka drastiskt från tidsperiod ett till tidsperiod fyra kommer att få stor betydelse för Holmen

Skog. Mycket av slutavverkningen under de kommande 50 åren kommer att utföras på små trakter med dålig bärighet, vilket kan medföra problem. Redan nu är det ett problem för personal vid den operativa planeringen att hitta bäriga trakter i traktbanken för avverkning under perioder då marken ej är frusen, vilket gör att trakter som är gränsfall oftast tvingas tas på barmark, med ökade kostnader som följd. Ett mildare klimat gör problemet ännu större. Om en stor andel av skogen måste avverkas på frusen mark ställer detta högre krav på traktplaneringen. Ofta delas beståndet vid traktplaneringen till följd av detta om en del av ett bestånd har bättre bärighet, vilket i sin tur medför att trakten blir mindre. Då en stor del av avvertrade volymer kommer från virkesköp finns en valmöjlighet att utföra drivning på Holmenkoncernens egna mark eller på annans mark. Kanske tas beslutet att det är bättre att man hellre tar markskador i egen skog för att upprätthålla goda, långsiktiga kundrelationer. I Renströms (2008) studie ansåg intervjuade virkesköpare att det var rätt att ta ett beslut om att riskera körskador på den egna marken för att undvika körskador på enskilt ägd mark. Förmodligen blir det i framtiden nödvändigt att i större utsträckning avverka skog erhållen från virkesköp med sämre bärighet under perioder då marken ej är frusen.

### **Volymvägd medelålder**

Slutavverkningstrakternas volymvägda medelålder kommer att sjunka de kommande 50 åren. Detta är troligtvis en följd av målsättningen, maximalt nuvärde. En lägre andel skog över LSÅ i traktbanken medför att personalens handlingsfrihet minskar, och det blir svårare för dem att följa en optimal avverkningstakt. Att medelåldern sjunker kommer dock förmodligen inte att medföra några större problem då detta enbart gäller den produktiva skogsmarken där skogsbruk ska bedrivas. En omloppstid på 120 år, vilket var värdet på den volymvägda medelåldern i slutavverkningstrakter för den första tidsperioden, är onödigt högt då den årliga tillväxten i ett sådant gammalt bestånd vanligtvis är mycket låg.

### **Traktens medelstorlek**

Under intervjuerna framkom att dagens låga värde på slutavverkningstraktens medelstorlek på distrikt Umeå är en följd av att man under en längre tid har låtit bli att avverka besvärliga och mindre trakter. Sådant som förr kunde lämnas måste idag planeras och åtgärdas. Med en omloppstid på hundra år kommer sådant som avverkades under 50- och 60-talet då trakterna ofta blev mycket stora till följd av dyra maskinflyttar mm. återigen komma att bli aktuella för slutavverkning om fyrtio till 50 år. I denna studie skulle detta motsvaras av tidsperiod åtta till tio, vilket överensstämde mycket väl med resultaten från studien. Vid intervjuerna framkom även att en minskad traktstorlek ger merarbete för personalen då följderna blir att antalet trakter som ska hanteras blir fler. Detta ger merarbete, tar längre tid, och kostnaden ökar både ur planerings- och drivningssynpunkt. Denna studie visade att slutavverkningstraktens medelstorlek kommer att öka de kommande 50 åren. En ökad medelstorlek kan således leda till lägre kostnader vid planering och drivning och mindre arbete.

Risken med en ökad medeltraktstorlek är att trakten blir mer heterogen, samt att objektens utseende stämmer sämre överens med beståndsregistrets uppgifter, vilket kan försvåra planeringen.

### **Medelstorlek fördelat på bärighet**

Slutavverkningstraktens medelstorlek ökade i samtliga bärighetsklasser förutom i bärighetsklass fem, vilket kan bli besvärligt då medeltraktstorleken för

slutavverkningstrakter med denna bärighet var mycket låg redan i tidsperiod ett. I tidsperiod sju till tio kommer, enligt denna studie, relativt stora slutavverkningsvolymen att komma från denna bärighetsklass, vilket i kombination med en låg medelstorlek medför att det under dessa tidsperioder kommer finnas många små trakter med tvingande vinteravverkning. Planeringen och drivningen på dessa trakter kommer troligtvis att medföra höga kostnader per ha. Dessa kostnader vägs dock förhoppningsvis upp av att medelstorleken för slutavverkningstrakter i övriga bärighetsklasser ökar.

