

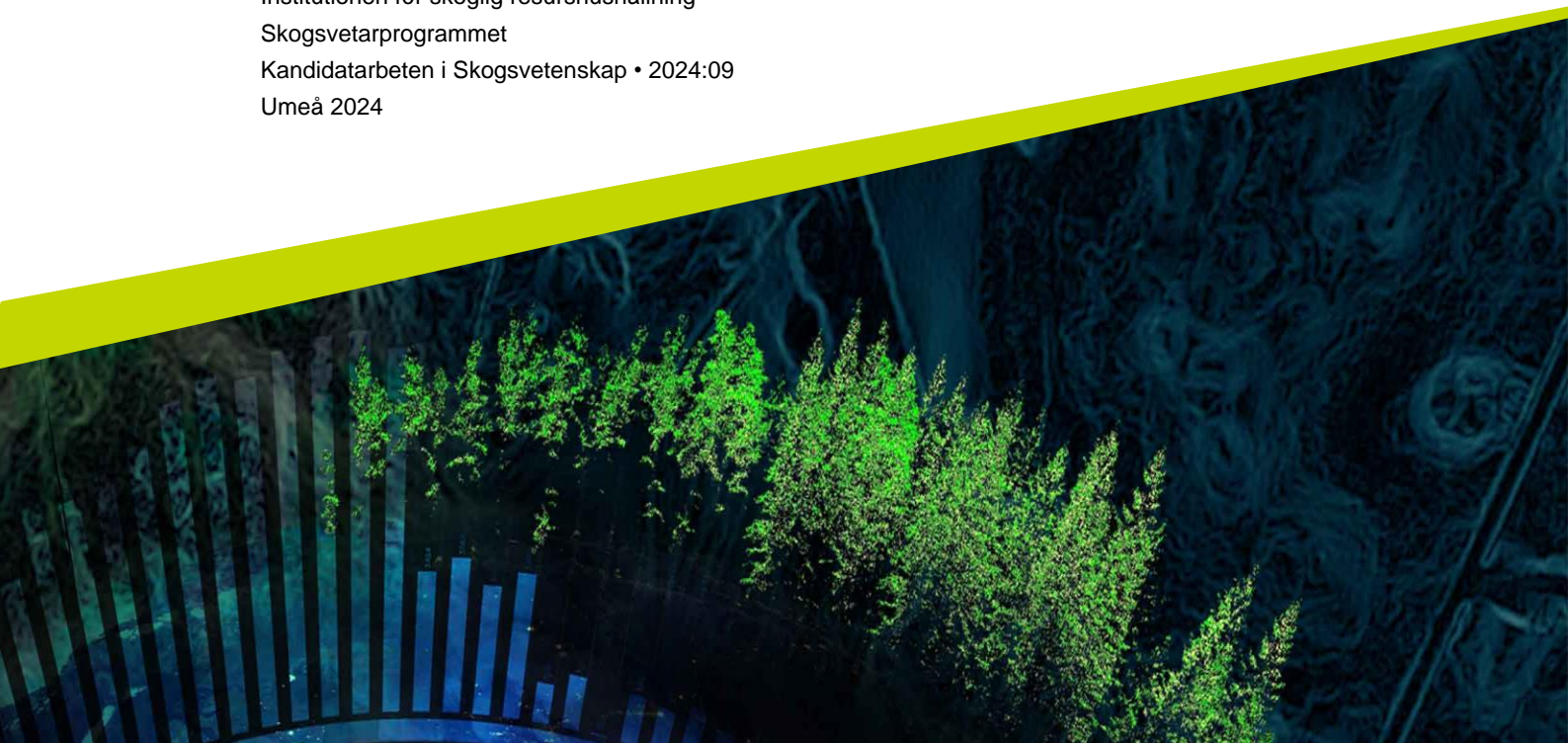


Utfall av ett timmermaximerat skogsbruk

En jämförelse med Sveriges vanligaste skogsbruk, trakthyggesbruk

Blomqvist Mary, Christoffersson Johan

Självständigt kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skoglig resurshushållning
Skogsvetarprogrammet
Kandidatarbeten i Skogsvetenskap • 2024:09
Umeå 2024



