



# **Beståndsanpassad skötsel och intensivare skogsbruk i Norra Skogs tjänst Skogsägarstrategi**

- analys med Heureka

---

Moa Kinnunen

Examensarbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för skoglig resurshushållning

Jägmästarprogrammet

Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, 556

ISSN 1401-1204

Umeå 2023



# Beståndsanpassad skötsel och intensivare skogsbruk i Norra Skogs tjänst Skogsägarstrategi– analys med Heureka

*Alternative stand-adapted management and intensive management in Norra Skog's service Forest owner strategy – analysis with Heureka*

Moa Kinnunen

**Handledare:** Lars Sängstuvall, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skoglig resurshushållning  
**Bitr. handledare:** Erik Andersson, Norra Skog, Skogsägarplan  
**Examinator:** Torgny Lind, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skoglig resurshushållning

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå och fördjupning:** Avanceradnivå, A2E  
**Kurstitel:** Master arbete i skogsvetenskap Skoglig resurshushållning  
**Kurskod:** EX0966  
**Program/utbildning:** Jägmästarprogrammet  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för skoglig resurshushållning  
**Utgivningsort:** Umeå  
**Utgivningsår:** 2023  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.  
**Serietitel:** Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning

**Delnummer i serien:** 556  
**ISSN:** 1401-1204

**Nyckelord:** Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel, Heureka PlanVis, Intensiva skogsskötsel, Gödning, Snabbväxande trädslag, Skogsägarstrategi

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skoglig resurshushållning

## Förord

Denna rapport är ett examensarbete motsvarande 30 högskolepoäng som utförts hos institutionen för skoglig resurshushållning på Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå, under vårterminen 2023. Examensarbetet har utförts på uppdrag av Norra Skog, som inspirerat till ämnesval och bidragit med material till projektet.

Jag vill börja med att tacka Norra Skog för förtroendet att utveckla deras tjänst Skogsägarstrategi, detta har varit möjligt tack vare Erik Andersson som bidragit med material, idéer och inspiration. Lars Sängstuvall, min handledare på SLU, har varit en stor del till att arbetet blivit genomförbart, genom att bidra med spetskompetens inom Heureka PlanVis, intressanta diskussioner och reflektioner – Tack för ert engagemang!

*Maj 2023*

*Moa Kinnunen*



## Sammanfattning

Skogsförvaltningen är ett komplext ämne och förändringar av skogsskötsel och skogstillstånd kan ta lång tid. För att uppfylla den privata enskilda skogsägarens mål med sitt brukande är skoglig planering och beslutsstöd viktigt. Det vanligaste beslutstödet är i form av en skogsbruksplan som består av skoglig data och föreslagna åtgärder över en tioårsperiod.

Värdeskapande skogsskötsel är Norra Skogs benämning av deras skogsskötselmodell, vilket den skogliga rådgivningen grundar sig på. Modellen består av tre huvudinriktningar: Normalskogsbruk (3T), Intensivare skogsbruk (4T) och Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel (ABS). Gällande beslutsstöd har Norra Skog tagit ett steg längre med tjänsten skogsägarstrategi. Tjänsten innehåller en mer ingående målformulering av skogsägarens mål som ligger till grund för en analys av fastigheten i det skogliga beslutsstödsystemet Heureka PlanVis. De viktigaste skogliga förändringarna och ekonomiska avkastningen över en 50-årsperiod presenteras samt en handlingsplan för de närmaste tio åren. Syftet med tjänsten skogsägarstrategi är att anpassa skötseln efter förutsättningar på fastigheten samt skogsägarens målformulering. Den nuvarande skogsägarstrategi omfattar inte alla tre huvudinriktningarna i Heureka som ingår i Norra Skogs skogsskötselmodell, värdeskapande skogsskötsel, utan endast Normalskogsbruk (3T).

Syftet med projektet var att inkludera de två resterande huvudinriktningarna Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel (ABS) och Intensivare skogsbruk (4T) i Norra Skogs skogsskötselmodell värdeskapande skogsskötsel. Detta har gjorts genom att identifiera vilka skogsskötselmetoder som vardera huvudinriktningen innehåller, samt fastställa vilka avdelningsegenskaper som kan implementeras i beslutsstödsystemet Heureka PlanVis med det skogliga data som finns tillgängligt från skogsbruksplanen, som analysen baseras på. Sedan utvecklades vägvalsfrågor för att identifiera intresse för ABS och/eller 4T i skogsägarens målformulering. Till sist utvecklades simulerings- och optimeringsmodeller i Heureka PlanVis och på så vis skapades ett nytt ramverk till skogsägarstrategi som inkluderar tre skogsskötselmodeller av Norra Skogs skogsskötselprogram värdeskapande skogsskötsel.

*Nyckelord:* Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel, Gödsling, Heureka PlanVis, Intensivare skogsskötsel, Skogsägarstrategi, Snabbväxande trädslag

## Abstract

Forest management is a complex subject and changes of forest management and forest conditions can take a long time. In order to fulfill the private individual forest owners' goal with their forest, forest planning and decision support is important. The most common decision support is in the form of a forest management plan that consist of forest data and proposed measures over a ten-year period.

Value-creating forestry is Norra Skog's name for their forestry consultancy is based on, the model consists of three main orientations: Normal forestry (3T), Intensive forestry (4T) and Alternative stand-adapted forestry (ABS). Regarding decision support, Norra Skog has taken a step further with the service forest owner strategy, Skogsägarstrategi. The service contains a more detailed goal formulation of the forest owner's goals, which is the base for the analysis of the property in the forest decision support system Heureka PlanWise. The most important forest changes and economic returns over a 50-years period are presented, as well as proposed measures over a ten-year period. The purpose of the forest owner strategy service is to adapt management to the conditions on the property and the forest owner's goal formulation. The current forest owner strategy include only Normal forestry (3T) in Norra Skog's Forest management model and Heureka.

The aim of the project was to include also Alternative stand-adapted forestry (ABS) and Intensive forestry (4T) in Norra Skog's forestry model value-creating forestry and Heureka analyses in Norra Skog's service forest owner strategy. This has been done by identifying which forest management methods each main orientation contains, as well as determining which management that can be implemented in the decision support system Heureka PlanWise with the forest data available from the forest owner's plan, on which the analysis is based on. With the above determination, route selection questions were developed to identify interest in ABS and/or 4T in the forest owner's goal formulation. Finally, simulation and optimization models were developed in Heureka PlanWise and in this way a new framework for forest owner strategy was created which includes all the three forest management models of Norra Skog's forestry program value-creating forestry.

*Keywords:* Alternative stand-adapted forestry, Fast grown tree species, Fertilizing, Heureka PlanWise, Intensive forestry, Value-creating forestry

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>7</b>
<b>Figurförteckning.....</b>	<b>8</b>
<b>Förkortningar.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>11</b>
1.1 Bakgrund.....	12
1.2 Syfte och mål .....	17
<b>2. Material och Metod.....</b>	<b>19</b>
2.1 Litteraturstudie .....	19
2.2 Heureka systemet .....	19
2.3 Framtagandet av skogsägarstrategi .....	21
2.4 Test av skogsägarstrategi.....	23
2.5 Utvärdering.....	26
2.6 Avgränsningar .....	27
<b>3. Resultat .....</b>	<b>29</b>
3.1 Litteraturstudie .....	29
3.2 Vägvalsfrågor.....	37
3.3 Test av skogsägarstrategi.....	39
3.4 Utvärdering.....	48
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>52</b>
4.1 Resultat och modell .....	52
4.2 Indata .....	57
4.3 Heureka PlanVis .....	58
4.4 Skogsägarstrategi .....	58
4.5 Fortsatta studier .....	58
4.6 Slutsatser .....	59
<b>Referenser.....</b>	<b>60</b>
<b>Bilaga 1.....</b>	<b>65</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1: Guidande ABS-modell för rekommendation kring val av skötselmodell baserad på forskning kopplat till de tre olika ändamålet: Sociala, biologiska och skötselmässiga värden. Färgerna indikerar lämplighet kopplat till virkesproduktion, där grön = ok, gult = kan gå och rött = ej ok (Amsby m.fl. 2023).....	16
Tabell 2 : Variabler och restriktioner som implementeras i den nya skogsägarstrategins optimeringsmodell.....	22
Tabell 3 : Valda fastigheter vid test av modellen. ....	23
Tabell 4 : Skogsägarnas svar på respektive vägvalfråga. ....	39
Tabell 5 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av 4T. * Över hela perioden, ** i slutet av den sista perioden.....	40
Tabell 6 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av ABS och 4T. * Över hela perioden, ** i slutet av den sista perioden. ....	43
Tabell 7 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av ABS. * Över hela perioden, ** i slutet av den sista perioden.....	45
Tabell 8 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av 4T. * Över hela perioden, ** i slutet av den sista perioden.....	47
Tabell 9 : Nuvärde, nettointäkter och kostnader för separat implementering av varje skötselmetod fördelat 20 % ABS/Gödsling/snabbväxande trädslag samt resterande 80% med 3T. ....	48
Tabell 10 : Besökta avdelningar med tilldelade skötselmetoder och anteckningar från fältbesöket.....	48
Tabell 11 : Känslighetsanalys för respektive fastighet mellan prislista 2022 och 2023. ...	50
Tabell 12 : Skillnad i fördelning av skötselmetoder inom skötselmodellen ABS mellan prislista 2022 och prislista 2023. %. ....	51
Tabell 13: Kostnader för gödsling samt maskinkostnader (skotare och skördare).....	65

## Figurförteckning

Figur 1 : Figuren illustrera termen domän (vänster), skötselstrategier (mitten) och åtgärdsprogram (höger).....	20
Figur 2 : Ålderklassfördelning för de fyra olika fastigheterna, andel %.....	24
Figur 3 : Trädslagsfördelning baserat på volym fördelat över de fyra olika fastigheterna, %.....	25
Figur 4 : Andel av produktiv skogsmarksareal i respektive målklass, %.....	25
Figur 5: Virkesförrådsdiagram som visar Skogsstyrelsens föreskriver och allmänna råd till skogsvårdslagen. 10§-kurvan visar den lägsta volym ett bestånd får erhålla efter avverkning, understiger det 5§- kurvan uppstår återbeskogningsplikt (Andersson & Appelqvist 2020). .....	34
Figur 6 : Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Jokkmokk.....	39
Figur 7: Avverkningsprofil för fastighet Jokkmokk med 4T inställningar .....	40
Figur 8: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år. ....	41
Figur 9: Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Piteå. ....	42
Figur 10: Avverkningsprofil för fastighet Piteå med ABS + 4T inställningar. ....	42
Figur 11: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år. ....	43
Figur 12: Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Sollefteå.....	44
Figur 13: Avverkningsprofil för fastighet Sollefteå med ABS inställningar.....	44
Figur 14 : Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år. ....	45
Figur 15 : Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Strömsund.....	46
Figur 16: Avverkningsprofil för fastighet Strömsund med 4T inställningar.....	46
Figur 17: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år. ....	47



Figur 18: Bilder från fältbesök på fastighet Piteå: 1. Blädning (CCF), 2. Lärk, 3. Skärmställning och 4. Contortatall. ....50

## Förkortningar

3T	Normalskogsbruk (Trädslag, Täthet och Tidpunkt)
4T	Intensivare skogsbruk (Trädslag, Täthet, Tidpunkt och Tillväxthöjande åtgärder)
ABS	Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel
CVS	Comma-separated values
DSS	Decision Support System
FSC	Forest Stewardship Council
NO	Naturvård, orört
NS	Naturvård med skötsel
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
PF (K)	Produktion med förstärkt miljöhänsyn, kombinerat mål
PG	Produktion med generell miljöhänsyn
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
TPG	Treatment-Program-Generator

# 1. Inledning

I Sverige fanns det 311 480 enskilda fysiska skogsägare fördelat på 221 101 brukningsenheter år 2021, samma år fanns närmare 24 miljoner hektar produktiv skogsmark i Sverige, där 48% ägdes av privata enskilda skogsägare (Skogsstyrelsens statistikdatabas 2021).

Den privata enskilda skogsägaren kan vara medlem i en skogsägarförening, en förening som hjälper sina medlemmar med bland annat sälja virke, skoglig rådgivning, utbildning och skogsbrukstjänster. Dessa föreningar är medlemsägda. I Sverige finns det tre stora skogsägarföreningar, Norra Skog, Mellanskog och Södra, med cirka 105 000 medlemmar<sup>1</sup> (Skogskunskap 2022b).

Trakthyggesbruk är det dominerande skogsskötselmetoden i Sverige, vilket bland annat innebär att skogsskötseln följer ett cykliskt förlopp bestående av olika faser<sup>2</sup> (Skogskunskap 2023b). Målformuleringen skiljer sig mellan olika skogsägare, och för vissa kan trakthyggesbruket anses vara olämpligt på hela eller delar av fastigheten. Det finns en ökad efterfrågan av andra skogsskötselmetoder både från den enskilda privata skogsägaren och från EU nivå. Det kan handla om att öka produktionen och uttaget av skogliga råvaror men även att minska till exempel markpåverkan vid skogliga åtgärder. Dessa två inriktningar kan summeras till två skogsskötselmodeller: Intensivare skogsbruk (4T) och Alternativ beståndsanpassad skogsskötsel (ABS) (Hafmar 2021; Husa & Kosenius 2021; *Formas* 2022; Skogsstyrelsen 2023).

Intensivare skogsbruk (4T) bygger vanligen på trakthyggesbruk. Det finns ett flertal skötselåtgärder för att öka tillväxten och avverkningspotentialen inom denna skötselmetod, som föryngring med snabbväxande trädslag, gödsling och förädlat skogsodlingsmaterial. Skogsgödsling med kväve är den enda åtgärd som ger effekt inom mindre än tio år. I mitten av 1960-talet fram till slutet av 1980-talet var intresset för skogsgödsling i Sverige stort inom skogsbruket och drivkraften var en

---

<sup>1</sup> Norra Skog (~27 000 medlemmar), Mellanskog (~26 000 medlemmar) och Södra (~52 000 medlemmar) (LRF u.å.)

<sup>2</sup> Plantering/sådd, utglesning (röjning och gallring), skörd (avverkning) sedan börjar det om (Skogskunskap u.å.).

förväntad virkesbrist. Gödslad skogsareal minskade sedan på grund av lågkonjunktur, ökad import, lägre effekt av gödsling än förväntat samt att den förväntade virkesbristen var överspelad (Kardell & Lindqvist 2010). I dag har intresset för skogsgödsling ökat något, vilket kopplar till det växande virkesbehovet hos industrierna (Jacobson 2005) och till viss del en förväntning på nya intäkter genom handel med så kallade kolkrediter (Juutinen m.fl. 2018).

En fas i det traditionella trakthyggesbruket är förnygringsavverkning, vilket är den åtgärd i det svenska skogslandskapet som påverkar det biologiska mångfalden i störst grad (Björk 2009). Det finns skogsmark som inte är lämpat för denna typ av skötselmetod av biologiska, ekologiska och/eller sociala skäl. Den privata enskilda skogsägarens nyfikenhet och intresse kan också vara anledning till att praktisera alternativa beståndsanpassade skogsskötsel (ABS) på hela eller delar av sitt skogsinnehav.

Varje skogsinnehav är unikt, vilket innebär att olika skötselmetoder och skötselåtgärder passar olika bra kopplat till den enskilda skogsägarens mål och förutsättningar på den enskilda fastigheten (Norra Skog 2022b). Skogsekosystemet och produktion av ekosystemtjänster tar tid att utveckla. För att underlätta beslut finns det beslutsstödsystem som simulerar eller optimerar förväntat utfall baserat på skogsägarens mål och fastighetens utgångsläge (Norra Skog 2022b).

## 1.1 Bakgrund

Det finns lagar och regler som skogsägaren måste förhålla sig till i sitt brukande, trots detta är valet av skogsbruksmetod utformad efter egna mål relativt fritt för den privata enskilda skogsägaren (Skogsstyrelsen 2022g). Vanligtvis förekommer det en kombination av flera mål över skogsinnehavet, vissa mål går att kombinera och uppfylla parallellt medan andra mål motsäger sig varandra (Lundmark m.fl. 2016). Under senare tid har skogsägarens värderingar och mål breddats, vilket gör det viktigt att förstå den enskildas skogsägarens mål och att göra anpassningar i den skogliga rådgivningen därefter (Ingemarson m.fl. 2006). Det kan även vara svårt att fastställa skogsägarens mål, vilka många gånger även är föränderliga över tid kopplat till livssituation och förändringar i samhället. Enligt Wilhelmsson (2011) kan en lösning vara att koppla målen till ett långsiktigt brukande och skogsägande. Den skogliga rådgivarens uppgift att hjälpa skogsägarna till det bästa valet, vilket inte endast bör innefatta insamling av data och analyser utan även att hjälpa vid formulering av tydliga mål som motsvarar ägarens värderingar och prioriteringar. Ekonomisk avkastning i form av virkesproduktion är ett av de vanligaste målen som skogsägare har med sitt brukande, men även att göra avkall på den ekonomiska avkastningen i förmån för andra nyttor förekommer (Wilhelmsson 2011).

## **Certifiering**

Det finns två certifieringsstandarder för skogsbruk i Sverige, FSC och PEFC. En skogsbrukscertifiering innebär att skogsägaren anpassar sitt brukande av skogen efter särskilda regler, där alla skogsägare som uppfyller kraven kan bli certifierade. FSC och PEFC har liknande certifieringskrav gällande skogsbruks-, miljö- och socialstandarder (Skogsstyrelsen 2022b). Det finns tre huvudsakliga skillnader mellan certifieringarna, den första är att PEFC är skogsföretagens egen organisation vilket innebär att de inte har samma breda medlemsunderlag som FSC. Den andra är att PEFCs regler är anpassade efter nationella standarder till skillnad från FSC som arbetar med en serie globala regler (Swedoor 2020). Den sista huvudsakliga skillnaden är den tredjepartsentreprenörs-certifiering som krävs för åtgärder inom PEFC-certifierat skogsbruk (Skogscertifiering u.å.). Som skogsägare kan man vara dubbelcertifierad (Skogsstyrelsen 2022b). Norra Skogs använder sig endast av PEFC-certifierade entreprenörer och av den medlemsägda produktiva skogsmarksarealen är drygt 40 % certifierat enligt PEFC (Norra Skog u.å.).