### **Volymsuttag per trakt**

Volymsuttaget per trakt kommer enligt resultaten av denna studie att bli större under de kommande 50 åren, och detta är troligtvis en direkt följd av att traktstorleken ökar under denna period. Precis som för en ökad medeltraktstorlek kan detta medföra lägre kostnader vid drivning och planering samt att åtgärderna kan utföras mer tidseffektivt.

### **Volymsuttag per hektar**

Ett intensivare skogsbruk med skogsskötselåtgärder som medför att produktionen fördelas på ett färre antal stammar i kombination med produktionshöjande åtgärder såsom gödsling borde innebära att skogens produktion ökar, vilket i sin tur borde ge ett större volymsuttag per ha. Gödslingen återupptogs på distrikt Umeå 2004, och bestånd som då slutgödslades kommer att bli aktuella för slutavverkning först år 2014 och framåt, dvs. under den första tidsperioden och framåt. Då ingen simulering av skogsgödsling gjordes i PlanVis under denna studie kom effekten av skogsgödsling inte med i resultatet. Volymsuttaget per ha blev högt under de första tre tidsperioderna för att sedan sjunka i efterföljande tre tidsperioder. Vad denna sänkning berodde på är svårt att säga, men det ligger i nuvärdesmaximeringens natur att först avverka virkesrika bestånd och sedan avverka de mer virkesfattiga med en något högre värdeförräntning. Från tidsperiod sju och framåt kom volymsuttaget per ha att stiga, vilket mest troligt kan förklaras med en intensivare skogsskötsel. Det är alltså troligt att volymsuttaget per ha kommer att bli något högre i samtliga studerade tidsperioder än vad studien visade till följd av skogsgödsling.