Utfall av ett timmermaximerat skogsbruk

En jämförelse med Sveriges vanligaste skogsbruk

Mary Blomqvist och Johan Christoffersson

Handledare: Patrik Ulvdal, SLU, Skoglig resurshushållning
Examinator: Torgny Lind, SLU, Skoglig resurshushållning

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i skogsbruksvetenskap
Kurskod: EX1015
Program/utbildning: Skogsvetarprogrammet
Kursansvarig inst.: Skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2024
Serietitel: Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Delnummer i serien: 2024:09

Nyckelord: PlanVis, trakthyggesbruk, skötselstrategier

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skoglig resurshushållning

Sammanfattning

Sverige har idag en intensiv debatt om hållbart skogsbruk. Att hitta balansen för de tre grundpelarna, socialt, ekonomiskt och ekologiskt värde är en konflikt som genomsyrar skogssektorn tillsammans med utomstående intressenter. Produktionen av skogsråvara måste öka för att kunna substituera fossilbaserade produkter samtidigt som kolinlagringen ska stärkas.

Idag tyder det på att skogsbruket är mer massainriktad och samtidigt visar forskning att timmervolymer kommer minska avsevärt inom snar framtid. Trots detta framhäver skogsbolagen deras bidrag till hållbar utveckling och sitt fokus på timmer och därmed långlivade produkter.

En jämförande studie mellan trakthyggesbruk och ett skogsbruk där allt fokus läggs på att producera timmer är därför intressant. Med hjälp av data från riksskogstaxeringen samt modellering i Heureka PlanVis har detta undersökts och utvärderats. Resultatet visade att ett timmermaximerat skogsbruk med möjlighet till många fler skötselstrategier än dagens trakthyggesbruk både ökar timmerandelen, och att nettointäkter och kolinlagring ökar. Detta stärker vad många menar att skogsbruket idag är mer massainriktat än vad skogsbolag själv framför.

Nyckelord: PlanVis, trakthyggesbruk, skötselstrategier

Abstract

Sweden has an intense debate about sustainable forestry today. To find the balance between the three pillars social, economic and ecological value is a conflict which permeates the forest sector together with different stakeholders. The production of forest raw material needs to increase to make it possible to substitute fossil-based products meanwhile as the carbon storage strengthens.

Today's forestry indicates today's it is oriented towards pulpwood while research shows that the timber volume will decrease in the near future. Despite this, the forest companies emphasize their contribution to sustainable development and their focus on long-lived products.

A comparative study, between even-aged production forestry, the traditional Sweden forestry and a forestry where all the focus is on produce timber is therefore substantially. With data from The Swedish National Inventory as well as modelling in Heureka PlanWise, this has been investigated and evaluated. The result showed that a timber maximized forestry with the ability to a lot more care alternatives than just today's even-aged production forestry both increase the timber share, but also net income and carbon storage. This strengthens that the forestry today is more pulpwood oriented than how the forest companies emphasize their self.

Keywords: PlanWise, even-aged production forestry, care alternatives

Förord

Detta arbete har genomförts under vår sista termin på skogsvetarprogrammet i Umeå. Intresset av aktuella debatter inom skogen har tillsammans med en kurs där beslutsstödsystemet Heureka användes gjort denna idé möjlig.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handlare Patrik Ulvdal för alla bra idéer med lösningar samt den snabba responsen. Detta har gjort att arbetet flutit på hela vägen! Dessutom vill vi tacka för möjligheten att använda Ljungergslabbet för bättre datorer!