Enligt PEFC ska försiktighet tas vid användning av främmande trädslag och innan användning ska risker som bland annat skogsskador, påverkan på biologisk mångfald och risk för självspredning tas i beaktning. Om främmande trädslag används på fastigheten ska trädarten dokumenteras i skogsbruksplanen. För att större skogsägare,  $\geq 5000$  hektar produktiv skogsmark, ska uppfylla certifieringen får andelen bestånd dominerade av främmande trädslag högst uppgå till 20 % av den produktiva skogsmarksarealen. Om skogsägaren avsätter mer än tio % av den produktiva skogsmarken kan denna andel öka till 25 %. Skogsägaren har även ett ansvar att begränsa spridningen av främmande trädarter till formella eller frivilliga avsättningar. Inom renskötselområden ska skogsägare med större markinnehav inte anlägga bestånd med främmande trädslag inom de särskilt viktiga områdena för rennäringen (3 § rennäringslagen (1971:437)). Skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga ska enligt PEFC tas tillvara på och förvaltas vid skogsbruksåtgärder, gödsling är ett exempel på en produktionshöjande åtgärd som kan vara lämplig på passande marker (PEFC 2023).

Alternativa skogsskötselmetoder kan vara lämpliga att implementera men en förutsättning enligt PEFC är att metoder som används ska vara ståndortsanpassade och dokumenteras i skogsbruksplanen (PEFC 2023).

För FSC gäller liknande regler som för PEFC. Avdelningar som domineras av främmande trädslag, träd som planteras på jordbruksmark eller avdelningar som domineras av gran inom nemoral<sup>3</sup> zon definieras som plantageskog enligt FSC-

---

<sup>3</sup> Lövskogsregionen i södra och sydvästra Sverige

standarden. För att uppfylla certifieringen får högst fem % av den totala arealen vara plantageskog som anlagts efter november 1994. Vid nyanläggning av bestånd dominerade av främmande trädslag ska större skogsägare,  $\geq 5000$  hektar produktiv skogsmark, göra detta ur ett landskapsperspektiv. Vid användning av contortatall i områden med aktiv renskötseln ska samplanering ske, med syftet att hitta gemensamma lösningar (FSC 2020a). FSC-certifierade skogsägare ska minimera eller undvika användning av gödslingsmedel. Om skogsgödsling ska utföras ska skogsägaren visa att den ekologiska och ekonomiska nyttan är av samma storlek eller större jämfört med system utan gödsling. Skogsägaren ska följa Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd. Större skogsägare ska lämna minst 20 % av den gödslingsvärda<sup>4</sup> arealen ogödslad. Ett samråd med Skogsstyrelsen ska även upprättas och för större skogsägare ska även ett samplaneringsprocess erbjudas till berörda samebyar (FSC 2020b).

FSC nya standard innehåller regler kring alternativa skogsskötselmetoder där en kombination av produktions- och naturmål kan på lämpliga marker vara ett alternativ till att avsätta mark med rena naturvårdsmål vid formellt skydd av tidigare frivilligt avsatt skogsmark. Det finns ett arealkrav som baseras på omfattningen av naturvårdsmålet, vilket räknas ut genom att ställa anpassningen av naturvårdsmålet i relation till arealen och på så sätt byta naturvårdsavsättningar mot skogsskötselmetoder med kombinerade mål (FSC 2020b).

I Skogsstyrelsens allmänna råd och regler finns kring användning av främmande trädslag och skogsgödsling. En anmälan till Skogsstyrelsen ska upprättas vid användning av främmande trädslag, de får inte planteras i närheten av naturreservat eller användas i fjällnära skog. Innan skogsgödsling ska anmälan för samråd till Skogsstyrelsen upprättas, gödsling får inte ske på skogliga impediment ( $>0,1$ ha), i sydvästra delen av Sverige får inte gödsling ske vilket beror på det redan tillräckligt stora kvävenedfallet (Skogsstyrelsen 2022d). Vid skogsgödsling bör Skogsstyrelsens allmänna råd följas för att minska negativa effekter på miljön (Skogsstyrelsen 2022a).

### **Värdeskapande skogsskötsel**

Värdeskapande skogsskötsel är begreppet Norra Skog använder för att beskriva deras rådgivning om skogsskötsel och sättet de utför åtgärderna, vilket grundar sig i att fånga upp och utveckla de värden som finns i de olika avdelningarna (Amsby m.fl. 2023). Rådgivningen anpassas framför allt efter skogsägarens mål, men även vilka värden och förutsättningar som finns på avdelningsnivå. Den skogliga rådgivningen består tre huvudinriktningar; Normalskogsbruk, Intensivare skogsbruk och Alternativ beståndsanpassade skötselmetoder.

---

<sup>4</sup> Skogsmark som anses enligt Skogsstyrelsen allmänna råd från 2017 som gödslingsvärd

### ***Normalskogsbruk (3T)***

Normalskogsbruk bygger på tre ord – Trädslag, Tidpunkt och Täthet, vilket är anledningen till att det kallas för 3T. Rådgivningen bygger på att ståndortanpassa trädslagsvalet, sätta in rätt åtgärd i rätt tid samt att se till att man har rätt täthet i skogen kvar efter utförd åtgärd. Strategin är att öka tillväxten av grova och raka barrträd med förkortad produktionstid och begränsa risken för skador (Amsby m.fl. 2023). Trädhöjden är en nyckelfaktor som avgör när och vilken åtgärd som ska utföras (Din Skogsägarplan & Värdeskapande skogsekonomi Digital Skogskväll 2021). 3T är huvudinriktningen för de flesta bestånd i målklass PG och PF (Amsby m.fl. 2023).

### ***Intensivare skogsbruk (4T)***

Intensivare skogsbruk, 4T, är en utveckling av 3T med ytterligare en faktor tillväxthöjande åtgärder och därmed det fjärde T:et. Rådgivningen innefattar fler produktionsinriktade skötselåtgärder, som till exempel val av snabbväxande trädslag och skogsgödsling. Intensivare skogsbruk riktar sig till de PG-bestånd som erbjuder särskilda möjligheter till att skapa hög tillväxt och högt kassaflöde och på hela eller delar av fastigheter med god infrastruktur och med god potential för ökad tillväxt (Amsby m.fl. 2023).

### ***Alternativ beståndsanpassade skötselmetoder (ABS)***

ABS avser andra metoder än det traditionella trakthyggesbruket. Dessa alternativa metoder ska främst användas när trakthyggesbruk inte anses vara ändamålsenligt med avseende på sociala, biologiska och/eller skötselmässiga värden. De kan även bli aktuellt när skogsägaren vill prioritera andra värden än de virkesekonomiska och/eller prioritera de virkesekonomiska men även inkludera andra värden. ABS riktar sig framför allt till bestånd inom målklassen NS och PF men kan även förekomma inom PG bestånd (Amsby m.fl. 2023).

Metoder som ingår i ABS är selektiv gallring, förstärkning av briststrukturer, föryngringsavverkning med förstärkt hänsyn, skärmställning, luck-/kanthuggning, blädning samt naturvårdsbränning, Norra Skog har tagit fram en ABS-tabell, vilken ska fungera som en guide för val av metod vid olika prioriterade värden, se tabell 1 (Amsby m.fl. 2023).

Tabell 1: Guidande ABS-modell för rekommendation kring val av skötselmodell baserad på forskning kopplat till de tre olika ändamålet: Sociala, biologiska och skötselmässiga värden. Färgerna indikerar lämplighet kopplat till virkesproduktion, där grön = ok, gult = kan gå och rött = ej ok (Amsby m.fl. 2023).

Värde	Förutsättningar	Selektiv gallring	Förstärka briar- strukturer	Förnyings- avverkning	Förnyings- avverkning Förstärkt hänsyn	Skärm- ställning tall	Overhullen skärm	Skärm- ställning gran	Skärm- ställning björk	Luck/kont- huggring	Bladning	Naturvårds- bränning
<b>Sociala</b>	Historiska värden	Grön	Gult	Gult	Grön	Gult	Grön	Grön	Grön	Grön	Gult	Gult
	Rekreations- värden	Grön	Gult	Gult	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Gult
<b>Biologiska</b>	Brandpräglade	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Grön	Rött	Rött	Gult	Rött	Grön
	Betes- präglade	Grön	Gult	Gult	Grön	Grön	Grön	Gult	Grön	Grön	Grön	Rött
	Vatten- präglade	Grön	Grön	Grön	Rött	Rött	Rött	Grön	Grön	Grön	Grön	Rött
	Småskaliga strömningar	Grön	Grön	Rött	Rött	Rött	Rött	Gult	Grön	Grön	Grön	Gult
	Virkesproduktion	Grön	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Grön	Grön	Grön	Grön	Gult
	Bruknings- restriktioner	Grön	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Grön	Grön	Grön	Grön	Gult
	Tekniska svårigheter	Gult	Grön	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Grön
	Svårtyngrat	Grön	Gult	Rött	Rött	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Grön
	Speciella önskemål	Grön	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult	Gult

grönt=ok gult=kan gå rött=ej ok



### **Skogsägarstrategi**

Skogsägarstrategi är en tjänst som skapar ett beslutsunderlag för skogsägaren, baserat på en frågeenkät och data från skogsbruksplanen. Frågeenkäten består av vägvalsfrågor som ska definiera skogsägarens mål med skogsinnehavet. Resultatet från enkäten och data från skogsbruksplanen kombineras i analysprogrammet Heureka PlanVis. Programmet optimerar skogsskötsel baserat på den strategi som passar skogsägaren och dennes fastighet. Skogsägarstrategi skapar en åtgärdsplan för de tio närmaste åren, samt den förväntade ekonomiska avkastningen för de kommande 50 åren. Tjänsten rekommenderas för fastigheter som består av minst 100 hektar produktiv skogsmark (Norra Skog 2022a). Strategin är begränsad för att identifiera skoglig rådgivning inom skötselmodellen 3T.

### **Skogliga beslutsstödsystem**

Skoglig skötsel och planering har ökat i komplexitet. Datorisering och utveckling av skogliga system har sporrat utvecklingen av skogliga beslutsstödsystem (DSS – från engelska Decision Support Systems). Ett DSS är ett datorbaserat system som hjälper vid beslutstagande, genom analyser och problemlösning. Ett DSS inkluderar vanligtvis tre grundläggande komponenter: Ett system med skogliga modeller, ett databashanteringssystem och ett användargränssnitt (Vacik m.fl. 2015). Skogliga DSS kan lösa problem för olika spatiala skalor, från beståndsnivå, fastighetsnivå, landskapsnivå, regionalnivå till nationell nivå. Då förutsättningar för skogsbruket skiljer sig över världen så förekommer det skogliga DSS som är specialiserade för olika länder, med bland annat lokalt anpassade tillväxtmodeller (Nordström m.fl. 2019). Grundsytet med skogliga DSS är att simulera utfallet av ekosystemtjänster som virke, biobränsle och kolinbindning samt skogstillståndets utveckling över tid som följs olika åtgärder och skogsskötselprogram. Alla skogliga DSS innehåller en simuleringsmöjlighet, en del DSS innehåller även en optimeringsmöjlighet vilket möjliggör för programmet att sammansätta skogliga åtgärder till en skötselmetod för en specifik måluppfyllelse. Ett DSS som både har möjlighet till simulering och optimering är Heureka PlanVis, vilket är en del av Heurekasystemet som är framtaget och utvecklat av SLU (Wiktröm m.fl. 2011;Lämås m.fl. 2023).

## **1.2 Syfte och mål**

Huvudsytet med projektet är att utveckla Norra Skogs beslutsstödtjänst genom att anpassa tjänsten skogsägarstrategier till fler mål och leva upp till företagets begrepp *Värdeskapande skogsskötsel*.

Ett första delsyfte är att utveckla och inkludera skötselmetoder som ingår i skötselmodellerna ABS och 4T som simulerings- och optimeringsmodeller i

Heureka PlanVis kopplat till tjänsten. Det andra syftet omfattar utveckling av vägvalsfrågor för skogsägare med mål att identifiera de olika huvudkategorierna för värdeskapande skogsskötsel.

## 2. Material och Metod

### 2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien syftade till att bestämma olika egenskaper som identifierar områden/avdelningar som kan vara lämpliga för ABS samt 4T. För att egenskaper ska vara relevanta skall dessa återfinnas i skogsbruksplanen, alternativt vara enkla att samla in i samband med en inventering. De olika skogsskötselmetoder som inkluderas i ABS och 4T enligt Norra Skog fastställdes och, vidare studerades de enskilda skötselmetoderna för att definiera olika egenskaper som kan identifiera avdelningar som passar för respektive metod. Skötselmetoder som ansågs svåra att koppla till specifika egenskaper sorterades bort.

Litteraturstudien skulle även fånga upp intresse av ABS och 4T samt hur man på kan forma vägvalsfrågor för att identifiera behovet av ABS och/eller 4T hos skogsägaren.

### 2.2 Heureka systemet

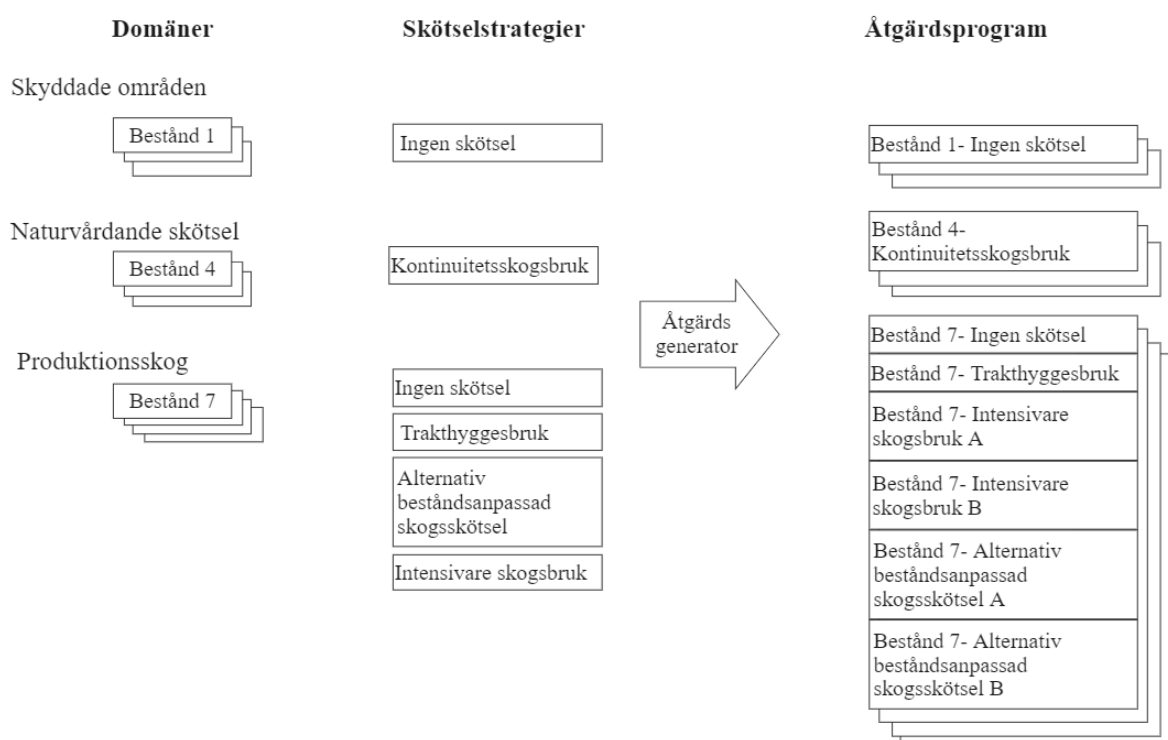
Programmet som används i projektet är Heureka PlanVis (Version 2.21) med Gurobi (10.0.1) som extern lösare av optimeringsproblem.

Heureka systemet är en programserie som förvaltas och utvecklas av institutionen för Skoglig Resurshushållning vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Programserien innehåller flera olika analyser, planer och scenarion för skogsskötsel och kan användas för kort- och långsiktig utveckling av skogliga ekosystemtjänster och värden (SLU 2022). Heureka systemets programserie innehåller applikationerna BeståndsVis (beståndsnivå), PlanVis (fastighetssnivå), RegVis (regionalnivå) samt PlanEval (planevaluering) (Lämås m.fl. 2023). I detta arbete kommer endast PlanVis att användas.

Heureka PlanVis är ett analys- och planeringsverktyg som kan användas för både taktisk- och strategisk planering och används vid skoglig planering av medelstora till stora skogsinnehav. PlanVis simulerar ett antal möjliga handlingsalternativ för varje bestånd där både skötselåtgärder och avverkningar presenteras samt vad konsekvenserna blir av de olika alternativen. Skötseln optimeras sedan utifrån uppsatta mål som användare själv formulerar i programmet. En långsiktig planering i Heureka PlanVis simuleras vanligen över en rotationsperiod, indelade i femårsperioder. Programmet hanterar bland annat olika aspekter kopplade till natur- och miljövård, inlagring av kol, skogens lämplighet för rekreation samt virkes- och biobränsleproduktion (Lämås et al. 2023).

### Simulering av skötselalternativ

Heureka PlanVis uppbyggnad och hur bestånd simuleras för olika skötselalternativ framgår av figur 1.



Figur 1 : Figuren illustrera termen domän (vänster), skötselstrategier (mitten) och åtgärdsprogram (höger).

### ***Domäner***

Domäner innebär att skogsbestånden delas in i grupper av skötselenheter baserat på beståndens egenskaper. Användaren skapar domänerna vilket sätter ramarna för skogens brukande då domäner kopplas till skötselkategorier som påverkar till exempel avverkningssålder, gödsling, antal gallringar, gallringsform och trädslagsval vid röjning och gallring (Lämås m.fl. 2023).

### ***Skötselstrategier***

Användare definierar vilka skötselstrategier som ska tillämpas när man simulerar skogens tillstånd in i framtiden, det kan handla om gruppbehandling av bestånd i domäner kopplat till läge eller kopplat till olika egenskaper som till exempel dominerade trädslag, förvaltningsklass och skyddsstatus (Lämås m.fl. 2023).

### ***Åtgärdsprogram***

Varje åtgärdsprogram innehåller en serie av åtgärder som exempel plantering, gallring, och slutavverkning för varje bestånd från början till slutet av den bestämda simulerade perioden (Lämås m.fl. 2023).