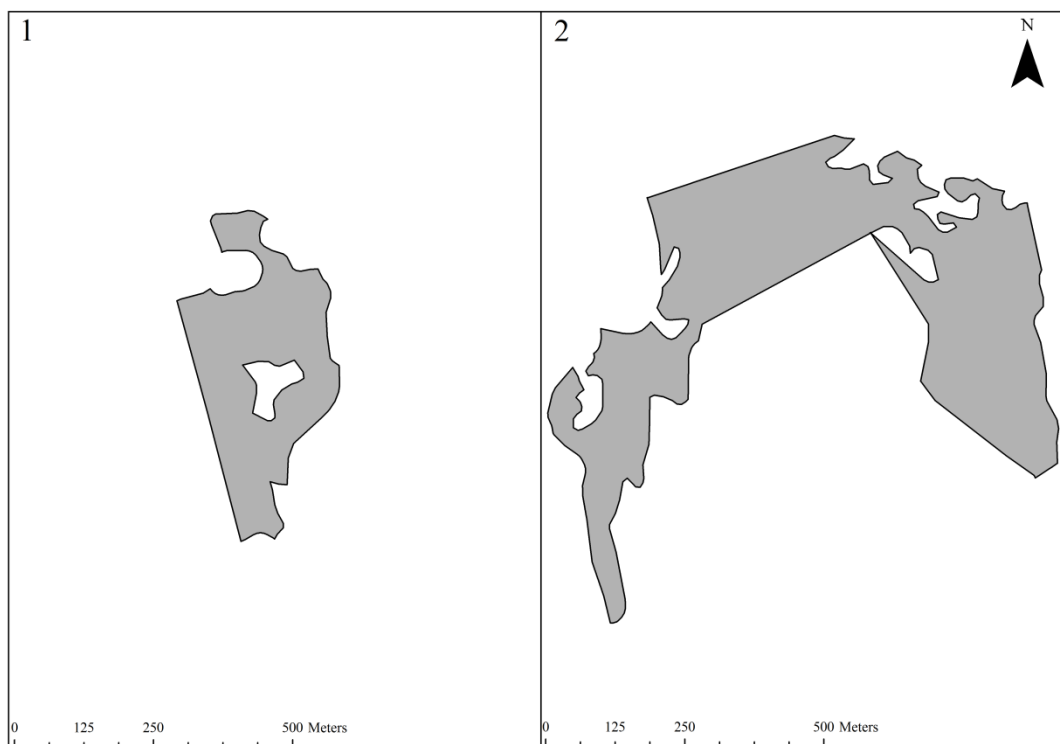
### **Procentuell trädslagsfördelning**

Förändringen i trädslagsfördelning mellan de olika tidsperioderna kommer enligt studien att vara störst för trädslagen tall, gran och contorta. Att andelen tall kom att bli betydligt högre mellan tidsperiod fyra och sju än vad den kom att vara under de första tre tidsperioderna var en följd av mycket tallplantering. Från och med tidsperiod fem kom en del av volymen från slutavverkning att bestå av contorta, vilket var en följd av att stora arealer av contorta planterades på Holmenkoncernens skogsinnehav under 70- och 80-talet. När den procentuella andelen tall- och contortavolymer ökade minskade den procentuella andelen granvolym. Att den procentuella andelen granvolymen minskar i framtiden kan innebära stora problem då det under intervjuerna framkom att det redan idag kan vara mycket svårt att leverera tillräckligt stora volymer gran under de perioder då marken ej är frusen. Detta problem skulle eventuellt kunna lösas med att en större andel av virkesköp som utförs görs med syftet att erhålla granvolym. Intervjuade virkesköpare i Renströms (2008) studie menade att den privata skogen vanligtvis hade en större andel granvolym än Holmenkoncernens egen skog. De menade även att de kunde styra markägare med virkespriset till att avverka gran under perioder då behovet av gran var högre.

### **Shape-indexvariant**

Ett högre värde på Shape-indexvariant i tidsperiod tio än i tidsperiod ett kan eventuellt förklaras med att de större trakterna består av flera fristående bestånd, vilket bör påverka

Shape-index så att värdet blev högre. Värdet på Shape-index för slutavverkningstrakter varierade i studien mellan strax över 1.7 och strax under 2.2 mellan samtliga bärighetsklasser och tidsperioder. Det kan vara svårt att säga ett gränsvärde på Shape-index, alltså när beståndet är så pass flikigt att det anses försvåra drivningen väldigt. En trakt med ett Shape-index värde på ca 4, vilket är mycket högre än 2.2, har med dagens mått en godtagbar form, där formen inte anses försvåra drivning eller planering nämnvärt (figur 22). Uppmätta värden på Shape-index i denna studie indikerar alltså att formen på framtidens slutavverkningstrakter inte kommer att försvåra drivningen.



**Figur 22.** Två exempeltrakter av där trakt 1 har ett Shape-index värde på 2.0 och trakt 2 har ett Shape-index värde på 3.9.

*Figure 22. Two examples of tracts with different values of Shape-index, where tract number one has a Shape-index value of 2.0 and tract number two has a Shape-index value of 3.9.*

### **Gödsling**

Då syftet med denna studie var att beskriva framtida åtgärdstracters egenskaper, och inte att skapa en skarp plan, tilläts de olika bestånden att av modellen väljas både för gödsling med helikopter och för gödsling med traktor, förutsatt att de uppfyllde uppsatta kriterier. Den del av resultatet där lämpliga arealer för de båda gödslingsmetoderna redovisas kan därför inte tolkas så att en viss areal bör gödglas med helikopter eller traktor, utan den visar potentialen möjlig att gödsla med de två metoderna.

Innan skapandet av gödslingstrakter påbörjades exkluderades bestånd olämpliga för gödsling. Bland annat exkluderades alla bestånd med jordarten torv. Tyvärr var det några bestånd där uppgifter om jordart saknades. Dessa bestånd var få, och beslutet att ha kvar dem som potentiella gödslingsbestånd togs därför. Det är dock troligt att något eller några av dessa bestånd skulle ha exkluderats om uppgifter om jordart funnits. Detta hade iså fall resulterat i en något lägre gödslingsareal.

För att skogsgödsling med traktor ska vara möjlig krävs att ett befintligt stickvägsnät finns inom trakten. I beståndsregistret finns inga uppgifter om detta, utan istället gjordes antagandet att bestånd som valts ut för slutavverkning inom tio år bör vara gallrade, och att ett befintligt stickvägsnät därför fanns tillgängligt.