Innehållsförteckning

Förord	5
Förkortningar	7
1. Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Syfte	10
2 Material och metod	11
2.2 Material	11
2.2.1 Data	11
2.3 Metod	11
2.3.1 Heureka PlanVis	11
2.3.2 Skötselstrategier	12
2.3.3 Optimering	13
3 Resultat	16
3.1 Västerbotten	16
3.2 Kronoberg.....	20
4 Diskussion	24
4.1 Metoddiskussion	24
4.2 Resultatdiskussion	24
4.3 Slutsats	26
Referenser	27
Bilaga 1	29
Bilaga 2	32

Förkortningar

SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
BAU	Business as usual
FSC	Forest Stewardship Council
SVL	Skogsvårdslagen
NPV	Nuvärde
m ³ sk	Skogskubikmeter
m ³ fub	Kubikmeter fast under bark
SEK	Svensk krona
ha	Hektar

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Det finns debatter i Sverige om hållbart skogsbruk och hur de sociala-, ekonomiska- och sociala värden ska samspela. Den svenska skogen har en stor roll i netto-noll visionen med mål till 2024 där det handlar om att öka produktionen och därmed få ut mer skogsråvara och träprodukter (*Holmgren 2019*). Vidare menar Holmgren att det även fokuseras på att förstärka kolinlagringen. För att lyckas med detta sker en omställning där fossilbaserade produkter ska ersättas av långlivade produkter från skogen som binder kol under en längre tid, med en medellivslängd på 30 år (*Skogsindustrierna 2024*).

Vidare visar skogsstyrelsens statistik från 2022 att massaved preliminärt stod för 32.6 milj. m³ufb och sågtimmer för 38.1 milj. m³fub av den avverkade volymen (*Skogsstyrelsen u.å.*). Samtidigt anser vissa att 80% av uttaget från skogen går till kortlivade produkter med en kortare medellivslängd som inte binder kol under längre tid (*Prytz & Frank 2021*). Detta bör innebära att de långlivade produkterna som binder kol under en längre tid omfattar 20% av uttaget. Vilket vidare stämmer överens med vad Sten B Nilsson hävdar, att skogsskötseln idag är mer inriktad mot massaved (*Slutreplik: Sluta bluffa politikerna, Jonas Jacobsson 2024*). Dessutom menar Sten B Nilsson att analyser från Linnéuniversitetet att timmervolymen ur skogen kommer minska snabbt fram till år 2065.

Vidare finns det en förväntad ökad produktion för både massa och sågtimmer där massa står för en större andel (*Nordström et al. 2021*). Sveriges tillgångar uppfattas samtidigt inte tillräckliga för efterfrågan vilket ökar intresset för import. Denna effekt av ett lägre utbud visar sig dessutom i de ökade virkespriserna, där statistik från 2023 visar att massavedspriserna har ökat med 37% samtidigt som timmerpriserna har en ökning på 12%, detta jämfört med år 2022 (*Uppåt för virkespriserna 2023*).

Anledningen till att virkesuttaget från skogen ser ut som det gör har en lång och historiskt hävd i vad som anses som det mest rationella sättet att bruka skogen.

Denna hävd som genomsyrar Sveriges skogsbruk är trakthyggesbruket och jämförs ofta med andra möjliga metoder (Lundqvist et al. 2014b). Lundqvist menar att trakthyggesbruk syftar på ett enskiktat bestånd som består av de fyra olika faserna förnygringsfasen, ungskogsfasen, gallringsfasen samt slutavverkningsfasen. I slutavverkningsfasen återfinns, förutom Förnygringsavverkning där alla träd avvecklas, metoderna *fröträdsställning* och *skärmställning*. Fröträdsställning, den näst vanligaste formen, innebär att det lämnas kvar fröträd som besår marken genom självförnyring. Skärmställning består i stället av fler träd med syfte att skydda förnyringen mot exempelvis frost och samtidigt beså marken.

Dessutom finns skötselsystemet blädningsbruk som till skillnad från trakthyggesbruk syftar till fullskiktade bestånd där fokus vid avverkning är på de större träden (Lundqvist et al. 2014a). De skuggtåliga träd som passar denna metod i Sverige är gran.

Skogsbolagen visar gärna att deras fokus ligger på långlivade träprodukter. Exempel på detta citeras nedan:

”Vi odlar hus, vi odlar förändring. Virket vi skördar blir till träråvaror för hållbart byggande och av det som blir över tillverkar vi världsledande kartong och innovativa produkter.” (Vi bidrar till ett fossilfritt samhälle I Holmen - Holmen u.å.)