### ***Skötselprogramsgenerator***

Heurekas skötselprogramsgenerator simulerar en uppsättning möjliga skötselprogram. För varje bestånd kan en eller flera skötselstrategier simuleras, se figur 1. Varje skötselprogram består av en sekvens av åtgärder som exempel plantering, gallring och slutavverkning från start till slutet av simuleringsperioden. Dessa resultatvariabler kan användas som parametrar i efterföljande optimering (Lämås m.fl. 2023).

### **Optimering**

Optimeringsverktyget väljer de optimala skötselprogrammen för varje bestånd så att de användardefinierade målfunktionerna maximeras eller minimeras, med de användardefinierade restriktionerna är uppfyllda (Lämås m.fl. 2023). Vanliga formuleringar kan handla om att maximera nuvärdet av brukandet givet restriktioner för miljö- och naturvård samt skapa en jämn intäktsnivå och virkesflöde (Eriksson m.fl. 2021).

## **2.3 Framtagandet av skogsägarstrategi**

Framtagandet av skogsägarstrategi för ABS och 4T grundar sig i litteraturstudien om vilka beståndsegenskaper som kan kopplas till valda skötselstrategier samt tillgängligt data från skogsbruksplanen. Arbetet i Heureka PlanVis inspireras från den ursprungliga modellen för Norra Skogs skogsägarstrategi. Framtagandet av kostnader som användes i modellen återfinns i bilaga 1.

Skyddade områden (NO), naturvårdande skötsel (NS) och produktionsskog (PG) kopplas ihop med skogsdomänerna från skogsbruksplanen. Skogsskötselstrategier som uppfyller definitionerna av ingen skötsel, kontinuitetsskogsbruk, trakthyggesbruk, alternativ beståndsanpassad skogsskötsel och intensivare skogsbruk implementeras och kopplas ihop med respektive skogsdomän. Åtgärdsgeneratoren används för att simulera åtgärdsprogram för respektive bestånd, se figur 1.

### **Optimering**

Den ursprungliga optimeringsmodellen, som maximerar nuvärdet utifrån 3T och skogsägarens målformulering, används som grund till den nya. Parametrar som omfattar ABS och 4T adderas. Fem nya variabler tillförts, dessa kopplas ihop med två restriktioner för vardera variabel, se tabell 2.

*Tabell 2 : Variabler och restriktioner som implementeras i den nya skogsägarstrategins optimeringsmodell.*

<b>Variabel</b>	<b>Restriktion</b>
Areal Contorta	Max Areal Contorta Min Areal Contorta
Areal Lärk	Max Areal Lärk Min Areal Lärk
Areal Contorta och Lärk	Max Areal Contorta och Lärk Min Areal Contorta och Lärk
Areal Gödsling	Max Areal Gödsling Min Areal Gödsling
Areal ABS	Max Areal ABS Min Areal ABS

### **Vägvalsfrågor**

För att definiera behovet av ABS och/eller 4T hos skogsägaren utvecklades den redan befintliga vägvalsfrågeguiden, genom att sammanställa information om fördelar/ nackdelar för de olika skötselmodellerna. Frågorna i guiden ska vara enkla att förstå, få till antal men samtidigt fånga upp eventuellt intresse av skötselmetoder som placeras inom ramarna för ABS och 4T. Svaren på vägvalsfrågorna ska koppla till möjliga justeringar i Heureka PlanVis. Framtagandet av vägvalsfrågor påbörjades med en litteraturstudie som i kombination med val i Heureka PlanVis och avdelningsdata mynnade ut i ett antal enklare frågor som definierar nivå av behovet. För att fastställa vägvalsfrågorna kontrollerades de med tre personer, väl insatta i Norra skogs skogsägarstrategi, och efter återkoppling justerades frågorna i vissa fall.

## 2.4 Test av skogsägarstrategi

För att analysera, testa och justera den nya skogsägarstrategin och vägvalsfrågorna användes skogsfastigheter fördelade över Norra Skogs verksamhetsområde med uppdaterade skogsbruksplaner samt skogsägare med olika målformuleringar.

Norra Skogs verksamhetsområde omfattar i huvudsak de fyra nordligaste länen i Sverige, indelat i tio virkesområden fördelat över tre fältområden: Nord, Öst och Väst. Tjänsten skogsägarstrategi rekommenderas till föreningens medlemmar över hela verksamhetsområdet som innehar en fastighet på minst 100 hektar produktiv skogsmark med en uppdaterad skogsbruksplan.

För att täcka hela verksamhetsområdet valdes fyra skogsinnehav: ett från fältområde öst, ett från fältområde väst och två från fältområde nord (en kustnära och en i inlandet) i varierande storlek, se tabell 3.

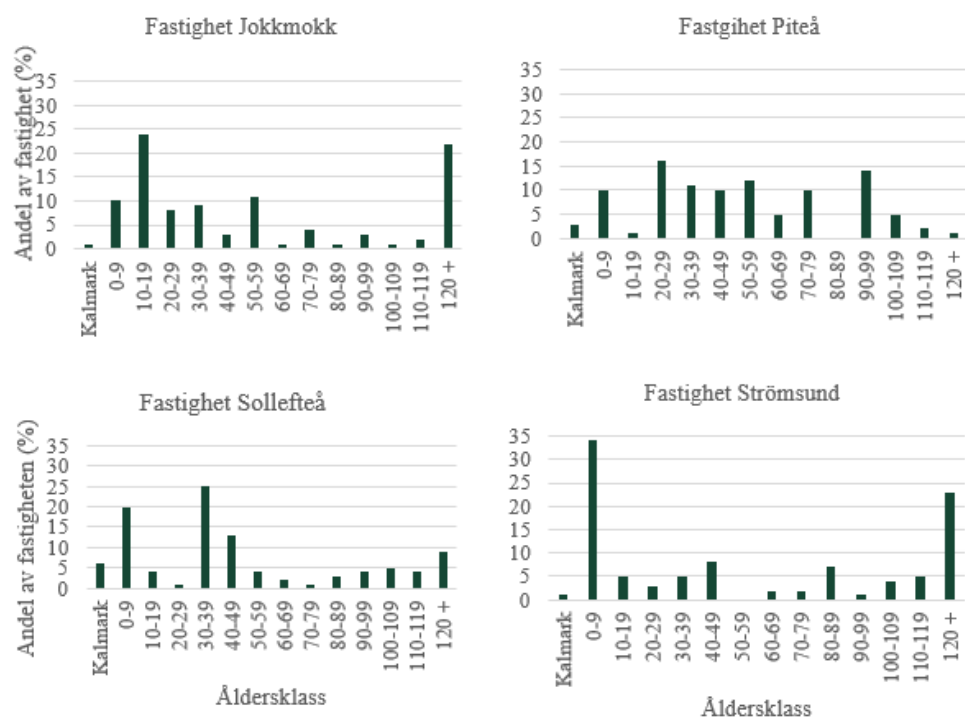
Tabell 3 : Valda fastigheter vid test av modellen.

<b>Fastighet</b>	<b>Fältområde</b>	<b>Kommun</b>	<b>Produktiv skogsmarksareal (ha)</b>
Jokkmokk	Nord (inlandet)	Jokkmokks Kommun	511
Piteå	Nord (kust)	Piteå Kommun	139
Sollefteå	Öst	Sollefteå Kommun	393
Strömsund	Väst	Strömsunds Kommun	176

Skogens ålder kan användas som indikator för många faktorer, bland annat kan den indikera när olika åtgärder ska införas, vilket har en påverkan på bland annat kassaflödet. Det kan även användas för att indikera graden av naturvärden som finns över fastigheten (SLU 2001). Gällande brukningsenheter större än 50 hektar finns det lagar som begränsar den areal ungskog<sup>5</sup> som får finnas (Skogsstyrelsen 2022f). Kopplat till ovanstående har fastigheter med varierande ålderklassfördelning valts, se figur 2.

---

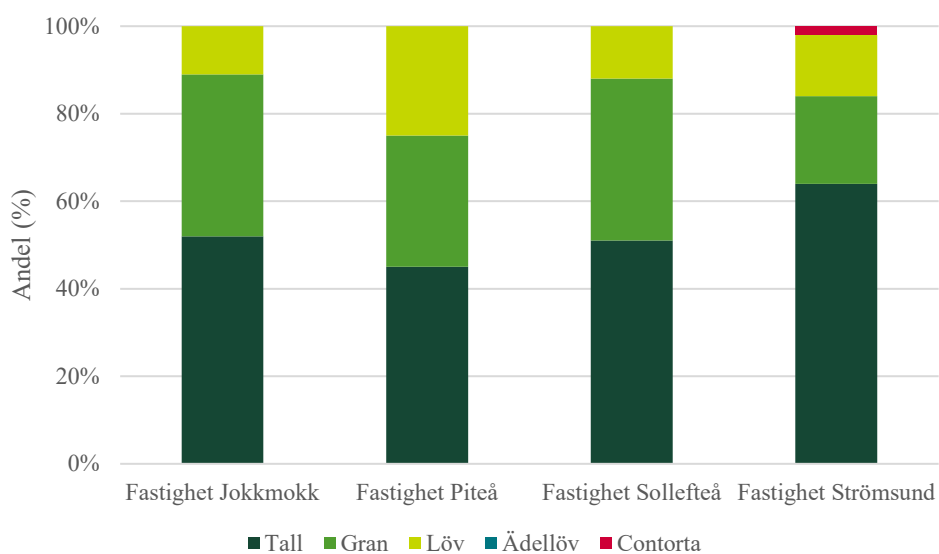
<sup>5</sup> Skog yngre än 20 år



Figur 2 : Åldersklassfördelning för de fyra olika fastigheterna, andel %.

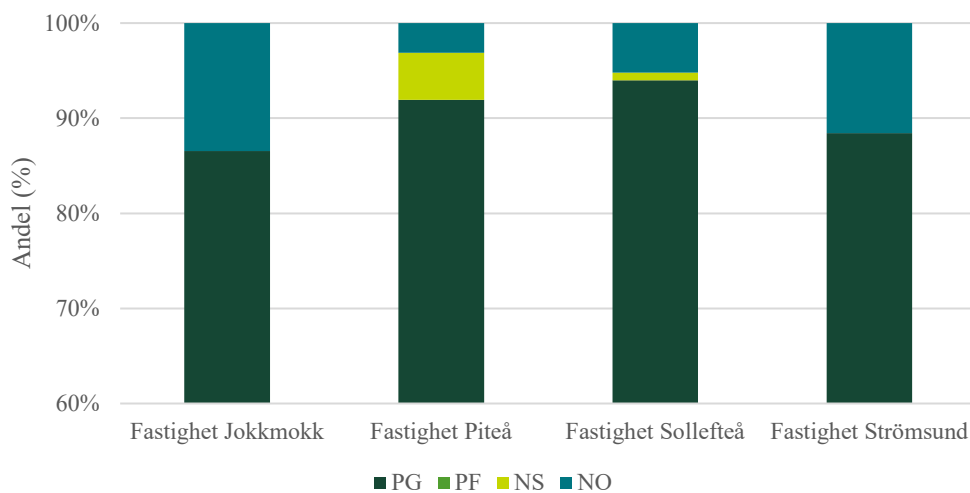
Fastighetens trädslagfördelning är även en viktig indikator, den påverkar bland annat tillväxt, åtgärdsformer, skaderisk och naturvärden. Generellt så domineras skogarna inom Norra skogs verksamhetsområden, Norrland, av rena tall- eller granskogar. Utöver tall- och grandominerade skogar är fördelningen cirka tre % contortatall, cirka 13 % är barrblandskog, cirka sju % blandskogar och cirka fem % lövskog (SLU 2023). Figur 3 visar trädslagfördelningen över de valda fastigheterna.





Figur 3 : Trädslagsfördelning baserat på volym fördelat över de fyra olika fastigheterna, %.

Skogsbruksplanens målklassning påverkar vilka åtgärder som får utföras, inom NO-områden får ingen skötsel ske medan inom NS-områden får naturvårdande skötsel utföras. NS-områden är ett av de områden som skötselmodellen ABS inriktar sig på. Målklassfördelning över valda fastigheter visas i figur 4.



Figur 4 : Andel av produktiv skogsmarksareal i respektive målklass, %.

För att testa den nya skogsägarstrategin har fyra olika fiktiva skogsägare, baserat på litteraturstudien, skapats och parats ihop med en fastighet.

### ***Målformulering skogsägare - fastighet Jokkmokk***

Skogsägaren har ett stort intresse av att öka fastighetens virkesproduktion, det finns ett intresse av att implementera snabbväxande trädslag och skogsgödsling. Intresse för ABS finns inte. Resterande ska skötas med 3T.

### ***Målformulering skogsägare - fastighet Piteå***

Skogsägaren har kombinerade mål med sitt skogsbruk. Det finns ett intresse av att öka andelen snabbväxande trädslag med jämn fördelning mellan Contorta och Lärk samt ett intresse av att applicera ABS. Största delen ska däremot skötas med 3T.

### ***Målformulering skogsägare - fastighet Sollefteå***

Skogsägaren har inget intresse av intensivare skötsel, men har ett intresse av att öka andelen ABS över fastigheten. Resterande ska skötas med 3T.

### ***Målformulering skogsägare - fastighet Strömsund***

Skogsägaren är intresserad av att öka produktionen, men endast kortsiktigt genom skogsgödsling. Det finns inget intresse av snabbväxande trädslag eller ABS. Resterande ska skötas med 3T.

För att testa den nya skogsägarstrategin exporterades avdelningsdata och kartor från skogsbruksplanen från programmet Skogsägarplan PC (Splan) till csv filer, som sedan importerades in i Heureka PlanVis. Optimeringsmodellen anpassas sedan efter respektive skogsägares målformulering kopplat till respektive fastighet, även en optimering per fastighet med standardinställningar<sup>6</sup>, exklusive ABS och/eller 4T, utfördes. Totalt gjordes åtta optimeringar, dvs två optimeringar per fastighet.

Utfallet från optimeringarna kopplat till skogsägarnas målformuleringar presenteras, där viktiga faktorer som till exempel ekonomi och avverkad volym lyfts fram. En jämförelse mellan optimeringarna per fastighet redovisas för att förtydliga skillnader i utfall kopplat till de olika skogsskötselmetoderna.

## **2.5 Utvärdering**

För att utvärdera rimligheten i föreslagna skötselmetoder i Heureka PlanVis utförs ett fältbesök på fastighet 2. Utvalda avdelningar inom fastigheten som föreslagits skötselmetoder som klassificeras inom ramen för ABS och/eller 4T besöktes och en subjektiv rimlighetsanalys utfördes.

---

<sup>6</sup> Inställningar för normalskogsbruk, 3T

För att skapa en uppfattning hur känslig analysen är för prisförändringar har en känslighetsanalys utförts, analysen har skett genom att förändra prislistan och sedan jämföra nuvärdet. Vilket visar att en prisökning på sågtimmer med cirka 7 %, barrmassa med cirka 14 % och lövmassa med cirka 19 % ger liknande förändring i nuvärde.

För att fastställa tolkningar av Norra Skogs definitioner av tjänsten skogsägarstrategier samt skötselmodellerna inom Värdeskapande skogsskötsel, har två anställda, Nils Broman och Erik Andersson, som är delaktiga i framställandet av Arbetsrapport – ABS, vilket delar av arbetet grundar sig på, läsa igenom och bekräftat tolkning av innehåll.

För att utvärdera de framtagna vägvalfrågorna har tre anställda hos Norra Skog, Filip Hammar, Henrik Wikman och Mattias Eising, som är väl insatta inom tjänsten skogsägarstrategi, fått ta del av frågorna och återkommit med synpunkter.

## 2.6 Avgränsningar

Projektet avgränsar sig till ett DSS, Heureka PlanVis. Tillväxtmodellerna i Heureka PlanVis är framtagna för svenska klimat och hittills tillämpat skogsbruk, vilket gör modellen ej är lämplig för analyser som inte uppfyller dessa förutsättningar.

Data som används i simuleringar och optimeringar är inte specifikt framtaget för att används i Heureka PlanVis och forma en skogsägarstrategi, utan det är framtaget för skogsbruksplaner. Detta skapar vissa begränsningar i modellen, till exempel kan inte skotningsavstånd räknas med i avverkningskostnader. Priser och kostnader i simuleringen antas vara konstanta över tid.

Det är endast fyra fastigheter som analyseras i projektet, trots variation i storlek och geografisk spridning kan inte alla variationer som finns över verksamhetsområdet täckas in. Varje fastighet tilldelades en skogsägare med en fiktiv målformulering, målformuleringarna grundar sig inte i någon litteraturstudie utan sammanställs endast för att testa modellen.

Vägvalsfrågorna har inte förankrats med medlemmar i Norra Skog, utan har formats utifrån redan befintliga vägvalsfrågor och kommunicerats med personer som är väl insatta i tjänsten skogsägarstrategi hos Norra Skog. Detta då huvudfokus med studien har varit att utforma skogsägarstrategi i Heureka PlanVis. Det kan innebära att frågorna måste förtydligas alternativt vara fler till antal för att täcka in fler intressen.

Av dessa fyra fastigheter är det endast en som besöks i fält för att kontrollera om föreslagna skötselmetoder är lämpliga på respektive avdelning. Genom att endast göra ett fältbesök är det svårt att bekräfta eller dementera om modellens rimlighet vad gäller åtgärdsförslag. Utvärderingen kommer att grunda sig på en subjektiv bedömning i fält.

## 3. Resultat

### 3.1 Litteraturstudie

#### **Tidigare studier**

Det finns framför allt två tidigare studier som sammanställer och formulerar de vanligaste formerna av skogsägarstrategier, i form av målformuleringar, som förekommer hos de privata enskilda skogsägarna. I båda fallen har intervjuer med skogsägare varit en stor del av studien.

Anderssons (2012) studie syftade till att ta fram olika skogskötselstrategier som svarade mot vanliga mål en skogsägare har samt att fastställa vilka nyttor som är viktigast. Litteraturstudien resulterade i fem olika strategier: Bästa förvaltning av skogskapital, Gynnande av biologiska mångfald, Öka virkesförrådet, Jämn avverkningsnivå samt Öka tillväxten. En enkätundersökning kopplat till vad skogsägarnas tyckte kring de framtagna skogsägarstrategierna visade att strategin Öka virkesförrådet och Bäst förvaltning av skogskapital var de mest populära strategierna. De vanligaste nyttorna var att tillgodogöra sig pengar vid försäljning av timmer och massaved samt försäljning av fastighet. En slutsats från studien var att det finns ett intresse från medlemmarna att få mer information om hur skogen kan skötas än det som uppges i skogsbruksplanen.