### **Potentiella gödslingsarealer**

Förhållandet mellan den potentiella gödslingsarealen för helikoptergödsling och den potentiella gödslingsarealen för traktorgödsling varierade väldigt mellan de olika tidsperioderna. Skillnaden vid skapandet av gödslingstrakter för de olika metoderna var aggregeringsavståndet och att hänsyn togs eller icke togs till traktens avstånd till närmaste väg, samt att gödslingstrakterna för traktor inte tilläts inneha några bestånd med värde 4 och 5 på grundförhållande och lutning. Dessutom togs utstickande flikar bort vid skapandet av gödslingstrakter för helikopter, men inte vid skapandet av gödslingstrakter för traktor. Den stora variationen mellan potentialerna måste således vara en följd av dessa skillnader. Att veta exakt hur de olika faktorerna påverka är tyvärr svårt att veta, men att variationen mellan potentiell gödslingsareal för de olika metoderna minskar väldigt från tidsperiod tre och framåt beror troligtvis på att de flesta bestånd som kan anses gödslingsvärda från denna tidsperiod ligger i närheten av väg. Det kan också ha att göra med att gödslingsvärda bestånd under de två första perioderna utgörs av stora arealer med värde 4 eller högre på grundförhållande och lutning.

I dagens läge utförs all spridning av gödselmedel på distrikt Umeå med helikopter. Resultaten från denna studie visar att från och med tidsperiod tre är skillnaden i potentiell areal för de olika metoderna liten, och att spridning av gödselmedel lika gärna skulle kunna ske med traktor. Det finns dock ingen anledning att välja antingen den ena eller andra metoden, utan det bästa är förmodligen att låta de olika gödslingsmetoderna komplettera varandra.

I den tionde tidsperioden är den potentiella arealen för traktorgödsling till och med större än den potentiella arealen för helikoptergödsling. Detta kan mest troligt förklaras med att ingående bestånd vid skapandet av gödslingstrakter till stor del består av utstickande flikar med en bredd under 25 m. Vid skapandet av helikoptergödslingstrakter undantogs dessa flikar och således föll gödslingsvärd areal bort. I denna tidsperiod skulle enbart användandet av helikopter vid gödsling innebära att det inte kommer att vara möjligt att uppnå den möjliga nettogödslingsarealen.

Vid framtagandet av de potentiella gödslingsarealerna för helikopter- och traktorgödsling togs ingen hänsyn till samråd, och därför är det viktigt att jämföra dessa arealer med den möjliga nettogödslingsarealen som är den möjliga gödslingsarealen justerad mot Holmen Skogs erfarenhetstal gällande hur stor areal som undantas från gödsling till följd av skydds-zoner och samråd. I tidsperiod sex till tio fanns det potential för att gödsla större arealer med båda gödslingsmetoderna än vad som erfarenhetsmässigt är möjligt att gödsla.

### **Traktens medelstorlek**

I denna studie blev medelstorleken för helikoptergödslingstrakter större än medelstorleken för traktorgödslingstrakter till följd av att ett längre avstånd mellan delområden vid aggregering tilläts vid skapandet av gödslingstrakter för helikopter än för traktor.

Det längre aggregeringsavståndet gjorde att medelstorleken för helikoptergödslingstrakter inte påverkades lika mycket av delbeståndens geografiska fördelning inom distriktet som traktorgödslingstrakter, och medelstorleken för gödslingstrakter för helikopter blev därför

jämnare mellan olika tidsperioder. Att medelstorleken var mindre för trakter för traktorgödsling än trakter för helikoptergödsling innebär att det kommer att krävas fler trakter för gödsling med traktor än trakter för gödsling med helikopter för att uppnå samma gödslingsareal.

### **Antal ingående bestånd**

Medelvärdet på antalet ingående bestånd i varje trakt aktuell för helikoptergödsling kommer enligt studiens resultat att minska avsevärt de kommande 50 åren. Medelvärdet på antalet ingående bestånd i varje trakt aktuell för traktorgödsling kommer däremot att vara mycket jämt mellan de analyserade tidsperioderna. Denna skillnad är förmodligen en följd av olika aggregeringsavstånd, och skillnaden tyder på att avstånden mellan de flesta bestånd aktuella för gödsling i samtliga tidsperioder är relativt korta, runt 400 m. Ett ökat aggregeringsavstånd ger stort utslag under de första sex tidsperioderna då antalet ingående bestånd är mycket högre för helikoptertrakter än för gödslingstrakter. För senare tidsperioder är skillnaden mellan antalet ingående bestånd i gödslingstrakter för de två olika metoderna liten. Detta tyder på att många bestånd aktuella för gödsling befinner sig inom 1500 m från varandra i de första sex studerade tidsperioderna, medan de i de senare tidsperioderna är färre bestånd som ligger inom detta avstånd från varandra.