”Den viktigaste punkten i vår hållbarhetsstrategi är därför att vi förädlar råvaran med ett så litet klimatavtryck som möjligt och att en så stor andel som möjligt av våra färdiga produkter blir en del av varaktiga byggnader och konstruktioner där de fortsätter att binda kol så länge som möjligt.” (Hållbarhet i Moelven – Moelven u.å.) (Framtiden byggs i trä u.å.)

”Produktionen består i huvudsak av konstruktionsvirke som förädlas vid våra tolv moderna sågverk.” (Trävaror & byggnation u.å.)

Enligt dem ligger alltså uttaget främst på virke som blir till sågade träråvaror vilket ska binda kol under en längre tid.

Av informationen ovan syns det att det finns oklarheter om dagens skogsbruk är massa- eller timmerinriktat. Det är därför nödvändigt att undersöka hur ett timmermaximerat skogsbruk ser ut samt jämföra det med Sveriges vanligaste skogsbruk, trakthyggesbruk.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka hur skogsskötseln med dess virkesutfall skulle se ut i ett timmermaximerat skogsbruk. Som referens används ett scenario med ett trakthyggesbruk.

Forskningsfrågor som kommer besvaras:

- Vad blir utfallet av ett skogsbruk där allt fokus läggs på att producera timmer?
- Hur skiljer sig detta från det svenska skogsbruket med trakthyggesbruk?

2 Material och metod

2.2 Material

2.2.1 Data

Datat som använts i arbetet är provytor inventerade av Riksskogstaxeringen i Västerbottens och Kronobergs län vilket ger ett perspektiv från norra samt södra Sverige. Denna inventering utförs av institutionen *skoglig resurshushållning* vid SLU (*Fridman et al. 2014*). Den rapporterar tillstånd och förändringar i Sveriges skogar där stickprovsinventeringar utförs av hela Sveriges areal årligen. En väsentlig typ av inventering är förrådsinventering som genererar underlag för skogens status i form av virkesförråd, träslagssammansättning, åldersfördelning och tillväxt (*SLU 2024*).

För att efterlikna dagens virkespriser med ett geografiskt hänsynstagande har två publika virkesprislistor använts, Norra Skog samt södra skogsägarna (*Södra u.å.; Prislista NS 43-01 Virkespriser u.å.*).

2.3 Metod

2.3.1 Heureka PlanVis

Heureka PlanVis är ett beslutsstödsystem för skoglig planering som hanterar framskrivningen av skogsbruksåtgärder (*Eggers & Öhman 2020*). Med detta ansågs denna programvara vara lämpad för undersökningen. PlanVis innehåller en rad olika steg och flikar, några av dem är dessa:

- Integrering av indata som var riksskogstaxeringens provytor och benämns beräkningsenheter. Dessa utgjorde 1230 beräkningsenheter för Kronoberg samt 2783 för Västerbotten på produktiv skogsmark.
- Definition av skötselstrategier, indelning av skogen givet villkor och hur respektive strategi ska se ut.
- En optimeringsmodell byggd på linjärprogrammering. Med hjälp av denna kan användaren styra framskrivningen med dess preferenser och begränsningar.

2.3.2 Skötselstrategier

I det första scenariot, BAU ("Business as usual") skapades en skötselstrategi som innebar *trakthyggesbruk*. Vid utformande av *trakthyggesbruk* togs inspiration av likåldrigt skogsbruk samt Sveaskogs preferenser på produktionssskogbruk enligt (Eggers et al. 2020).

Vid skapandet av det andra scenariot, Timmer, där timmeruttag skulle maximeras, definierades ytterligare sex stycken skötselstrategier där undersökningen istället utgått från det som beskrivs i skogskötselserien (Skogsstyrelsen 2024). Samt (Persson & Fahlvik 2024), där förändring av gallringstyrka och kurvförflyttning i gallringsmallen påvisat att det kan ge ökad timmerandel. Gallringsmallen som arbetet utgått från är Heurekas inbyggda, framtagna av skogstyrelsen (Agestam 2015).