Österhult Brehmer (2016) var den som utformade första versionen av tjänsten skogsägarstrategi för Norra Skogsägarna. Inledningsvis börjar arbetet med en litteraturstudie för att skapa en bild över de enskilda skogsägarnas mål gällande brukande av skogen. Litteraturstudie resulterade i sex olika strategier: Maximera, Spara, Inkomst, Natur, Kombinera och Jakt. Medlemmarna i skogsägarföreningen fick svara på en enkät gällande vilka strategier som passa bäst in på deras mål, vilket resulterade i att ”Kapital”, ”Värdetillväxt” och ”Kombination” var de mest eftertraktade. Heureka PlanVis modellerna gällande dessa tre strategier gjordes mer differentierade och skapade tjänsten skogsägarstrategi. Studien visar att det finns ett intresse för målformulering hos de enskilda skogsägarna samt att redovisningen från Heureka PlanVis bör hållas enkel.

## Efterfrågan av skötselmodeller

Det finns en intensifierad kritik mot hållbarheten i det traditionella skogsbruket som framför allt baseras på skogsskötselmetoden trakthyggesbruk. Intresset för alternativa skötselmetoder hos de privata enskilda skogsägarna i Sverige är inte fastställt, men i en studie gjort av Husa och Kosenius (2021) visar att 60 % av de privata enskilda skogsägarna i Finland har en positiv inställning till att testa hyggesfria metoder. I en lokal undersökning visar Hafmars (2021) examensarbete indikationer på att 53 % av privata enskilda skogsägarna i Jämtlands län har ett intresse för att implementera hyggesfria metoder i deras skogsbruk. Det finns även fler indikationer på att intresset för alternativa skötselmetoder ökar genom olika projekt inom ämnet, däribland Skogsstyrelsens projekt *”Ett mer variationsrikt skogsbruk”* och *”Projekt om hyggesfritt skogsbruk”* (Skogsstyrelsen 2023). Formas, ett statligt forskningsråd för hållbarutveckling, har en aktiv utlysning vid namn *”Nya former av skogsskötsel för flera samhällsmål”* vilken riktar sig till finansiering av forskning inom ramen för alternativa skogsskötselmetoder. Det finns även ett ökat fokus på de privata enskilda skogsägarna och deras möjlighet till att välja skogsbruksmetoder anpassade efter deras målformuleringar (Formas 2022). Utlysningen visar att det finns en efterfrågan av kunskap kring alternativa skogsskötselmetoder inom alla nivåer, från den privata enskilda skogsägaren upp till EU-nivå.

Hertog m.fl. (2022) har gjort en studie gällande barriärer för att öka användningen av hyggesfritt skogsbruk i Sverige. Studien visar att kultur, skoglig utbildning, skogsindustrin och virkesmarknaden är det som främst hämmar utvecklingen av användningen av hyggesfritt skogsbruk. Hyggesfritt betraktas fortfarande som en nischad skogsskötselmetod inom det svenska skogsbruket. Skötselmetoden har blivit väl etablerat och mottagit med positiv attityd i de centrala delar av Europa till skillnad mot mottagandet i Sverige och Finland, där systemet har mötts med skepsis (Axelsson & Angelstam 2011). Trots att det finns studier som visar att skötselmetoden medför positiv påverkan på ekosystemtjänster, bättre förhållanden för rennäringen (Korosuo m.fl. 2014; Eggers m.fl. 2019) samt skapar högre sociala och ekologiska värden (Pang m.fl. 2017; Zanchi & Brady 2019) än det traditionella trakthyggesbruket.

Kopplat till klimatförändringen och åtgärder för att minska den har förslag gällande intensifiering av det svenska skogsbruket uppkommit, detta för att nå den ökade efterfrågan efter biobränsle samt skogens effekt som kolsänka. Många av de produktionshöjande åtgärderna som gödsling, kloner, exotiska träarter och snabbväxande träslag har varit reglerade i användning av den svenska lagen och skogsbrukscertifieringar (Lidskog m.fl. 2013).

### ***Skogsägarnas mål***

Varje skogsägare har sina unika mål med sitt brukande av skogen, vilket även gör att det finns många frågor att ta ställning till och olika vägval inom skogsbruket (KSLA 2017). Det är upp till den enskilda skogsägaren att fastställa målen med brukandet, inom lagens ramar, men det är vanlig att skogsägarens beslut påverkas av skogliga rådgivare, renägare, grannfastigheter, jägare och friluftsentressen (KSLA 2017). Kungliga Skogs – och Lantbruksakademin (KSLA) har genomfört träffar med skogsägare i både Norge och Sverige för att skapa sig en bild över skogsägarnas mål med sin skog, vilket visat att skogsägarens mål kan göra stor skillnad i skogen om fler skogsägare formulerar och förverkligar sina mål vilket i sin tur skulle leda till en mer variationsrik skog. Det är viktigt att den enskilda skogsägaren skapar genomtänkta och väl formulerade mål gällande sitt skogsinnehav, vilket i sin tur gör det lättare för ägaren att kommunicera sin målbild (KSLA 2017).

I en studie gjord av Curtis m.fl. (2023) som grundar sig i intervjuer, visade det sig att virkesköpare ger råd förlitade på personlig erfarenhet och information på bestånds- och fastighetssnivå men även att miljöaspekter ofta överskuggas av virkesproduktion. Landskapsplanering tillämpades sällan inom skoglig planering och skogsskötsel, trots att kompetensen kring ämnet ofta var god. Detta visar att det finns en underutnyttjad potential för effektiv balansering av virkesproduktion, begräsningar av klimatförändringar och bevarande av biologisk mångfald i landskapet genom privata aktörers rådgivning.

### **Skogsskötselåtgärder kopplat till beståndsegenskaper**

Litteraturstudien har undersökt vilka möjliga skogsskötselåtgärder som är lämpliga och möjliga att simulera och använda i 4T och ABS kopplat till beståndens egenskaper.

#### **Intensivare skogsbruk (4T)**

Med ett tillväxtinriktat skogsbruk menar Skogsstyrelsen (2022b) att skogsägaren bedriver en aktiv och intensiv skogsskötsel med inriktning på hög tillväxt och produktion av virke. Skogsbruksåtgärder kräver miljöhänsyn, ett tillväxtinriktat skogsbruk passar därför bättre på marker med låga eller normala miljövärden. Det finns flera åtgärder för att öka tillväxten, men de åtgärder som räknas som extra produktionshöjande åtgärder är skogsgödsling och användning av snabbväxande trädslag (Skogsstyrelsen 2022d).

### **Gödsling**

Enligt Skogsstyrelsen (2022) finns det sju baskrav att förhålla sig till vid gödsling, detta då all skog inte får en tillräcklig gödslingseffekt eller är lämpliga att gödsla av andra anledningar. Baskraven för gödsling är att det ska utföras på fastmark<sup>7</sup> med podsoljordmån, ståndortsindex ska vara mellan 16 och 30 meter, minst 80 % av grundytan ska bestå av barrträd, beståndet ska lägst vara i förstagallringsstadiet samt bestå av frisk och välsluten skog. För att fullt nyttja effekten från åtgärden samt minska risk för kväveläckage ska ingen avverkning utföras inom 8 – 10 år efter gödslingen.

Egenskaper: Avdelning över/nära, lägsta slutavverkningsålder, tidigare gallrade och ståndortindex mellan 16–30 meter.

Valet av trädslag påverkar virkesproduktionen, det finns en rad olika främmande trädslag som kan ge en hög virkesproduktion. Inom Norra Skogs verksamhetsområde är det främmande trädslaget Contortatall, *Pinus contorta*, och den inhemska Sibiriska lärken, *Larix sibirica* vanligast förekommande (Skogsstyrelsen 2022d).

### **Contortatall (*Pinus Contorta*)**

Contortatallen (Contorta) har en volymtillväxt som är cirka 30 till 40 % högre än den vanliga tallen, *Pinus sylvestris*, (Norgren 1995). Enligt Skogsstyrelsen (2013) finns det idag inget annat sätt som skulle på sikt höja virkesproduktionen som ett fullt nyttjande av contorta. Torra och friska marker, det vill säga vanliga tallmarker som vanligen karaktäriseras av ljung, lingon, kråkbär eller lav som fältskikt (Winqvist 2005), passar trädslaget bäst. Blir jorden för fuktig och blöt hämmas rotsystemet, och Contortatallarna blir instabila. På bördiga marker blir skillnaden mellan vanliga tall och contorta liten, därav bör contorta endast planteras på marker med ståndortindex T22 och lägre. Contorta är betas inte av älg, men är känsligare mot snötryck, vind och sorkangrepp än den vanliga tallen, därför är det viktigt att gallra i tid (Skogskunskap 2021a). Contorta får generellt inte användas söder om latitud 60° och inom en kilometer från naturreservat eller nationalpark (Skogskunskap 2022a).

Egenskaper: Vanliga tallmarker, ståndortsindex T22 eller lägre.

### **Lärk (*Larix spp.*)**

I Sverige är det framför allt två arter av lärk som används, hybridlärk (*Larix europaea x leptolepis*) i södra Sverige och sibirisk lärk (*Larix sibirica*) i norra Sverige. Hybridlärken är ett snabbväxande trädslag som kan vara ett alternativ på

---

<sup>7</sup> Max 30 cm humustäcke



bördiga marker i södra Sverige, den räknas som ett främmande trädslag. Sibirisk lärk har en tillväxt likt granen, men med en kortare omloppstid vilket gör den lönsammare, och bedöms vara ett inhemskt trädslag. Djup, lucker och frisk eller fuktig mark med sluttning med medelgoda ståndortsindex, T22-T28 eller G24-G28 (Arvidsson 2006) passar lärk. Frostlänta områden bör undvikas för hybridlärk (Skogskunskap 2021b).

Egenskaper: Frisk- och fuktig mark med medelgoda ståndorter

### **Alternativa bestånds Anpassade skötselmetoder (ABS)**

Det traditionella trakthyggesbruket är inte alltid ändamålsenligt med dess påverkan på sociala, biologiska och/eller skötselmässiga värden. Alternativa bestånds Anpassade skötselmetoder ska göra det möjligt att bedriva skogsskötsel kopplat till andra mål och/eller kombinera andra mål med de virkesproduktion (Amsby m.fl. 2023).

#### ***Selektiv gallring***

Gallring som avser att gynna ett specifikt trädslag eller att spara träd kopplat till ett specifikt attribut till exempel grova- eller kläna träd. Dessa områden går att identifiera som ”vanliga” gallringskogor, som benämns i skogsbruksplanen som G1 eller G2, inom NS-bestånd (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Vanliga gallringskogor

#### ***Förstärkta briststrukturer/värden***

Detta innebär åtgärder som förbättrar förutsättningar för olika identifierade värden, till exempel att hugga bort-, fälla- eller kata träd samt skapa virkeshögar med anledning att skapa substrat som vissa arter är beroende av. Denna åtgärd är lämplig för NS-bestånd och kan kombineras med andra åtgärder (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Lämplig för NS-bestånd.

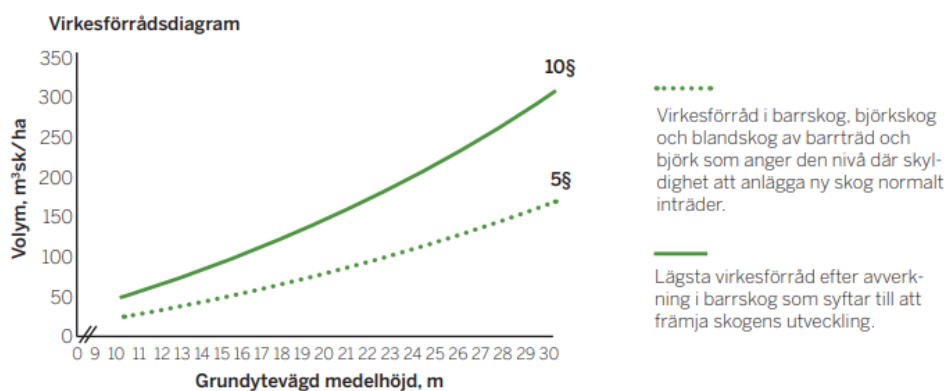
#### ***Föryngringsavverkning med förstärkt hänsyn***

Bestånd passande för föryngringsavverkning men delar av beståndet inkluderar särskilda värden som ska förstärkas eller bevaras i någon mån. Förstärkt hänsyn kan vara i form av att vissa områden lämnas orörda eller gallras i stället för att kalavverkas. Det kan även förekomma i form av lämnade korridorer mellan olika hänsynsområden i omkringliggande bestånd (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Avdelningar med högre kultur-, forn-, och/eller naturvärden än normalt.

### ***Skärmställning***

Skötselmetoden skärmställning kan variera i utförande och kan i vissa fall uppfylla kraven för att definieras som hyggesfritt (Amsby m.fl. 2023). Skogsstyrelsen definierar skötselmetoden skärmställning som hyggesfri om virkesförrådet efter första avverkningen inte underskrider 5 §-kurvan, se figur 5. Skärmen kan sedan ytterligare glesas ut till halva volymen av vad 5 §-kurvan anger när en godkänd förnygring etablerats. När förnygringen nått en medelhöjd på 2,5 meter får skärmen avvecklas (Skogsstyrelsen 2022c).



Figur 5: Virkesförrådsdiagram som visar Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen. 10§-kurvan visar den lägsta volym ett bestånd får erhålla efter avverkning, understiger det 5§-kurvan uppstår återbesogningsplikt (Andersson & Appelqvist 2020).

### ***Skärmställning av tall***

Fröträdställning och timmerställning inkluderas under begreppet skärmställning av tall. Lämpliga förutsättningar för skärmställning är frisk mark av blåbärstyp eller magrare, att bestånden är tidigare gallrade enligt gallringsmall och på så vis vindtåliga, en temperatursumma som överstiger 850 dygnsgrader samt maximalt 400 meter över havet (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Tall dominerat, max 400 meter över havet, mark av blåbärstyp eller svagare.

### ***Skärmställning av gran***

Grandominerade bestånd, med förutsättningar och tecken på naturlig förnygring, sker genom att succesiv utglesning i form av avverkning innan skärmen är helt avvecklad. Bestånd med skärmställning av gran har en ökad risk för stormskador med insektsangrepp som följd. För att ett bestånd ska passa som för denna

skötselmetod ska det finnas en god potential till föryngring, mark med örttyper, utan fältskikt eller starr-fräkentyper, stort antal stormfasta granar, fuktiga marker samt att temperatursumman bör överstiga 1000 dygnsgrader (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Grandominerade bestånd med markskikt av örttyp, utan fältskikt eller starr-fräkentyp. Temperatursumma över 1000 dygnsgrader.

### Skärmställning av löv

I norra delarna av Sverige innebär lövskärmar vanligen skärmar av björk med tänkt etablering av gran undertill. Det finns två olika former av lövskärm, högskärm vilket innebär att lövträd lämnas kvar vid avverkning samt lågskärm vilket innebär att självföryngrade björkar som uppkommit efter avverkning lämnas kvar efter röjning. Högskärm passar på fuktig/blöt mark där högt grundvatten, frost och växtlighet kan vara problematisk (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper (högskärm): Avdelningar dominerade av löv, fuktig/blöt mark.

### **Luckhuggning**

Metoden innebär att man tar upp små luckor inne i beståndet, i dessa luckor kan sedan beståndsföryngring etableras. Luckhuggning passar framför allt de skuggtåliga trädslagen, detta då det kan vara svårt komma åt med maskiner för att markbereda inför plantering. Om luckorna är 0,25 ha eller mindre räknas denna metod som hyggesfri enligt Skogsstyrelsen. En ny lucka får tas upp när medelhöjden på föryngringen i luckan nått 2,5 meter. Markförutsättningarna för god naturligföryngring är en viktig förutsättning för att luckhuggning ska fungera (Amsby m.fl. 2023). En version av luckhuggning är schackrutehuggning, vilket innebär att skogen delas in i ett rutmönster och avverkas i olika etapper ((Skogsstyrelsen 2022e).

Egenskaper: Avdelningar dominerade av skuggtåliga trädslag.

### **Kanthuggning**

Innebär att man hugger 5–30 meter breda remsor stegvis genom beståndet, i remsorna kan man kalhugga alternativt lämna fröträd. Metoden räknas inte som hyggesfri om inte remsorna kvalar in som luckor enligt Skogsstyrelsen. För att kanthuggning ska fungera krävs det goda föryngringsförutsättningar (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Avdelningar dominerade av skuggtåliga trädslag.

### ***Blädning***

Består av återkommande selektiv avverkning, mestadels av de grövsta träden. Beståndets volym, bonitet och inväxning av små träd avgör hur ofta och vilket uttag man gör. Vanliga blädningsformer är stamvis blädning och volymbädning. För att blädning ska vara relevant ska det vara en fullskiktad skog, markvegetation blåbär eller bättre, grundyta minst 70 % gran samt minst 150 m<sup>3</sup>sk/ ha i virkesförråd (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Avdelningar dominerade av skuggtåliga träd (minst 70% gran), fullskiktad skog, markvegetation blåbär eller bättre. Virkesförråd minst 150 m<sup>3</sup>sk/ha.

### ***Naturvårdsbränning***

Innebär att det utförs en bränning på ett bestånd som delvis avverkats. Syftet är att skapa en miljö som efterliknar naturliga skogsbränder, åtgärden kräver god planering och beståndet som ska brännas ska huvudsakligen bestå av tall vid bränning (Amsby m.fl. 2023).

Egenskaper: Avdelningar dominerade av tall

## **Exkluderade skötselmetoder i skogsägarstrategi**

### ***Förstärka briststrukturer/värden***

Det går att modellera kvarlämnande av träd samt påföra extra kostnader för detta i Heureka. Skötselmetoden kan variera i utformande vilket gör det svårt att modellera. En implementering av denna skötselmetod skulle kräva mer ingående data som definierar vilka briststrukturer/värden som ska förstärkas och på vilket sätt. Därav har denna skötselmetod exkluderats.