### **Shape-indexvariant**

Vid skapandet av helikoptergödslingstrakter eliminerades flikar genom buffring, vilket påverkade Shape-index på så vis att värdet blev lägre, men tanken var att skapa åtgärdstrakter som efterliknar de åtgärdstrakter som skapas i dagens traktordirektiv så mycket som möjligt, och då flikar undantas från trakten vid dagens planering kändes det felaktigt att inte göra detta. Minskningen i värdet på Shape-indexvariant för helikoptergödsling mellan tidsperiod ett och tidsperiod tio stämmer väl överens med nedgången i antal ingående bestånd. Då omkretsen som användes vid uträkningen av detta värde räknades ut i GIS gavs två delområden som tillhörde samma trakt en mycket högre omkrets än ett delområde som ensamt bildade en trakt om dessa hade samma area. Ett högt värde på omkretsen gav sedan ett högt värde på Shape-indexvariant. Även värdet på Shape-indexvariant för traktorgödslingstrakter mellan de olika tidsperioderna stämde väl överens med antalet ingående bestånd i gödslingstrakter för traktor. Precis som för slutavverkningstrakter indikerar de uppmätta värdena på Shape-index i denna studie att formen på framtidens slutgödslingstrakter inte kommer att försvåra utförandet av åtgärder.

### **Trakters medelavstånd från väg**

Vid skapandet av trakter för helikoptergödsling togs ingen hänsyn till avståndet från väg, vilket visade sig tydligt på den stora variationen i medelavståndet till närmaste väg mellan de olika tidsperioderna. Kostnaden för helikoptergödsling ökar om avståndet från väg är mer än 1.5 km, och följden kommer därmed att bli en ökad kostnad för helikoptergödsling under de tidsperioder då medelavståndet är som högst. Det är dock troligt att gödslingstrakternas medelavstånd från väg skulle bli något kortare i varje tidsperiod vid en operativ planering då de minsta gödslingstrakterna med ett orimligt långt vägvstånd då förmodligen skulle undantas från gödsling.

När traktorgödslingstrakterna skapades fanns det däremot ett avståndskrav till närmaste väg, vilket medförde att skillnaden i medelavståndet till närmaste väg blev mycket jämn mellan de olika tidsperioderna. Större variationer i kostnaden för traktorgödsling mellan tidsperioder kommer därför kanske främst att bestämmas av andra faktorer än medelavstånd från väg.

### ***Tillämpning av resultat samt behov av vidare forskning***

Denna studie har redogjort för hur åtgärdstrakterna för slutavverkning och slutgödning kommer att förändras de kommande 50 åren. Genom att få kännedom om dessa förändringar redan innan de uppstått har Holmen Skog goda förutsättningar att förändra sitt arbetssätt utifrån vad som komma skall och på så vis parera för framtida problem. En ganska stor del av slutavverkningsvolymen i kommande tidsperioder kommer att komma från mark med dålig bärighet, vilket kan bli problematiskt om inga åtgärder vidtas. Möjliga åtgärder för detta skulle exempelvis kunna vara att nya maskintyper blir intressanta, att maskingruppers sammansättning bör ändras, att andra entreprenörer än dagens blir aktuella, att budgeten för utrustning som exempelvis fördelar marktryck på en större yta ökas mm. Man kan även tänka sig att virke från virkesköp i större utsträckning måste avverkas under perioder på året då marken ej är frusen. Kanske måste toleransen för att markskador uppstår ökas, vilket för den skull inte innebär att markskadorna inte bör åtgärdas efter utförd drivning.

Medelstorleken för en slutavverkningstrakt kommer att öka under de kommande 50 åren, vilket även kommer att innebära ett lägre årligt antal av slutavverkningstrakter som ska behandlas. Detta kan ha stor betydelse för Holmen Skogs kostnader för planering, drivning och vägunderhåll. Det kommer dock vara av stor vikt att försöka jämna ut dessa skillnader mellan de olika tidsperioderna så att dessa variationer minskas mellan tidsperioder i framtiden. Om inte kommer problemen som finns idag med att traktbanken till stor del består av små obäriga trakter att återkomma omloppstid efter omloppstid. Detta blir en utmaning för Holmen Skog.