Följande sex skötselstrategier definierades:

fröträdsställning,
skärmställning,
kontinuitetsskogsbruk,
ingen gallring,
tidig hård gallring,
sen hård gallring

Tidig hård gallring innebar att gallring max kunde utföras tills skogen uppnått 14 meters höjd medan *sen hård gallring* tidigast skulle utföras vid minst en höjd på 16 meter. Båda strategierna gallrades med en styrka på 40-50%. Data och inställningar för hur skötselstrategierna gjordes återfinns i bilaga 1.

Vidare kopplades virkesprislistorna från Norra Skog eller Södra till respektive strategi beroende på område. Hur prislistorna ser ut återfinns i bilaga 2. Heurekas förinställda diskonteringsränta på 3 % användes.

För varje beräkningsenhet och skötselstrategi valdes det att avsätta 9% av föryngringsavverkade arealen som generell hänsyn baserat på Sveaskogs skogsbruk (Eggers et al. 2020). Detta då FSC och SVL ställer krav på hänsyn (Skogstyrelsen 2020; *Homepage Sweden / Forest Stewardship Council* u.å.).

Slutligen genererades skötselstrategierna i två separata oberoende simuleringar för respektive län och scenario. Först BAU-scenariot med endast *trakthyggesbruk* som valmöjlighet. Sedan det timmermaximerade skogsbruk med alla skötselstrategier som alternativ.

2.3.3 Optimering

Optimeringen syftade till att ge välja en optimal skötselstrategi givet att målfunktionens värde maximerades, samt att restriktioner uppfylldes. I BAU-scenariot maximerades nuvärdet (NPV), det vill säga målfunktionen, och i scenariot för det timmermaximerade skogsbruket användes summan av allt avverkat timmer som målfunktion. Detta för att det är den vanligaste inbygda metoden. Samma avverkningsnivå för respektive län användes i båda scenarierna. Avverkningsnivån från scenariot BAU användes som restriktion vid scenariot max timmer. Optimeringen skedde också med två separata oberoende körningar för respektive län och scenario.

Optimeringsmodellen som användes för BAU-scenariot såg ut som följande:

$$(1.1) \quad \text{Maximera NPV} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} n_{ij} a_i x_{ij}$$

Under begränsning:

$$(2.1) \quad x_{ij} \in [0,1] \quad \forall i \in I \\ \forall j \in J_i$$

$$(3.1) \quad \sum_{j=1}^{J_i} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I$$

$$(4.1) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} v_{ijkp} a_i x_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} v_{ijkp-1} a_i x_{ij} \quad \forall p \in p > 1$$

$$(5.1) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} t_{ijkp} a_i x_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} t_{ijkp-1} a_i x_{ij} \quad \forall p \in p > 1$$

NPV var målfunktionen,

I var uppsättning av beräkningsenheter,

J_i var uppsättningen av alternativ för beräkningsenhet i,

n_{ij} var nettonuvärdet per hektar för alternativ j för beräkningsenhet i,

a_i var arean av beräkningsenheter i,

x_{ij} var andelen av beräkningsenhet i som sköttes med alternativ j,

P var uppsättningen av perioder,

v_{ijkp} var avverkad volym(m^3sk) per hektar för beräkningsenhet i med alternativ j samt skötselenhet k och period p,

t_{ijkp} var timmervolymen (m^3 fub) per hektar för beräkningsenhet i med alternativ j samt skötselenhet k och period p ,

Ekvation. (Ekv.) (1.1) Var målfunktionen, den maximerade summan av nuvärdet i alla beräkningsenheter och alternativ. (Ekv.) (2) Andelen var mellan 0 och 1 för alla beräkningsenheter och alla alternativ för respektive beräkningsenhet. (Ekv.) (3) Summan av alla andelar skulle bli 1 för alla beräkningsenheter som sköttes med alternativ j . (Ekv.) (4) Avverkad volym skog var alltid densamma för varje period utom de två första. (Ekv.) (5) Avverkad timmervolym var alltid densamma för varje period utom de två första.