### ***Föryngringsavverkning med förstärkt hänsyn***

I Heureka PlanVis går det inte att identifiera kultur- och fornlämningar på något generellt sätt, därav exkluderas denna skötselmetod. Hänsynskrävande objekt inom avdelning bör ingå i hänsynsarealen vid planering.

### ***Naturvårdsbränning***

Det går att simulera kostnaden för åtgärden naturvårdsbränning i Heureka PlanVis, men åtgärderna kräver stora insatser och endast små arealer naturvårdsbränns varje år. Skötselmetoden är därav svår att modellera ekologiskt på ett generellt sätt. Detta gör att naturvårdsbränning exkluderas.

## 3.2 Vägvalsfrågor

Redovisade vägvalfrågor är ett tillägg till de redan befintliga, detta för att fånga upp skogsägarens intresse för ABS och 4T. Utformningen av frågorna baseras på i Heureka PlanVis. Alla fastigheter har begränsningar kring hur många avdelningar som är lämpade för respektive åtgärd beroende på avdelningsegenskaper, certifieringsregler samt skogsvårdslagen. Detta kan innebära att den valda andelen inte alltid går att uppnå, då sker en maximering av åtgärden på lämpliga avdelningar.

### **Intensivare skogsskötsel (4T)**

#### ***Skogsbrukscertifiering***

PEFC- och/eller FSC-certifieringar medför vissa begränsningar gällande användandet av främmande trädslag och skogsgödsling.

Finns det någon skogsbrukscertifiering? Om ja, ange dessa nedan.

---

#### ***Snabbväxande trädslag***

Snabbväxande trädslag är en åtgärd för att öka tillväxten, trädslag som är lämpliga att plantera inom Norra Skogs verksamhetsområde är det främmande trädslaget Contortatall som på lämpliga marker kan ge upp till 40% högre tillväxt än vanlig tall. Sibiriska lärken är ett annat trädslag som långsiktigt kan ge högre tillväxt än gran på passande marker. Analysen tar hänsyn till passande marker för respektive trädslag.

Finns det intresse av att använda sig av snabbväxande trädslag?

Ange inom intervallet<sup>8</sup> 0–100% (standardinställning är "Nej"):

---

Om ja, finns det en specifik fördelning mellan trädslagen?

Ange %uellt<sup>12</sup> 0–100% av ovanstående (standardinställning är "Nej"):

Contortatall: \_\_\_\_\_

Sibirisk lärk: \_\_\_\_\_

---

<sup>8</sup> Alla fastigheter har begränsningar kring hur många avdelningar som är lämpade för respektive åtgärd beroende på avdelningsdata, certifiering samt lagen. Detta kan innebära att den valda andelen inte alltid går att uppnå, då sker en maximering av åtgärden på lämpliga avdelningar.

### ***Skogsgödsling***

Kvävegödsling är en åtgärd för att öka lönsamheten under den senare delen av omloppstiden. Gödsling rekommenderas åtta till tio år innan en andra gallring och/eller innan slutavverkning, åtgärden ger normalt 10–20 extra kubikmeter per hektar och utförs endast på PG-områden. Notera att det är en åtgärd som innebär en kostnad med i genomsnitt ca 2800–3500 kr/ha.

Finns det intresse av skogsgödsling med kväve?

Ange inom intervallet<sup>13</sup> 0–100% (standardinställning är "Nej"):

---

### **Alternativa skogsskötselmetoder (ABS)**

Alternativa skötselmetoder innebär andra metoder än trakthyggesbruk används vid avverkning, vilket bland annat inkluderar blädning, selektiv gallring, skärmställning samt luck- och kanthuggning. ABS kan implementeras för att skapa ett varierat skogsbruk vilket kan öka de sociala, biologiska och ekologiska värdena. Många skötselmetoder som inkluderas i ABS kan anpassas så att de räknas som hyggesfria. ABS kan leda till minskad ekonomisk avkastning.

Finns det intresse för alternativa skötselmetoder?

Ange inom intervallet<sup>9</sup> 0 – 100% (standardinställning är "Nej"):

---

Finns det specifika bestånd i Skogsbruksplanen som bör behandlas med ABS, bortsett från NO och NS-områden? Exempelvis nära bebyggelse eller höga natur- eller rekreationsvärden? (standardinställning är "Nej"):

---

---

<sup>9</sup>Alla fastigheter har begränsningar kring hur många avdelningar som är lämpade för respektive åtgärd beroende på avdelningsdata, certifiering samt lagen. Detta kan innebära att den valda andelen inte alltid går att uppnå, då sker en maximering av åtgärden på lämpliga avdelningar.

### 3.3 Test av skogsägarstrategi

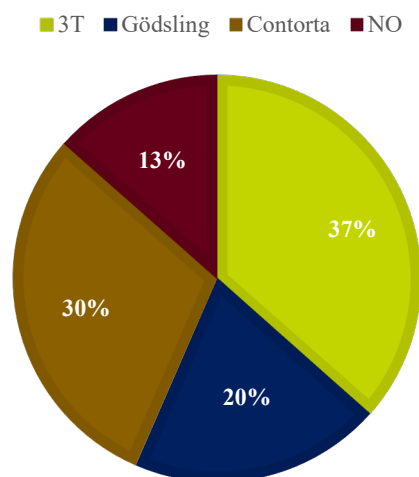
För att testa den utvecklade tjänsten skogsägarstrategi har fyra fiktiva skogsägare och deras skogsfastighet kopplats ihop med fyra olika målformuleringar. Fastigheterna har valts fördelat över hela verksamhetsområdet med varierande förutsättningar. De fiktiva skogsägarnas svar på vägvalsfrågorna kopplat till målformulering, se tabell 4. Kravet gällande jämn intäktsnivå gick inte att optimera i Heureka på ett lämpligt sätt. Kalkylränta, omloppstid och naturhänsyn är standard och tillhör de ursprungliga vägvalsfrågorna.

Tabell 4 : Skogsägarnas svar på respektive vägvalfråga.

Skogsägare/Fastighet	Vägvalsfrågor, %			
	1	2	3	4
Snabbväxande trädslag	30	20	-	5
Contorta / Lärk	-	50/50	-	100/0
Skogsgödsling	20	-	-	30
ABS	-	10	40	-
Kalkylränta	2,5	2,5	2,5	2,5
Intäktsnivå	-	-	-	-
Omloppstid	Nej	Nej	Nej	Nej
Naturhänsyn	5	5	5	5

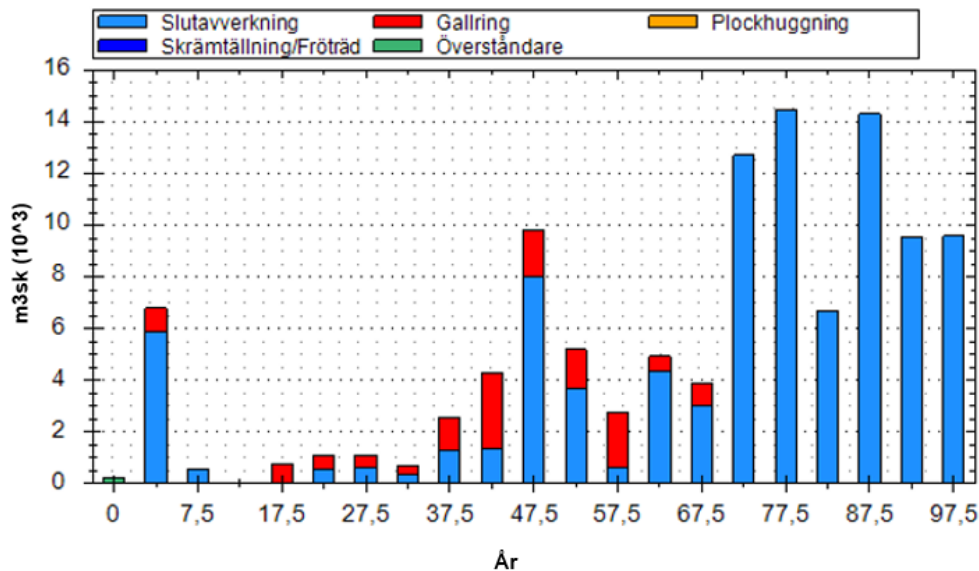
#### Fastighet Jokkmokk

Målformuleringen kopplas ihop med svaren på vägvalsfrågor från tabell 4. Skogsgödslad areal uppgick till 20 % av den produktiva skogsmarksarealen och areal med snabbväxande trädslag 30 %, se figur 6.



Figur 6 : Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Jokkmokk.

Figur 7 visar avverkningsprofilen över fastighet Jokkmokk under 100 år. Slutavverkning och gallring är de avverkningsformerna som förekommer under senare delen av framskrivningen då största delen av volymuttaget sker.



Figur 7: Avverkningsprofil för fastighet Jokkmokk med 4T inställningar

I en jämförelse mellan 3T och målformuleringar som innehåller 4T på fastighet Jokkmokk, visas att nettointäkterna för fastigheten ökar med cirka 2 milj. SEK samt att nuvärdet ökar med 657 SEK/ha vilket motsvarar en ökning i nuvärde på 336 000 SEK för hela fastigheten. Avverkade volymen ökar med nästan 9000 m³sk genom att delvis frångå 3T, över en 100 årsperiod, se tabell 5. Tabellen visar även att den stående volymen är cirka 4000 m³sk lägre hos skogskötselmetoder med 4T samt att stående- och liggande död ved vid optimeringens slut är något högre.

Tabell 5 : Skillnad mellan skogskötselmetoden 3T och delvis implementering av 4T. \* Över hela perioden, \*\* i slutet av den sista perioden.

	4T	3T	Differens
Nettointäkter (SEK)*	24 770 184	22 668 901	2 101 283
Kostnader (SEK)*	17 003 510	15 992 870	1 010 640
Nuvärde (SEK/ha)	11 112	10 455	657
Avverkad volym (m³sk)*	113 941	105 056	8 885
Stående volym (m³sk)**	36 459	40 192	-3 733
Död ved			
Liggande död ved (m³sk/ha)**	7,21	6,67	0,54
Stående död ved (m³sk/ha)**	11,73	10,81	0,92



Den löpande tillväxten är från period fem till och med period 17 något högre hos skogsskötselmetoder med 4T än skötselmetoder med endast 3T, se figur 8.

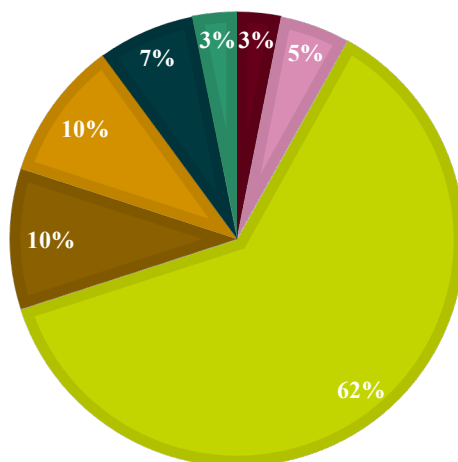


Figur 8: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år.

### Fastighet Piteå

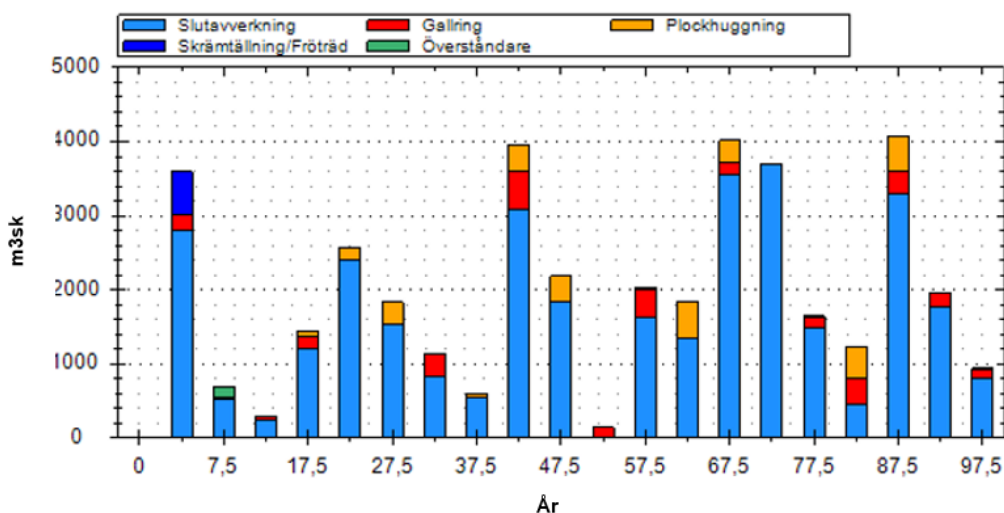
Målformuleringen för skogsägare 2 kopplas ihop med svaren på vägvalsfrågor från tabell 4. Arealen snabbväxande trädslag uppgick till 20 % av den produktiva skogsmarksarealen, jämnt fördelat mellan contortatall och lärk. Total areal ABS uppgick till tio %, sju % fördelat till blädning (CCF) och tre % skärmställning. Utfallet gällande fördelning av skogsskötselmetoder, se figur 9, stämmer överens med målformuleringen i tabell 4.

■ NO ■ NS ■ 3T ■ Contorta ■ Lärk ■ CCF ■ Skärmställning



Figur 9: Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Piteå.

Figur 10 visar avverkningsprofilen över fastighet Piteå under 21 perioder, vilket motsvarar 100 år. Slutavverkning är den skötselåtgärd som förekommer mest frekvent och har störst volymuttag från fastigheten, avverkning i form av skärmställning, plockhuggning, överståndare och gallring förekommer även över tid.



Figur 10: Avverkningsprofil för fastighet Piteå med ABS + 4T inställningar.

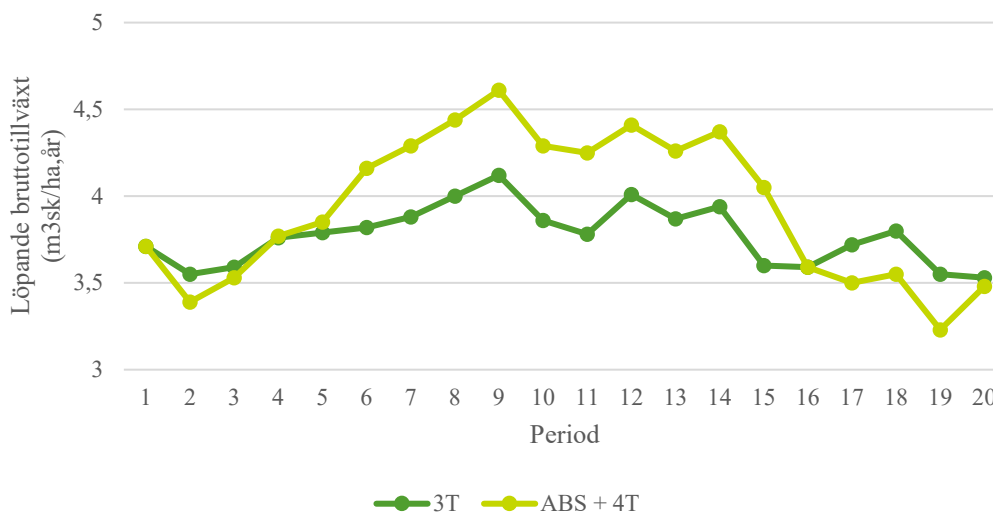
En jämförelse mellan 3T och målformuleringar som innehåller ABS och 4T på fastighet Piteå, visas att nettointäkterna från fastigheten ökar med 440 000 SEK samt att nuvärdet ökar med 887 SEK/ha vilket motsvarar en ökning på 124 000

SEK för hela fastigheten. Den avverkade volym är ca 3000 m<sup>3</sup>sk högre medan den stående volymen är ca 1000 m<sup>3</sup>sk lägre hos skogsskötselmetoder med ABS och 4T samt att stående- och liggande död ved vid optimeringens slut är något högre, se tabell 6.

Tabell 6 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av ABS och 4T. \* Över hela perioden, \*\* i slutet av den sista perioden.

	ABS & 4T	3T	Differens
Nettointäkter (SEK)*	8 837 048	8 394 307	442 741
Kostnader (SEK)*	5 761 720	5 415 750	345 970
Nuvärde (SEK/ha)	24 311	23 424	887
Avverkad volym (m <sup>3</sup> sk)*	40 796	37 780	3 016
Stående volym (m <sup>3</sup> sk)**	16 532	17 731	-1 199
Död ved			
Liggande död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	10,96	10,37	0,59
Stående död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	17,57	16,67	0,9

Skogsskötselmetoder som inkluderar ABS och 4T har en högre löpande brutto tillväxt mellan period fem till och med period 16, se figur 11.



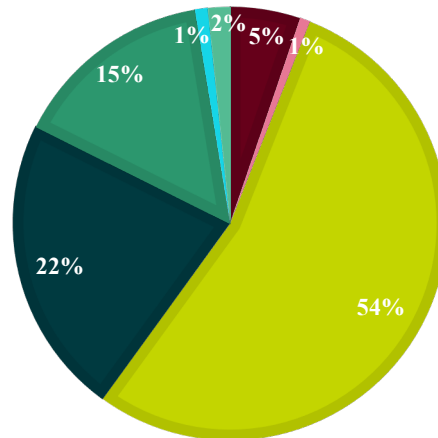
Figur 11: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år.

### Fastighet Sollefteå

Målformuleringen för skogsägare 3 kopplas ihop med svaren på vägvalsfrågor från tabell 4. Arealen ABS uppgår till 40 % av den totala produktiva skogsmarksarealen, där 22 % behandlas med skötselmetoden blädning (CCF), 15 % med skärmställning, en % med selektiv gallring samt två % med luck-/kanthuggning

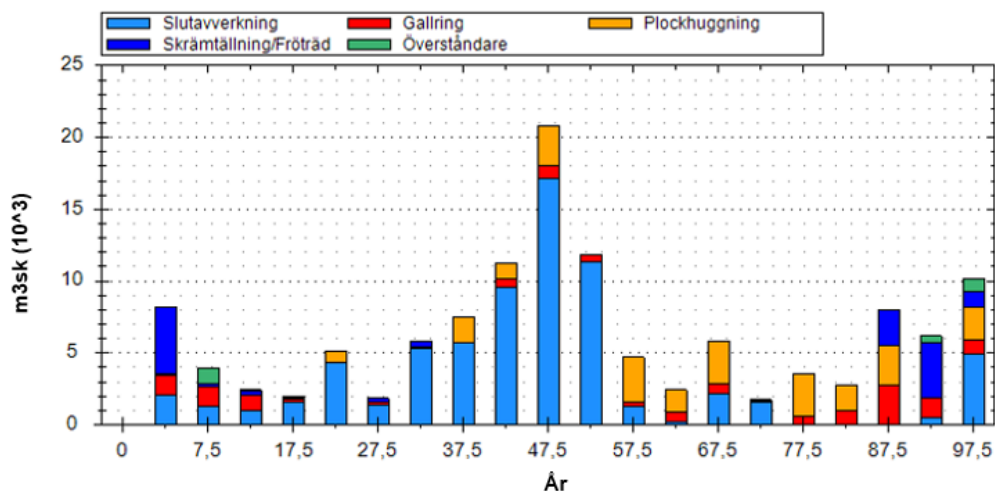
(schackrutehuggning). Utfallet gällande fördelning av skogsskötselmetoder, se figur 12, stämmer överens med målformuleringen i tabell 4.