Vad som idag anses som en försämring kanske inte gör det i framtiden. Idag ställs större krav på skogsbruket som bedrivs mer intensivt med en högre avverkningstakt. Samtidigt är kraven på naturhänsyn och samråd högre än för 50 år sedan. Det är därför rimligt att tro att kraven på skogsbruket om ytterligare 50 år kommer att ha förändrats ytterligare. Därför kan man inte skylla allt på, eller förklara allt med förändrade traktegenskaper.

Det finns en stor potential för framtida studier inom detta ämne. Denna studie har enbart utrett hur traktegenskaperna kommer att förändras, men det vore även av intresse att veta vad de förändrade traktegenskaperna innebär ekonomiskt för Holmen Skog i faktiska siffror. Dagens AVB för Holmen Skog är baserad på bestånd, men det är möjligt att den i framtiden istället kommer att baseras på åtgärdstrakter. Det skulle vara intressant att veta vad en sådan förändring skulle innebära. Genom att tillåta en omplanering av skogsskötselåtgärder mellan tidsperioder skulle traktegenskaperna för framtida tidsperioder kunna komma att förändras. Då en sådan omplanering tillåts idag i den operativa planeringen skulle en studie där detta undersöks kunna vara intressant. Sedan skulle det även vara intressant att istället för att ta fram enbart potentialerna för hur stora arealer som är möjliga att gödsla med helikopter respektive traktor göra en bedömning av hur stora arealer som bör gödslas för att uppnå en viss produktionshöjning med den ena eller andra metoden under kommande tidsperioder.

### ***Slutsatser***

- Slutavverkningstrakternas egenskaper kommer att förändras i framtiden. Bland annat kommer trakternas medelstorlek att öka, vilket medför att även traktens medelvolymer ökar. En ökning av andelen volymer som kommer från små trakter med dålig bärighet kommer att förekomma under de kommande 50 åren

- Potentiella arealer lämpliga för gödsling med helikopter respektive gödsling med traktor samt möjlig nettogödslingsareal kommer att variera påtagligt mellan framtida tidsperioder
- Helikoptergödslingstrakterna kommer att bestå av ett färre antal bestånd under de kommande 50 åren än vad de gör idag, samtidigt som dess medelstorlek kommer att öka, vilken kan medföra en minskad kostnad för skogsgödsling. Variationen i gödslingstraktens medelavstånd till närmaste väg kommer att vara stor mellan tidsperioder
- Traktorgödslingstrakternas medelstorlek kommer att öka under de kommande 50 åren, vilken kan medföra en minskad kostnad för skogsgödsling. Övriga undersökta gödslingstraktegenskaper förblir relativt oförändrade mellan studerade tidsperioder
- Holmen Skog har en utmaning i att hantera de förändrade traktegenskaperna. Det är viktigt att de väljer ett arbetssätt som på sikt utjämnar skillnaden i traktegenskaper mellan olika tidsperioder och teknik för drivning anpassad efter förutsättningarna.



## Referenser

### *Litteratur*

- Albrektson, A. Elfving, B. Lundqvist, L. och Valinger, E., 2012. Skogsskötselserien nr 1, *Skogsskötselns grunder och samband*. Skogsstyrelsen.
- Baskent, Emin Z & Jordan, Glen A. 1995. Characterizing spatial structure of forest landscapes. *Canadian Journal of Forest Research*, 1830-1849
- Drugge, P. Nordmark, T. 1991. *Ståndortsanpassad traktorgödsling*. Sveriges lantbruksuniversitet. Norra skogsinstitutet. Examensarbeten 1991. Nr 4.
- Edler, E. 2011. *Contortatallens roll för virkesförsörjningen på Holmen Skog, Region Iggesund – konsekvensanalys av fyra hushållningsstrategier för contortatall*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 313.
- Hellström, C. 1988. Skogsgödsling – en skitsak att förbättra. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse nr 3.
- Renström, J. 2008. *Säsongsvis avverkning – Det operativa traktvalets påverkan på den säsongsmässiga uthålligheten i ett bolagsdistrikts traktbank*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 214.
- SHa. 2012. *SHa Skogliga Hållbarhetsanalyser*. SLU [Broschyr]
- Ståhl, P. H. 2009. Skogsstyrelsen. *Produktionshöjande åtgärder*. Skogsskötselserien nr 16.
- PlanVis. 2012. PlanVis En programvara för långsiktig planering. SLU [Broschyr]
- Thelberg, E. 2011. *Gödslingsstrategins inverkan på Holmen Skog, Umeå distrikt*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 336.
- Trost, J. 2005. *Kvalitativa intervjuer*. Studentlitteratur, Lund.
- Icke publicerat material***
- Erikers, K. Rådgivning Skog. Yara. Kommunikation via telefon. 2013-01-15
- Eriksson, J. Sektionschef produktion, stab skogsbruk, Holmen Skog. Email 2012-09-14
- Holmen. 2011. *Gödslingsvärda arealer och riktlinjer för gödsling 2012-2016*, 2011. Stab skogsbruk
- Holmen. 2012d. *Definition trakt*, 2012. Stab skogsbruk. Åhlund, J.
- Hägglund, D. Verksamhetsutvecklare skogsskötsel, Holmen Skog. Email 2012-09-14
- Rönblom, D. Produktionsledare, Holmen Skog. Personlig kommunikation. 2012-10-10
- Sterner, O. Marknadschef. Airlift Helicopter Sweden AB. Kommunikation via telefon. 2013-01-15