Optimeringsmodellen som användes för de scenariet där timmer skulle maximeras såg ut som följande:

$$(1.2) \quad \text{Maximera avverkad timmervolym } \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} t_{ijkp} a_i x_{ij}$$

Under begränsning:

$$(2.2) \quad x_{ij} \in [0,1] \quad \forall i \in I \forall j \in J_i$$

$$(3.2) \quad \sum_{j=1}^{J_i} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I$$

$$(4.2) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} w_{sijkp} a_i x_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} w_{sijkp-1} a_i x_{ij} \quad \forall p \in p > 1 \forall s \in S$$

$$(5.2) \quad w_s \in \{1,2\} \forall s \in S$$

$$(6.2) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} w_{1ijkp} a_i x_{ij} = 19\,995\,792 m^3 sk \quad \forall p \in p > 1 \quad \text{gäller för Kronoberg}$$

$$(7.2) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} w_{2ijkp} a_i x_{ij} = 45\,447\,572 m^3 sk \quad \forall p \in p > 1 \quad \text{gäller för Västerbotten}$$

$$(8.2) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} t_{ijkp} a_i x_{ij} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} t_{ijkp-1} a_i x_{ij} \quad \forall p \in p > 1$$

Avverkad timmervolym var målfunktionen,

I var uppsättning av beräkningsenheter,

J_i var uppsättningen av alternativ för beräkningsenhet i ,

t_{ijkp} var avverkad timmervolym (m^3 fub) per hektar för beräkningsenhet i med alternativ j samt skötselenhet k och period p ,

a_i var arean av beräkningsenhet i ,

x_{ij} var andelen av beräkningsenhet i som sköttes med alternativ j ,

P var uppsättningen av perioder,

w_{sijkp} var avverkad volym (m^3 sk) per hektar från län s för beräkningsenhet i med alternativ j samt skötselenhet k och period p ,

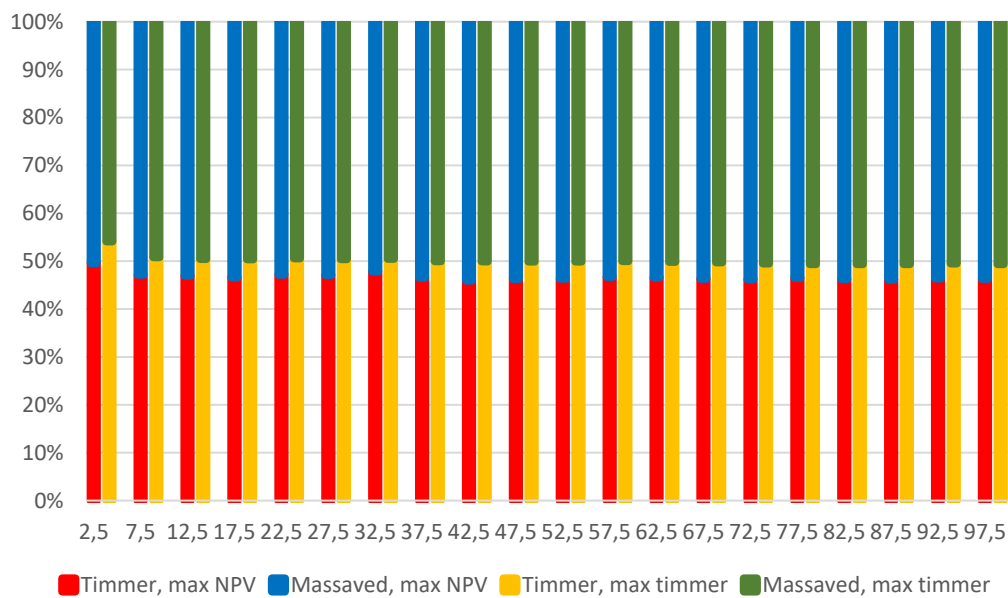
w_s var avverkad volym (m^3 sk) per hektar för län s ,

Ekvation. (Ekv.) (1.2) Var målfunktionen, den maximerade summan av avverkad volym timmer i alla bestånd, skötselstrategier, skötselenheter och perioder. (1.2.2) Andelen är mellan 0 och 1 för alla bestånd och alla alternativ för respektive bestånd. (3) Summan av alla andelar skulle bli 1 för alla bestånd som sköttes med alternativ j . (4) Avverkad volym för respektive län, antar värdet 1 eller 2. (5) Avverkad volym skog var alltid densamma för län s för varje period utom de två första. (6) Avverkad timmervolym var alltid densamma för varje period utom de två första. (7) och (8) Avverkad volym var alltid densamma i varje period med hänsyn till hur många skogskubikmeter (m^3 sk) som avverkades i scenariot då endast BAU användes som skötselstrategi.