■ NO ■ NS ■ 3T ■ CCF ■ Skärmställning ■ Selektiv gallring ■ Luck-/kanthuggning (Schackrutehuggning)



Figur 12: Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Sollefteå

Figur 13 visar avverkningsprofilen över fastighet tre under 21 perioder, vilket motsvarar 100 år. Slutavverkning är den skötselåtgärd som förekommer mest frekvent och tillgodoser störst volymuttag från fastigheten, avverkning i form av skärmställning, plockhuggning, överståndare och gallring förekommer även.



Figur 13: Avverkningsprofil för fastighet Sollefteå med ABS inställningar.

I en jämförelse mellan 3T och målformuleringen som innehåller ABS på fastighet Sollefteå, visas att nettointäkterna från fastigheten minskar med närmare 2,5 milj. SEK medan nuvärdet ökar med 534 SEK/ha vilket motsvarar en ökning på cirka 190 000 SEK för hela fastigheten. Avverkade volymen minskar med närmare

10 000 m<sup>3</sup>sk genom att delvis frångå 3T, se tabell 7. Tabellen visar även att den stående volymen vid optimeringens slut är näsan 16 000 m<sup>3</sup>sk högre hos skötselmetoder som inkluderar ABS.

Tabell 7 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av ABS. \* Över hela perioden, \*\* i slutet av den sista perioden.

	ABS	3T	Differens
Nettointäkter (SEK)*	30 487 149	32 943 455	-2 456 306
Kostnader (SEK)*	17 635 098	18 918 792	-1 283 694
Nuvärde (SEK/ha)	33 654	33 120	534
Avverkad volym (m <sup>3</sup> sk)*	128 550	138 346	-9 796
Stående volym (m <sup>3</sup> sk)**	75 725	60 049	15 677
Död ved			
Liggande död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	10,41	10,6	-0,19
Stående död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	17,62	16,96	0,66

Den löpande bruttotillväxten är relativt jämn över den körda perioden, skötselmetoder som inkluderar ABS har något högre tillväxt från och med period 14, vilket beror på mindre avverkning och mer stående volym med god tillväxt, se figur 14.

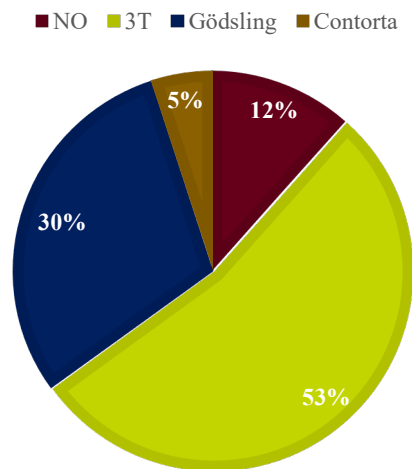


Figur 14 : Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år.

### Fastighet Strömsund

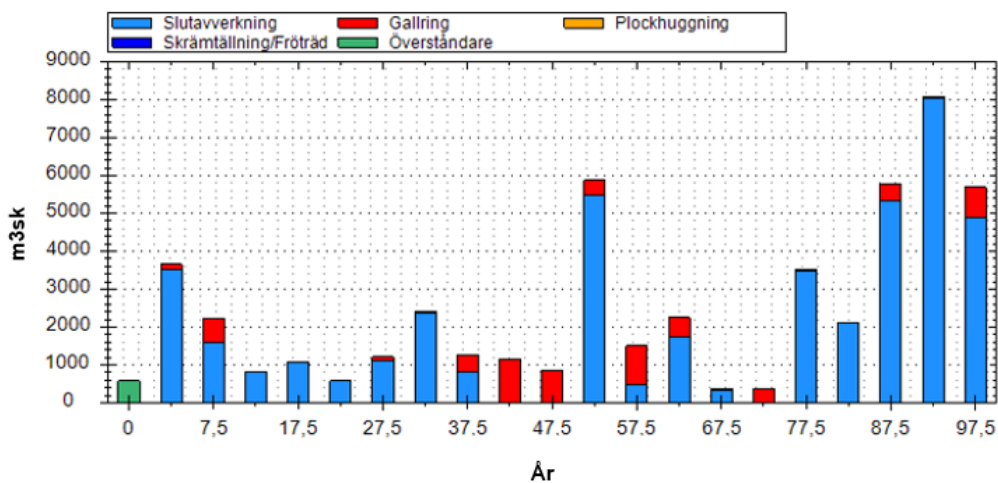
Målformuleringen för skogsägare 4 kopplas ihop med svaren på vägvalsfrågor från tabell 4. Arealen produktiv skogsmark som behandlas med skötselmetoden skogsgödsling uppgår till 30 % och andelen med det snabbväxande trädslaget

Contorta till fem %. Utfallet gällande fördelning av skogsskötselmetoder, se figur 15, stämmer överens med målformuleringen i tabell 4.



Figur 15 : Fördelning av skötselmetoder för den produktiva skogsmarken för fastighet Strömsund.

Figur 16 visar avverkningsprofilen över fastighet Strömsund under 21 perioder, vilket motsvarar 100 år. Slutavverkning är den skötselåtgärd som förekommer mest frekvent och tillgodoser störst volymuttag från fastigheten.



Figur 16: Avverkningsprofil för fastighet Strömsund med 4T inställningar.

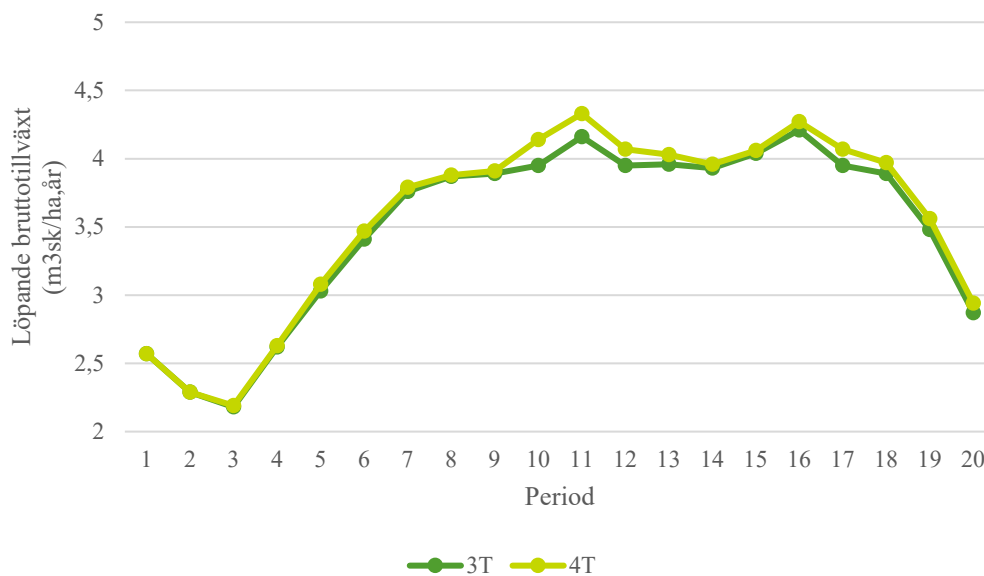
En jämförelse mellan 3T och målformuleringen som innehåller 4T på fastighet Strömsund, visas att nettointäkterna från fastigheten ökar med 134 000 SEK samt att nuvärdet ökar med 66 SEK/ha vilket motsvarar en ökning cirka 12 000 SEK för hela fastigheten. Avverkade volymen ökar med närmare 1000 m³sk genom att delvis frångå 3T, se tabell 8. Tabellen visar även att den stående volymen och

mängden död ved vid optimeringens slut är likvärdig i storlek oberoende skötselmetod.

Tabell 8 : Skillnad mellan skogsskötselmetoden 3T och delvis implementering av 4T. \* Över hela perioden, \*\* i slutet av den sista perioden.

	4T	3T	Differens
Nettointäkter (SEK)*	11 362 387	11 228 699	133 687
Kostnader (SEK)*	7 802 576	7 516 872	285 704
Nuvärde (SEK/ha)	19 949	19 882	66
Avverkad volym (m <sup>3</sup> sk)*	52 070	51 198	872
Stående volym (m <sup>3</sup> sk)**	15 955	15 985	-30
Död ved			
Liggande död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	9,05	8,96	0,09
Stående död ved (m <sup>3</sup> sk/ha)**	14,55	14,41	0,14

Den löpande bruttotillväxten i de båda skötselmetoderna följer mestadels ett liknande mönster, skötselmetoden som inkluderar 4T är bitvis något högre, se figur 17.



Figur 17: Löpande bruttotillväxten, varje period är fem år.

## Ekonomiska resultat för fastigheterna

Tabell 9 visar ekonomiska resultat då 20 % av arealen sköts med ABS, 20 % med gödsling och snabbväxande trädslag och resterande 80 % med 3T, detta i en jämförelse mot endast 3T. Den åtgärd som ökar nuvärdet mest för alla fastigheter är implementering av snabbväxande trädslag, som ökade nuvärdet (SEK/ha) med tre % i genomsnitt mot det traditionella skötselmetoden 3T. Genom att kombinera 3T med något av de andra skötselmetoderna har nuvärdet ökat hos nästan alla

fastigheter, undantaget är gödsling på fastighet Jokkmokk där nuvärdet minskat och gödsling inte är mer lönsamt än 3T inom den simulerade perioden

Tabell 9 : Nuvärde, nettointäkter och kostnader för separat implementering av varje skötselmetod fördelat 20 % ABS/Gödsling/snabbväxande trädslag samt resterande 80% med 3T.

	3T	ABS	Gödsling	Snabbväxande trädslag
<b>Fastighet Jokkmokk</b>				
Nuvärde (SEK/ha)	10 455	10 866	10 427	11 014
Nettointäkter (SEK)	22 668 901	20 911 066	22 641 652	24 677 825
Kostnader (SEK)	15 992 870	14 856 240	16 195 948	16 766 694
<b>Fastighet Piteå</b>				
Nuvärde (SEK/ha)	23 424	23 922	23 688	24 237
Nettointäkter (SEK)	8 394 307	8 563 251	8 438 591	9 420 077
Kostnader (SEK)	5 415 750	5 502 585	5 606 203	5 864 234
<b>Fastighet Sollefteå</b>				
Nuvärde (SEK/ha)	33 120	33 557	33 540	33 882
Nettointäkter (SEK)	32 943 455	31 045 495	32 832 205	33 635 619
Kostnader (SEK)	18 918 792	18 055 820	19 306 840	18 535 291
<b>Fastighet Strömsund</b>				
Nuvärde (SEK/ha)	19 882	20 202	19 949	20 320
Nettointäkter (SEK)	11 228 699	10 827 266	11 335 368	12 126 773
Kostnader (SEK)	7 516 872	7 102 452	7 766 008	8 046 811

### 3.4 Utvärdering

Tre olika former av utvärderingar utfördes i form av ett fältbesök, en känslighetsanalys och en rimlighetsanalys.

Fältbesökt på fastighet Piteå täcker in besök på avdelningar som har tilldelats skötselmetoder: blädning (CCF), Contortatall, Skärmställning och Lärk, se figur 18. För varje avdelning utfördes en subjektivbedömning som sammanställdes i en anteckning, se tabell 10.

Tabell 10 : Besökta avdelningar med tilldelade skötselmetoder och anteckningar från fältbesöket.

Skötselmetoder	Anteckning
Blädning (CCF)	<i>"Planterad tall med inslag av löv och gran. Marken har en god produktion av självföryngring av gran. Det finns god potential för blädning, men det krävs att granen gallras fram och att rätt skötsel implementeras. Beståndet är ungt, cirka 30 år, vilket gör det svårare att göra en rättvisbedömning."</i>



Lärk

*"Avdelningen domineras av tall, med en underväxt av gran och löv vilket tyder på att marken är frisk/fuktig och lärk kan vara ett alternativ."*

Skärmställning

*"Gran och tallbestånd. Om man väljer att plocka ut granen och lämna en tallskärm är marken lämpligt för skärmställning av tall med markberedning och plantering. Avdelningen har varit gallrad och tallarna tål att friställas"*

Contortatall

*"Avdelningen är delvis för fuktig för att vara lämpligt för contortatall. Ett alternativ kan vara att plantera Contortatall på de torrare områdena och gran i de fuktiga partierna."*





Figur 18: Bilder från fältbesök på fastighet Piteå: 1. Blädning (CCF), 2. Lärk, 3. Skärmställning och 4. Contortatall.

Känslighetsanalysen med användandet av två olika prislistor 2022 och 2023 visar att nuvärdet ökat för alla fastigheter med prislista 2023 och skiljer sig mot prislista 2022 med 12 till 16 %, se tabell 11.

Tabell 11 : Känslighetsanalys för respektive fastighet mellan prislista 2022 och 2023.

Nuvärde (SEK/ha)	Prislista 2023	Prislista 2022	Differens	
			(SEK/ha)	Andel (%)
Fastighet Jokkmokk	11 112	9 357	1 755	16
Fastighet Piteå	24 311	20 789	3 522	14
Fastighet Sollefteå	33 654	29 458	4 196	12
Fastighet Strömsund	19 949	16 955	2 994	15

Det sker även en skiftning av skötselmetoder inom ABS. Tabell 12 visar fördelningen av skötselmetoder inom ABS mellan prislista 2022 och prislista 2023. För fastighet Piteå sker en förflyttning från CCF till skärmställning medan för fastighet Sollefteå sker en förflyttning från skärmställning till CCF med den nyare prislistan.

Tabell 12 : Skillnad i fördelning av skötselmetoder inom skötselmodellen ABS mellan prislista 2022 och prislista 2023. %.

	CCF	Skärmställning	Selektiv gallring	Luck-, /kanthuggning
<b>Fastighet Piteå</b>				
Prislista 2022	9	1	0	0
Prislista 2023	7	3	0	0
<b>Fastighet Sollefteå</b>				
Prislista 2022	20	18	2	0
Prislista 2023	22	15	1	2

Rimlighetsanalysen visar att rapportens innehåll överensstämmer med Norra Skog definition av skogsägarstrategi och deras skötselmodeller inom Värdeskapande skogsskötsel, vilket bekräftats efter genomgång av rapporten. Vägvalfrågorna har diskuterats med tre anställda hos Norra Skog, där personerna i fråga återkommit med respons och vägvalsfrågorna har omformulerats och justerats utefter vederbörandes utlåtande.

## 4. Diskussion

### 4.1 Resultat och modell

Fördelningen av önskvärda skötselmetoder kopplat till målformuleringarna uppfyller optimeringen väl. Det enda undantaget är saknad av default kravet på jämn intäktsnivå på 20 % mellan perioderna, som var problematiskt att implementera på ett korrekt sätt och därmed uteslöts. Åldersstrukturen över fastigheten är en avgörande faktor för att kunna uppfylla jämnhetskrav av intäkter. För att jämnhetskravet ska uppfyllas ska inväxten av avverkningsmogen skog vara konstant eller att avverkningsbara bestånd överhålls, vilket kan leda till minskade intäkter. En fastighet med större del ABS gör det lättare att uppfylla jämnhetskrav då många åtgärder inom systemet inte styrs av lägsta avverkningsålder, likt förnygringsavverkning. Detta går även att påverka genom till exempel plantering av Contortatall vilket förkortar omloppstiden och därmed förändrar arealen avverkningsbar skog. För att skapa en jämnare intäktsnivå utan att göra avkall på nuvärdet kan man i stället använda sig av finansiella verktyg som skogskonto och betalplan efter utförda virkesaffärer, detta innebär att jämn intäktsnivå inte är lika beroende av jämna avverkningsnivåer. Genom att inte göra någon restriktion av jämn intäktsnivå i modellen, blir det sällan någon större ändring av åldersstruktur över tid. Detta då intäktsnivån vanligtvis följer åldersstrukturen med skötselmodellen 3T. Om skogsägaren har som mål att jämna ut åldersstrukturen över fastigheten bör överhållning av bestånd samt jämn avverkningsnivå implementeras i simuleringen.

Certifieringar och kravet från samhället på brukande av skogen förändras över tid. Skogsägarstrategi simulerar brukandet över en 50-årsperiod vilket kommer innebära att förändringar kommer att ske under strategins simuleringsperiod. I dagens certifieringar finns det ett arealkrav på lövdominerade bestånd, vilket valts att uteslutas ur optimeringen. Detta på grund utav utformningen av kravet, vilket innebär att de lövdominerade beståndet inte är fasta utan får variera mellan olika bestånd över tid vilket försvårade simuleringen och ingen hänsyn till lövandel togs.

Kravet vid upprättande av tjänsten skogsägarstrategi är att skogsbruksplanen inte ska vara äldre än tre år vid implementering. Under dessa tre år då planen varit aktiv kan åtgärder skett inom fastigheten vilket inte alltid tas i beaktning, detta kan innebära simulering av åtgärder som redan praktiserats samt överskattning av bland annat stående volym. Detta kan motverkas genom en tydlig dialog med skogsägaren samt att uppdatering av planen för områden där åtgärder utförts.

### **Intensivare Skogsbruk (4T)**

I modellen omfattar 4T endast snabbväxande trädslagen Contortatall och det inhemska trädslaget Lärk samt skogsgödsling, det finns ett flertal andra åtgärder, till exempel dikesrensning, som kan öka tillväxten som inte inkluderats vilket bland annat beror på att Heureka PlanVis inte hanterar dessa åtgärder vid simulering.