## **Internet**

- Heureka. 2012. Hemsida. [online] (2012-04-03) Tillgänglig:  
[http://heureka.resgeom.slu.se/wiki/index.php?title=Import\\_of\\_stand\\_register](http://heureka.resgeom.slu.se/wiki/index.php?title=Import_of_stand_register) [2012-09-11]
- Holmen. 2012a. Hemsida. [online] (2012-04-04) Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/sv/Om-Holmen/Affarsomraden/Holmen-Skog> [2012-12-27]
- Holmen. 2012b. Hemsida. [online] (2012-03-19) Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/sv/Om-Holmen/Om-Holmen> [2012-12-27]
- Holmen. 2012c. Hemsida. [online] (2012-03-19) Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/sv/Skog/Har-finns-vi> [2012-12-27]
- Holmen. 2011. Hemsida. [online] (2012-04-20) Tillgänglig:  
<http://www.holmen.com/sv/Skog/Om-Holmens-skogar/Hansynsplaner3/> [2012-09-13]
- Skogforsk. 2012a. Hemsida. [online] (2011-04-28) Tillgänglig:  
<http://www.Skogforsk.se/KunskapDirekt/Alla-Verktyg/Godslingskalkyl/Sju-baskrav-for-godsling-ny> [2013-02-09]
- Skogforsk. 2012b. Hemsida. [online] (2008-05-16) Tillgänglig:  
<http://www.Skogforsk.se/KunskapDirekt/Alla-Verktyg/Godslingskalkyl/Sju-baskrav-for-godsling-ny> [2012-09-12]
- Skogforsk. 2012c. Hemsida. [online] (2010-12-06) Tillgänglig:  
<http://www.Skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Vattenvard/Effekter-av-olika-skogsbruksatgarder/Skyddsvarda-vatten> [2012-09-12]
- Skogsstyrelsen. 2011. Hemsida. [online] (2011-09-31) Tillgänglig:  
<http://www.skogsstyrelsen.se/sv/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker/> [2012-09-13]
- Skogsstyrelsen. 2012a. Hemsida. [online] (2012-09-01) Tillgänglig:  
<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Blanketter/Avverkning/> [2012-09-13]
- Skogsstyrelsen. 2012b. Hemsida. [online] (2010-08-24) Tillgänglig:  
<http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/AllmprocentC3procentA4nna procent20procentC3procentA5d/SkogsstyrelsensallmprocentC3procentA4nnarprocent C3procentA5dvprocentC3procentA4vegprocentC3procentB6dsling.pdf> [2013-01-14]

## **Bilaga 1. Intervjuformulär**

1. Vad problemet är, på vilket sätt är förändrade traktegenskaper ett problem?
2. Vilka parametrar är de mest ”problematiska” gällande förändrade traktegenskaper (exempelvis storlek, ålder, GYL, form (”flikighet”), sortimentsfördelning och trädslagsblandning)?
3. Hur såg en trakt ut förr med avseende på traktegenskaper?
4. Var det bättre förr?
5. Vad innebär förändrade traktegenskaper (merarbete, ekonomiskt)?
6. Möjliga lösningar. Hur ska personal på Holmen Skog hantera det faktum att traktegenskaper förändras?