Utfallet av skogsgödsling överskattas till viss del, vilket beror på att modellen inte tar i beaktning de allmänna reglerna gällande skogsgödsling (Skogsstyrelsen 1991). Råden innebär bland annat att skyddszoner på 25 meter lämnas mot sjöar, vattendrag, formellt skyddad mark, hänsynskrävande biotoper, våtmarker med höga natur- och kulturvärden samt tomtmark. Skyddszoner på 10 meter ska lämnas mot annans mark och väg. Det finns även begränsningar kring mängden kväve som får tillföras under en omloppstid vilket varierar över landet, i Norra Sverige är det 450 kg/ha, Mellan Sverige 300 kg/ha och i Götaland är det 0 kg/ha (Skogsstyrelsen 2022g). Gödslingen som simuleras i modellen är begränsad till tio år innan andra gallring och tio år innan slutavverkning, vilket gör att exempelvis ungskogsgödsling inte ingår.

En annan faktor som inte är med i modellen är den påverkan som snabbväxande trädslag och skogsgödslingen har på renskötseln som finns inom stora delar av Norra Skogs verksamhetsområde. Om en av dessa åtgärder föreslagits inom ett viktigt område för renskötseln bör skötsel förslaget ses över.

### **Alternativa beståndsanpassade skötselmetoder (ABS)**

ABS är ett relativt brett uttryck som omfattar många olika former av skötselmetoder, vilket innebär att implementering av ABS passar många olika typer av fastigheter och målformuleringar. I optimeringsmodellen har tre skötselmetoder inom ABS sorteras bort (förstärka briststrukturer/värden, föryngringsavverkning med förstärkt hänsyn och naturvårdsbränning) då passande områden för dessa åtgärder är svåra att identifiera med data från skogsbruksplanen.

Grundidén var att inkludera NS-områden i optimeringen av ABS men dessa uteslöts från simuleringen och optimeringen under projektets gång eftersom naturvårdande skötsel alltid ska gynna biologiska värden och där effekter av ekonomiska inkomster och/eller rekreativvärden inte får påverka utformning av åtgärden

(Södra 2022). Ett NS-område kan även kräva variation i åtgärdsform och skötselmetod inom det enskilda beståndet, vilket inte tas i beaktning i optimeringen.

Kontrollkategorin blädning (CCF), är vanligt förekommande i optimeringar som inkluderar ABS. För att bekräfta att en avdelning passar för blädning krävs det mer data än det som finns tillgängligt från ordinarie skogsbruksplaner. Flerskiktad skog och god inväxt av naturlig föryngring av gran är två egenskaper som är avgörande för skötselmetoden blädning. Data om skiktning samt förutsättningar för naturlig föryngring saknas i skogsbruksplaner. Från 2023 kommer planläggarna hos Norra Skog notera i skogsbruksplanen om det finns bestånd där ABS kan appliceras grundat på sociala- och/eller biologiska värden. Detta kommer att vara behjälpligt vid upprättande av skogsägarstrategi.

Enligt ABS så finns det tre huvudkategorier av skärmställning; Tall, Gran och Löv. I optimeringen har dessa sammanslagits till en kontrollkategori med anpassningar inom inställningar för återbeskogning, vilket fungerar bra för optimering av tallskärm med markberedning och granskärm utan markberedning, men saknar en exakt lösning för lövskärmar. Detta gör att simuleringen kan föreslå kontrollkategorin skärmställning, men det kräver att beslut om vilket typ av skärmställning som ska appliceras tas i fält. När det kommer till skärmställning av gran är det få områden som är lämpliga inom Norra Skogs verksamhetsområde. Granskärm rekommenderas på goda klimatlägen, vilket innebär bland annat en temperatursumma som överstiger 1000 dygnsgrader, detta för att fröna ska erhålla tillräckligt god grobarhet. Inom verksamhetsområdet är det endast en mindre del som uppfyller ovanstående rekommendation. Detta tas inte i beaktning vid simuleringen och skulle kräva en manuell handpåläggning alternativt en adderas i till optimeringsmodellen i Heureka.

### **Vägvalsfrågor**

Vägvalsfrågor för ABS och 4T har inspirerats av det ursprungliga vägvalsfrågorna för skogsägarstrategi. Grundidén med vägvalsfrågor är att de ska vara enkla att förstå och ta ställning till för skogsägaren, för att detta ska uppfyllas är de ständigt under förbättring hos Norra Skog. Detta innebär att frågorna testas och om oklarheter eller förslag på förbättringar inkommer kan dessa justeras och implementeras på nytt. Frågorna för ABS och 4T har utvecklats tillsammans med personal på Norra Skog som är väl insatta i tjänsten skogsägarstrategi. Men för att fastställa frågorna bör dessa testas ut mot skogsägare som är intresserade av tjänsten skogsägarstrategi.

Vanligtvis så svarar skogsägaren på vägvalsfrågorna tillsammans med en skoglig rådgivare, vilket kan innebära att rådgivaren har en viss påverkan på målformuleringen. Enligt litteraturstudien finns det tendenser att miljömål

överskuggas av timmerproduktionen och av den skogliga rådgivarens olika förutsättningar i form av bland annat utbildning, kunskap och värderingar. Detta kan vara svårt att förebygga men bra att ha i åtanke vid framtagandet och presentationen av vägvalsfrågor till skogsägaren.

Vägvalsfrågeformuläret fångar även restriktioner som finns i PEFC- och FSC-certifiering, för att skogsägarens målformulering ska bli rätt är det viktigt att den skogliga rådgivaren är insatt i de olika certifieringarna och dess krav på skogsägarens brukande. PEFC är den certifiering som Norra Skog använder sig av, vilket inte medför några större anpassningar vid implementering av ABS och 4T medan FSC medför fler restriktioner. Utformning av certifieringar förändras över tid, vilket medför att vissa delar av den fastställda skogsägarstrategin kan blir irrelevanta.

För skapa en bra skogsägarstrategi krävs det att svaren på vägvalsfrågorna inte motsäger varandra samt att den skogliga rådgivaren förklarat innebörden av olika svarsalternativ. För att undvika missförstånd, bör ett styrdokument med riktlinjer implementeras och användas av den skogliga rådgivaren.

### **Test av skogsägarstrategi**

Test av modellen i kombination med vägvalsfrågorna visar att fördelning av ABS och 4T hos målformuleringen för vardera skogsägaren uppfylls, se tabell 4 och jämför figur 6, 9, 12 och 15. Detta betyder att det fanns tillräckligt med lämplig skog för ABS och 4T inom dessa fastigheter. Genom att implementera en mindre andel 4T på fastighet Jokkmokk och ökar nettointäkter, nuvärde, avverkad volym samt mängd död ved jämfört med skötselmodellen som endast inkluderar 3T. Fastighet Piteå innefattar både ABS och 4T och denna analys ger ökad nettointkomst och avverkad volym, medan den stående volymen är något lägre vid simuleringen slut. På fastighet Sollefteå implementerades 40 % ABS, här återfinns stora skillnader i form av lägre nettointäkter och avverkad volym och ett högre virkesförråd vid simuleringens slut.

Utfallet från dessa fyra kombinationer av målformulering och fastigheter visar att det inte finns någon generell skötselmetod som fungerar bäst kopplat till specifika egenskaper. Jämförelserna visa att förutsättningarna på fastigheten är avgörande för utfallet och att implementering av 4T kan vara mer lönsamt än endast 3T. Det är dock viktigt att sätta rätt skötsel på rätt bestånd.

Jämförelsen mellan ekonomi för de olika skötselmetoderna, se tabell 9, visar att implementering av snabbväxande trädslag, vilket i detta fall endast blev contorta, ökar nuvärdet på alla fastigheter mest. En orsak till att endast contorta blev valt i körningen kan delvis bero på att tillväxtmodell för lärk inte finns i Heureka utan

den baseras på tillväxtmodeller för vanlig tall. Lärk och Contorta sorterades endast som massaved med samma prissättning som resterande barrträd. Den ekonomiska jämförelsen visar även att all implementering av annan skötselmetod än den klassiska 3T i rätt bestånd ger ett ökat nuvärde på fastigheten, vilket är ett bra argument till att öka variationen av skötselmetoder inom det svenska skogsbruket.

### **Utvärderingar**

Fältbesöket på fastighet Piteå täckte in kontrollkategorierna blädning, skärmställning, contortatall och lärk. Kategorierna som inte täcktes in av fältbesöket var selektiv gallring, luck-/kanthuggning (schackrutehuggning) och gödsling. Det var endast en avdelning per tilldelad skötselmetod som besöktes. Avdelningen som blev tilldelad kontrollkategorin blädning hade en medelålder på närmare 30 år vilket innebär att det antagligen tar ytterligare 50–100 år innan denna avdelning går att definiera som ett flersiktat blädningsbestånd. Bedömningen här gjordes utifrån potential för självföryngring av gran, vilket var god. Avdelningen som blev tilldelad kontrollkategorin lärk hade en medelålder på 50 år vilket innebär att det dröjer ytterligare minst 30 år innan lärk kommer att planteras. Skärmställning och contortatall tilldelades avdelningar som innehöll slutavverkningsmogenskog. Tilldelning av skärmställning var på lämplig mark, medan den avdelning som tilldelades contortatall bedömdes vara aningen för fuktig. Enligt skogsbruksplanen hade avdelningen tilldelats fuktighetsklass frisk, vilket faller inom ramen för lämplig fuktighetsklass för contortatall. En avdelning avgränsas främst baseras på trädslagsblandning och trädålder, vilket kan resultera i att fuktigheten över avdelningen varierar och att klassningen representerar ett medeltal trots varierande markfuktighet. Detta visar vikten av kvalitet på informationen som inhämtas vid framställandet av skogsbruksplanen och dess inverkan på utfallen i skogsägarstrategi. Generellt var berörda förslag lämpliga på tilldelade avdelningar. För att fastställa resultaten ytterligare skulle fältbesök på flera olika fastigheter, under barmarkssäsong, med objektiva mätningar vara ett lämpligt alternativ, vilket det inte fanns tid till inom ramen för examensarbetet. Noter även att modellen visar endast förslag på det dominerande trädslaget som föreslås vid till exempel plantering, detta innebär inte att andra trädslag ej är lämpliga att plantera på delar av beståndet.

En avdelning avgränsas främst baseras på trädslagsblandning och trädålder, vilket kan resultera i att fuktigheten över avdelningen varierar och att klassningen representerar ett medeltal trots bred variation.



## 4.2 Indata

Data från skogsbruksplanen är grunden till analyserna, vilket är en av anledningarna till att en uppdaterad plan krävs för tjänsten skogsägarstrategi. Huvudsyftet vid insamling av data var inte att simulera skötselmetoder i Heureka PlanVis, utan att skapa en skogsbruksplan. För att fastställa om en skog passar för exempelvis blädning skulle en indikation på flerskiktning samt inväxten av naturlig föryngring vara relevant vid datainsamlingen. De olika avdelningarnas målklasser är en styrande faktor, det finns områden som har målklass NO men som kan vara mer passande som NS-områden beroende på skogsägarens målformulering. Genom att fastställa skogsägarens målformulering redan innan skogsbruksplanen upprättas kan rätt målklassning placeras på rätt avdelningar vilket kan leda till en skogsägarstrategi som överensstämmer bättre med skogsägarens målformulering. Kostnaden för gödsling som använts i modellen är ett medeltal för skogsgödsling, men den kan variera beroende på var i landet, vilka resurser som finns att tillgå samt den sammanhängande arealen av gödsling vid utförande tillfället. Beräkningen på avverkningskostnader är beräknad på en medelvolymer över avverkningar inom Norrland, vilket gör att även denna kan variera betydligt beroende på avdelningens förutsättningar, den lokala entreprenörens avtal och produktivitet.

Det finns många faktorer som kan påverka olika kostnader och prislistor för åtgärder inom skogsbruket, som exempelvis bränslepriserna. Enligt Skogsstyrelsen har priserna för föryngringsavverkning ökat med 15 % från 2017 till 2021 och tenderar att fortsätta. Andra faktorer som haft stor påverkan på kostnader inom skogsbruket är pandemier och krig, händelser likt detta är svårt att förutspå konsekvenserna utav vilket försvårar förutsägningar av kostnader och priser ytterligare.

I skogen finns det fler resurser än bara timmer och massaved, ett av de senare tillskotten är kolkrediter. Detta innebär att företag kan köpa kolkrediter från privata skogsägare för att klimatkompensera deras verksamhet. Försäljning av kolkrediter innebär att skogsägaren förbinder sig till att öka virkesförrådet på fastigheten, exempelvis genom att plantera skog på nedlagd åkermark, överhållning av bestånd eller öka tillväxten genom att gödsla. Enligt Danske Bank (2021) kunde skogsägaren få mellan 50–100 kr per ton CO<sub>2</sub>, där en 1 m<sup>3</sup>sk gav 1,388 ton CO<sub>2</sub>. Vilket kan vara en annan anledning till att skogsägare väljer att praktisera både ABS och 4T framför det klassiska 3T, detta då ABS bland annat kan innebära kontinuitetsskog och 4T kan innebära högre tillväxt och på så vis erhålla en högre kolinbindning än det klassiska 3T.

### 4.3 Heureka PlanVis

Projektet avgränsar sig till ett DSS, Heureka PlanVis. Analysverktyget innehåller både simulerings- och optimeringsmöjligheter, där båda delarna används i modellen. Tillväxtmodellerna i Heureka PlanVis är framtagna för svenska klimat och skogsbruk, vilket gör modellen ej är lämplig att bruka utanför Sverige. Det finns även andra begränsningar med tillväxtmodellerna i programmet, då forskning för tillväxt med skötselmetoden trakthyggesbruk är väl genomarbetade och testade jämför med modeller för alternativa skötselmetoder, vilket gör bland annat tillväxtmodeller för kontinuitetsskogsbruk osäkra (Nordin och Saksa 2017). Gällande trädslaget lärk så simuleras det med samma tillväxt som den vanliga tallen, *Pinus sylvestris*, vilket även gör den simulerade tillväxten på lärk osäker. Uttaget av lärk och contortatall antas enbart ge massaved, detta då timmer av lärk och contorta är specialsortiment vilket i detta fall varit svåra att prissätta.

### 4.4 Skogsägarstrategi

Skogsägarstrategi är en tjänst som erbjuds av en industriägende organisation med egna mål och visioner, som ibland kan motsäga sig varandra. Föreningens mål är att göra skogsägarlivet i Norrland så värdefullt som möjligt, men ibland kan olika värden ställa sig mot varandra till exempel ekonomiska-, biologiska- och sociala värden. Industrierna ska kontinuerligt försörjas med råvara som till största del kommer från medlemmarnas- och intressenternas skogar, vilket skapar ett behov av ett någorlunda jämnt flöde av råvara. Detta kan i sin tur leda till påtryckningar i form av prishöjningar då råvaruflödet är lågt och biologiska- och sociala värdena överskuggas av de ekonomiska. Föreningen drivs av medlemmar som får ta del av vinsten, vilket betyder att medlemmarna har ett egenintresse i att industrierna ska gå med vinst. En annan utveckling är detta projektarbete, att det finns en efterfrågan och ett intresse av att implementera andra metoder än det klassiska trakthyggesbruket 3T. Vilket kan ses som en anpassning av föreningen för att uppfylla fler medlemmars mål med deras specifika skogsägarande.

### 4.5 Fortsatta studier

Skogsägarstrategier är uppbyggt på att skapa en plan anpassad efter skogsägarens mål där skogsägaren får ta del av det förväntade ekonomiska utfallet över en 50-årsperiod samt skötselåtgärder de kommande tio åren. Ett nästa steg i skogsägarstrategi skulle kunna vara att jämföra olika planer, detta så att skogsägaren kan göra väl valda avvägningar mellan till exempel olika skötselmetoder och dess frekvens. Detta skulle kunna utföras i Heurekas

applikation PlanEval som kan rangordna planer gjorda i PlanVis. PlanEval kan användas som ett stöd när man vill analysera konsekvenser av olika scenarion utifrån ekologiska, ekonomiska och sociala värden.

En annan intressant vinkel som kan bli mer aktuell i framtiden är skogen och dess brukande kopplat till inbindning av kol och försäljning av kolkrediter. Genom att utföra analyser i Heureka PlanVis och jämföra olika skötselmetoders påverkan på kolinbindning samt överföra detta till ett ekonomiskt värde genom till exempel försäljning av kolkrediter, skulle kunna vara ett lämpligt förslag på en fortsatt studie.

## 4.6 Slutsatser

Syftet med projektet var att utveckla Norra Skogs tjänst skogsägarstrategi genom att implementera ABS och 4T, vilket även blev slutprodukten. Det finns tre former av skötselmetoder som definieras som ABS-metoder som inte gick att implementera i Heureka PlanVis (förstärka briststrukturer/värden, föryngringsavverkning med förstärkt hänsyn samt naturvårdsbränning), vilket gjorde att dessa inte implementerades. Materialet som fanns att tillgå från Norra Skog var en omfattande rapport gällande ABS, medan definition av 4T inte var tydlig. Därav grundar sig definitionen av 4T på bland annat Skogsstyrelsens beskrivning av intensivare skogsbruk. Test av skogsägarstrategi visar att implementering av andra skötselmetoder än 3T kan medföra, inte bara ökade nettointkomster, utan även ökad tillväxt och mängd död ved. De två sistnämnda indikatorerna är viktiga för bland annat kolinbindning och biologiska värden. Dessa kan också komma att bli framtida intäktskällor för skogsägaren. Den nya skogsägarstrategin skulle kunna innehålla mer detaljerade vägvalsfrågor och välutvecklade modeller, men detta skulle öka komplexiteten och därmed minska användarvänligheten av tjänsten.

## Referenser

- Amsby, S., Andersson, E., Falkeström, O. & Markström, M. (2023). *Arbetsrapport ABS*. [2022-01-15]
- Andersson, E. (2012). *Skogsskötselstrategier för medlemmar i skogsägarföreningen Norrskog*. Umeå: Skoglig resurshushållning. [https://stud.epsilon.slu.se/4725/1/Andersson\\_E\\_120823.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/4725/1/Andersson_E_120823.pdf)
- Andersson, R. & Appelqvist, C. (2020). *Hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/hyggesfritt/broschyr-om-hyggesfritt-skogsbruk.pdf> [2023-03-03]
- Arvidsson, B. (2006). Sibirisk lärk. Svenska Skogsplantor. [https://www.skogskunskap.se/cd\\_20180103095409/contentassets/087017b8a7c34dd0a6a1661a643ebb5d/sibirisk-lark-2011-svenska-skogsplantor.pdf](https://www.skogskunskap.se/cd_20180103095409/contentassets/087017b8a7c34dd0a6a1661a643ebb5d/sibirisk-lark-2011-svenska-skogsplantor.pdf) [2023-03-03]
- Axelsson, R. & Angelstam, P. (2011). Uneven-aged forest management in boreal Sweden: local forestry stakeholders' perceptions of different sustainability dimensions. *Forestry*, 84 (5), 567–579. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpr034>
- Björk, L. (2009). *Kartläggning och Identifiering av kontinuitetsskog*. (4). Jönköping. <https://cdn.abicart.com/shop/9098/art70/4646170-077d5b-1816.pdf> [2023-02-13]
- Brunberg, T. (1997). *Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring*. [https://www.skogforsk.se/cd\\_20190114162630/contentassets/413cc285f91d4147812626e9856842e8/redogorelse-8-1997.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20190114162630/contentassets/413cc285f91d4147812626e9856842e8/redogorelse-8-1997.pdf) [2023-04-13]
- Brunberg, T. (2007). *Underlag för produktionsnormer för extra stora engreppsskördare i slutavverkning*. (2). [https://www.skogforsk.se/cd\\_20190114161758/contentassets/a541f387db684431a5107f8ca7adb987/redogorelse-2-2007-low.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20190114161758/contentassets/a541f387db684431a5107f8ca7adb987/redogorelse-2-2007-low.pdf) [2023-04-13]
- Curtis, K., Guillén, L.A. & Brukas, V. (2023). Creating the landscape, one stand at a time: The dual roles of timber buyers in the nested domains of Swedish forestry. *Forest Policy and Economics*, 147, 102884. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102884>
- Danske Bank (2021). Skog & Ekonomi. Danske Bank. <https://danskebank.se/-/media/files/se/pdf/skog-och-lantbruk/skog-och-ekonom-4-2021.pdf> [2023-04-27]
- Din Skogsägarplan & Värdeskapande skogsekonomi Digital Skogskväll* (2021). . <https://www.youtube.com/watch?v=nkJRrcrHc-E> [2023-02-06]
- Eggers, J., Holmgren, S., Nordström, E.-M., Lämås, T., Lind, T. & Öhman, K. (2019). Balancing different forest values: Evaluation of forest management scenarios in a multi-criteria decision analysis framework. *Forest Policy and Economics*, 103, 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.07.002>
- Eriksson, L.-O., Lundström, A., Lundström, J., Lämås, T., Nordström, E.-M., Wilheömsson, E. & Öhman, K. (2021). *Skoglig planering*. (Skogshushållningsserien). Skoglig resurshushållning. <https://slunik.slu.se/kursfiler/SG0226/30021.1920/PlanVis2020.pdf>

- Formas (2022). <https://formas.se/arkiv/alla-utlysningar/utlysningar/2022-03-28-nya-former-av-skogsskotsel-for-flera-samhallsmal.html> [2023-03-20]
- FSC (2020a). Främmande trädslag och plantageskog. <https://se.fsc.org/se-sv/regler/skogsbruksstandard> [2023-03-26]
- FSC (2020b). FSC-standard för skogsbruk i Sverige. <https://se.fsc.org/se-sv/regler/skogsbruksstandard> [2023-03-26]
- Hafmar, G. (2021). *Alternativa skötselmetoder i trakthyggesbrukets tidsålder - Om attityder i Jämtland för alternativa skötselmetoder och dess potentiella framtid.* Dille Gård Ytkeshögskola: Yrkeshögskola. [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://skogstjanstare.se/one-webmedia/Alternativa%2520sk%25C3%25B6tselmetoder%2520i%2520trakthyggesbrukets%2520tids%25C3%25A5lder%2520\(1\).pdf&\\_r=1](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://skogstjanstare.se/one-webmedia/Alternativa%2520sk%25C3%25B6tselmetoder%2520i%2520trakthyggesbrukets%2520tids%25C3%25A5lder%2520(1).pdf&_r=1) [2023-03-20]
- Hertog, I.M., Brogaard, S. & Krause, T. (2022). Barriers to expanding continuous cover forestry in Sweden for delivering multiple ecosystem services. *Ecosystem Services*, 53, 101392. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101392>
- Husa, M. & Kosenius, A.-K. (2021). Non-industrial private forest owners' willingness to manage for climate change and biodiversity. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36 (7–8), 614–625. <https://doi.org/10.1080/02827581.2021.1981433>
- Ingemarson, F., Lindhagen, A. & Eriksson, L. (2006). A typology of small-scale private forest owners in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21 (3), 249–259. <https://doi.org/10.1080/02827580600662256>
- Jacobson, S. (2005). *Skogsgödsling: en handledning från Skogforsk*. Uppsala: Skogforsk.
- Juutinen, A., Ahtikoski, A., Lehtonen, M., Mäkipää, R. & Ollikainen, M. (2018). The impact of a short-term carbon payment scheme on forest management. *Forest Policy and Economics*, 90, 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.02.005>
- Kardell, Ö. & Lindqvist, A. (2010). *Skogsgödslingen i storskogsbrukets backspegel.* <https://skogshistoria.se/wp-content/uploads/2018/07/%C3%85rsskrift-2010-s-76-94-Kardell-o-Lindqvist-Skogsg%C3%B6dslingen.pdf> [2023-03-06]
- Korosuo, A., Sandström, P., Öhman, K. & Eriksson, L.O. (2014). Impacts of different forest management scenarios on forestry and reindeer husbandry. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (sup1), 234–251. <https://doi.org/10.1080/02827581.2013.865782>
- KSLA (2017). *Skogsägarens mål - en väg till ökad variation i skogen.* (Kungliga skogs- och landtruksakademins tidskrift). <https://www.ksla.se/wp-content/uploads/2017/03/KSLAT-1-2017-Skogsagarens-mal.pdf> [2023-01-27]
- Lidskog, R., Sundqvist, G., Kall, A.-S., Sandin, P. & Larsson, S. (2013). Intensive forestry in Sweden: stakeholders' evaluation of benefits and risk. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 10 (3–4), 145–160. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2013.841261>
- LRF (u.å.). *LRF Skogsägarna.* [Hemsida]. <https://www.lrf.se/om-lrf/lrfs-branschavdelningar/lrf-skogsagarna/> [2023-02-06]
- Lundmark, T., Bergh, J., Nordin, A., Fahlvik, N. & Poudel, B.C. (2016). Comparison of carbon balances between continuous-cover and clear-cut forestry in Sweden. *Ambio*, 45 (S2), 203–213. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0756-3>
- Lämås, T., Sängstuvall, L., Öhman, K., Lundström, J., Årevall, J., Holmström, H., Nilsson, L., Nordström, E.-M., Wikberg, P.-E., Wikström, P. & Eggers, J. (2023). The multi-faceted Swedish Heureka forest decision support system:

- context, functionality, design, and 10 years experiences of its use. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1163105. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1163105>
- Manner, J. (2019). *Alla kan bli bättre förare med kranspetsstyrning*. *Skogsforsk*. <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2019/alla-bli-battre-forare-med-kranspetsstyrning/> [2023-05-31]
- Nordin, A. & Saksa, T. (2017). *Hyggesfritt skogsbruk - en kunskapssammanställning från Sverige och Finland*. Future Forests. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/f-for/old/pdf/ff-rapport-hyggesfritt-skogsbruk-en-kunskapssammanstallning-2017-04-02.pdf> [2023-03-20]
- Nordström, E.-M., Nieuwenhuis, M., Başkent, E.Z., Biber, P., Black, K., Borges, J.G., Bugalho, M.N., Corradini, G., Corrigan, E., Eriksson, L.O., Felton, A., Forsell, N., Hengeveld, G., Hoogstra-Klein, M., Korosuo, A., Lindblad, M., Lodin, I., Lundholm, A., Marto, M., Masiero, M., Mozgeris, G., Pettenella, D., Poschenrieder, W., Sedmak, R., Tucek, J. & Zocatelli, D. (2019). Forest decision support systems for the analysis of ecosystem services provisioning at the landscape scale under global climate and market change scenarios. *European Journal of Forest Research*, 138 (4), 561–581. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01189-z>
- Norgren, O. (1995). *Growth difference between Pinus sylvestris and Pinus contorta*. Umeå: Institutionen för skogsskötsel, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Norra Skog (2022a). *Skogsägarstrategi*. *Norra Skog*. <https://www.norraskog.se/din-skog/din-skogsfastighet/skogsagarstrategi> [2022-01-14]
- Norra Skog (2022b). *Skogsägarstrategi - För ett rikare skogsägande*. <https://www.norraskog.se/om-foreningen/pressrum/nyheter/skogsagarstrategi-for-ett-rikare-skogsagande?type=news> [2023-01-25]
- Norra Skog (2023). Prislista NS 23-01 VIRKESPRISER. <https://www.norraskog.se/-/media/norra-skog/files/prislistor/prislistor-ns/virkespriser/prislista-2-norra-skog.pdf> [2023-04-12]
- Norra Skog (u.å.). *Skogsbrukscertifiering*. <https://www.norraskog.se/din-skog/din-skogsfastighet/skogsbrukscertifiering> [2023-03-26]
- Pang, X., Nordström, E.-M., Böttcher, H., Trubins, R. & Mörtberg, U. (2017). Trade-offs and synergies among ecosystem services under different forest management scenarios – The LEcA tool. *Ecosystem Services*, 28, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.006>
- PEFC (2023). *Svenskt PEFC:s Skogsstandard*. <https://pefc.se/skogsagare/det-haer-aer-skogscertifiering> [2023-03-26]
- Sennerdal, B. (2022). Höga gödselpriser slår även mot skogen. <https://www.atl.nu/hoga-godselpriiser-slar-aven-mot-skogen> [2023-04-12]
- Skogscertifiering (u.å.). *Grundläggande certifieringskrav*. *PROSILVIA*. <https://skogscertifiering.se/entreprenorer/grundlaggande-certifieringskrav/> [2023-04-26]
- Skogskunskap (2021a). *Contortatall (Pinus Contorta)*. (Välja trädslag i barrskogen). <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/valj-tradslag-i-barrskog/contortatall-pinus-contorta/> [2023-02-06]
- Skogskunskap (2021b). *Lärk (Larix spp.)*. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/valj-tradslag-i-barrskog/larkar-larix-spp/> [2023-02-06]
- Skogskunskap (2022a). *Lagen och Föryngring*. <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/foryngringens-grunder/lagen-och-foryngring/> [2023-02-06]

- Skogskunskap (2022b). *Skogsägarföreningar*. Skogskunskap.  
<https://www.skogskunskap.se/aga-skog/skogsbrukets-grunder/skogsbrukets-grunder/skogsagarforeningar/> [2022-02-06]
- Skogskunskap (2023a). *Kostnader för avverkning*.  
<https://www.skogskunskap.se/aga-skog/priser--kostnader/kostnader-for-avverkning/> [2023-04-13]
- Skogskunskap (2023b). *Trakthyggesbruk*. Skogskunskap.  
<https://www.skogskunskap.se/aga-skog/skogsbrukets-grunder/skogsbrukets-grunder/> [2023-01-27]
- Skogskunskap (u.å.). *Ordlista*. Skogskunskap.  
<https://www.skogskunskap.se/ordlista/t/trakthyggesbruk/> [2023-03-06]
- Skogsstyrelsen (1991). *Skogsstyrelsens författningssamling*. <http://www.fiberskog.slu.se/Dokumentation/Omgodsling/Lagen.pdf> [2023-03-30]
- Skogsstyrelsen (2013). *Produktionshöjande åtgärder*. (Skötselskolan).  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-16-produktionshojande-atgarder.pdf> [2023-02-06]
- Skogsstyrelsen (2022a). *Att gödsla*. <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/godsling/att-godsla/> [2023-02-06]
- Skogsstyrelsen (2022b). *Certifiering av skog*. <https://www.skogsstyrelsen.se/aga-skog/du-och-din-skog/certifiering/> [2023-03-26]
- Skogsstyrelsen (2022c). *Definition av hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsen.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/hyggesfritt-skogsbruk/definition-av-hyggesfritt-skogsbruk/> [2023-04-26]
- Skogsstyrelsen (2022d). *Fokus på tillväxt*. <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/fokus-pa-tillvaxt/> [2023-02-06]
- Skogsstyrelsen (2022e). *Metoder för hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsen.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/hyggesfritt-skogsbruk/metoder-for-hyggesfritt-skogsbruk/> [2023-04-26]
- Skogsstyrelsen (2022f). *Skogsvårdslagen*. <https://www.skogsstyrelsen.se/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/> [2023-03-07]
- Skogsstyrelsen (2022g). *Skogsvårdslagstiftningen gällande regler 1 September 2022*.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftningen-2022.pdf>
- Skogsstyrelsen (2023). *Projekt*. <https://www.skogsstyrelsen.se/om-oss/var-verksamhet/projekt/> [2023-03-20]
- Skogsstyrelsens statistikdatabas (2021).  
[https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas\\_Fastighets-%20och%20agarstruktur/?rxid=8b9c6627-4eb2-4b92-bfe2-fee6da7f9b8d](https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas_Fastighets-%20och%20agarstruktur/?rxid=8b9c6627-4eb2-4b92-bfe2-fee6da7f9b8d)  
[2023-02-06]
- SLU (2001). 3. *TEMA: SKOGENS ÅLDER*.  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skog\\_data\\_2001\\_tema.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skog_data_2001_tema.pdf) [2023-03-07]
- SLU (2022). *Heureka systemet*. <https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/programprojekt/sha/heureka2> [2023-01-27]
- SLU (2023). *Tabell 3.1a - Produktiv skogsmarksareal efter År. Riksskogstaxeringen*.  
[https://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OffStat/OffStat\\_ProduktivSkogsmark\\_Areal/PS\\_Areal\\_bestandstyper\\_tab\\_a.px/table/tableViewLayout2/](https://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OffStat/OffStat_ProduktivSkogsmark_Areal/PS_Areal_bestandstyper_tab_a.px/table/tableViewLayout2/)  
[2023-03-07]

- Swedoor (2020). *FSC & PEFC - Hållart skogsbruk*.  
<https://www.swedoor.se/arkitektradgivaren/fsc-pefc-hallbart-skogsbruk>  
 [2023-03-26]
- Södra (2022). *Naturvårdandeskötsel i NS-bestånd*.  
 file:///C:/Users/Andre%20Bergman/Downloads/Naturvardsskotsel\_i\_NS-  
 bestand%20(1).pdf [2023-03-20]
- Vacik, H., Borges, J., Garcia-Gonzalo, J. & Eriksson, L.-O. (2015). Decision Support for the Provision of Ecosystem Services under Climate Change: An Editorial. *Forests*, 6 (12), 3212–3217. <https://doi.org/10.3390/f6093212>
- Wiktröm, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.-O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. (2011). *THE HEUREKA FORESTRY DECISION SUPPORT SYSTEM: AN OVERVIEW*. Umeå: Skogens ekologi och skötsel. <http://mcfns.com/index.php/Journal/article/view/MC...>
- Wilhelmsson, E. (2011). *Enskilda skogsägarnas målformulering*. (305 2011). Umeå: Skoglig resurshushållning. [https://pub.epsilon.slu.se/5770/1/Wilhelmsson\\_E\\_20110215.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/5770/1/Wilhelmsson_E_20110215.pdf) [2023-02-13]
- Winqvist, A. (2005). *Granföryngring på tallmark, hur ofta förekommer det?* Uppsala: Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap. [https://stud.epsilon.slu.se/11303/1/winqvist\\_a\\_171010.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/11303/1/winqvist_a_171010.pdf) [2023-03-03]
- Zanchi, G. & Brady, M.V. (2019). Evaluating the contribution of forest ecosystem services to societal welfare through linking dynamic ecosystem modelling with economic valuation. *Ecosystem Services*, 39, 101011. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101011>
- Österhult Brehmer, E. (2016). *Utformning av skogsägarstrategier hos Norra Skogsägarna med hjälp av Heureka PlanWise*. Umeå: Skoglig resurshushållning. [https://stud.epsilon.slu.se/9192/1/osterhult\\_brehmer\\_e\\_160617.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/9192/1/osterhult_brehmer_e_160617.pdf) [2023-01-18]



## Bilaga 1

Kostnad för gödsling justerades efter nuvarande priser<sup>10</sup>, prislistan efter Norra Skogs nuvarande prislista<sup>11</sup>. Kostnaden per G15 timme för avverkning beräknades med ekvation 1, baserat på följande information: Medelstammen för en slutavverkning i Norrland är 0,237 m<sup>3</sup>fub och 0,086 m<sup>3</sup>fub för gallring (Skogskunskap 2023a). Medelproduktionen för slutavverkning är cirka 20,6 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>tid<sup>12</sup> (Brunberg 2007) och cirka 9 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>tid för gallring (Brunberg 1997). Medelkostnaden för slutavverkning i Norrland är 133 SEK/m<sup>3</sup>fub och för gallring 219 SEK/m<sup>3</sup>fub (Skogskunskap 2023a).

$$\text{Kostnad (SEK per } G_{15} \text{ tid)} = \text{Produktion (m}^3 \text{ fub per } G_{15} \text{ tid)} \times \text{Avverkningskostnad (SEK per m}^3 \text{ fub)} \text{ (Eq. 1)}$$

Tabell 13 visar antagna kostnader för gödsling samt kostnad för skördare och skotare för slutavverkning och gallring. Norra skogs prislista NS23-01 inkluderas även i modellen.

Tabell 13: Kostnader för gödsling samt maskinkostnader (skotare och skördare)

<b>Åtgärd</b>	<b>Kostnad</b>
Gödsling	3000 kr/ha
Slutavverkning	2740 SEK/G <sub>15</sub> tid
Gallring	1971 SEK/G <sub>15</sub> tid

<sup>10</sup> (Sennerdal 2022)

<sup>11</sup> Prislista NS 23-01 (Norra Skog 2023)

<sup>12</sup> G15-tid är grundtid som inkluderar kortare uppehåll än 15 minuter per tillfälle (Manner 2019)

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.