3 Resultat

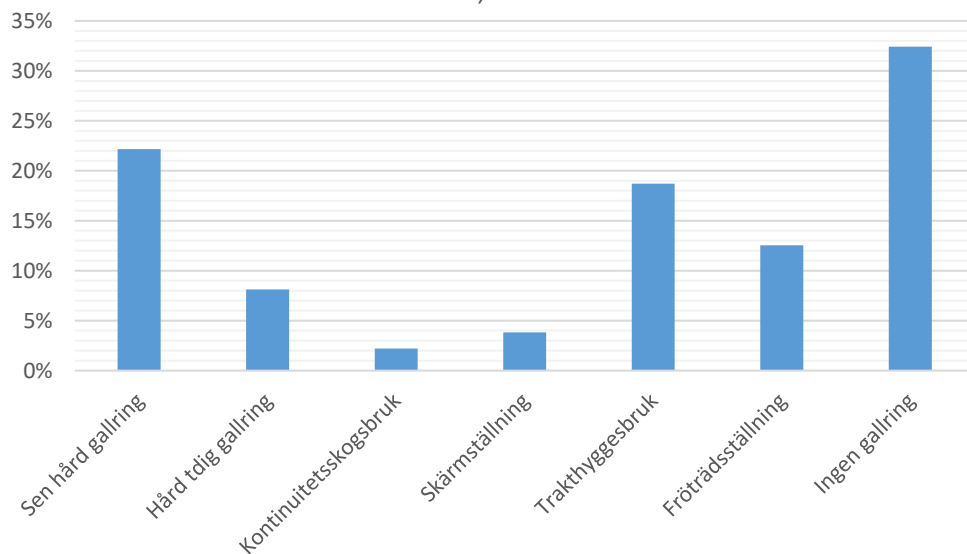
Resultat från Västerbotten och Kronoberg som presenteras med grafer redovisas separat för några viktiga och jämförbara indikatorer.

3.1 Västerbotten



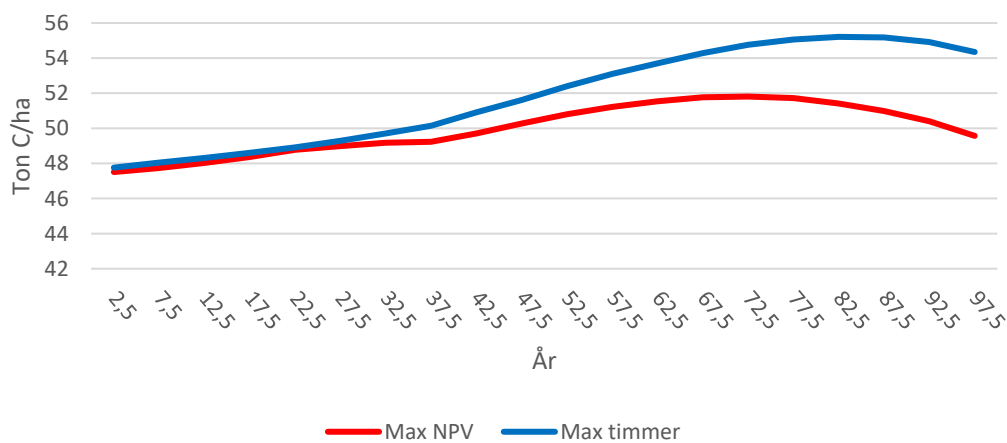
Figur 1: Andelen uttag av massaved och timmer i Västerbotten (% av m^3_{fub}) över planeringshorisonten (år)

Skötselstrategier Västerbotten, max timmer

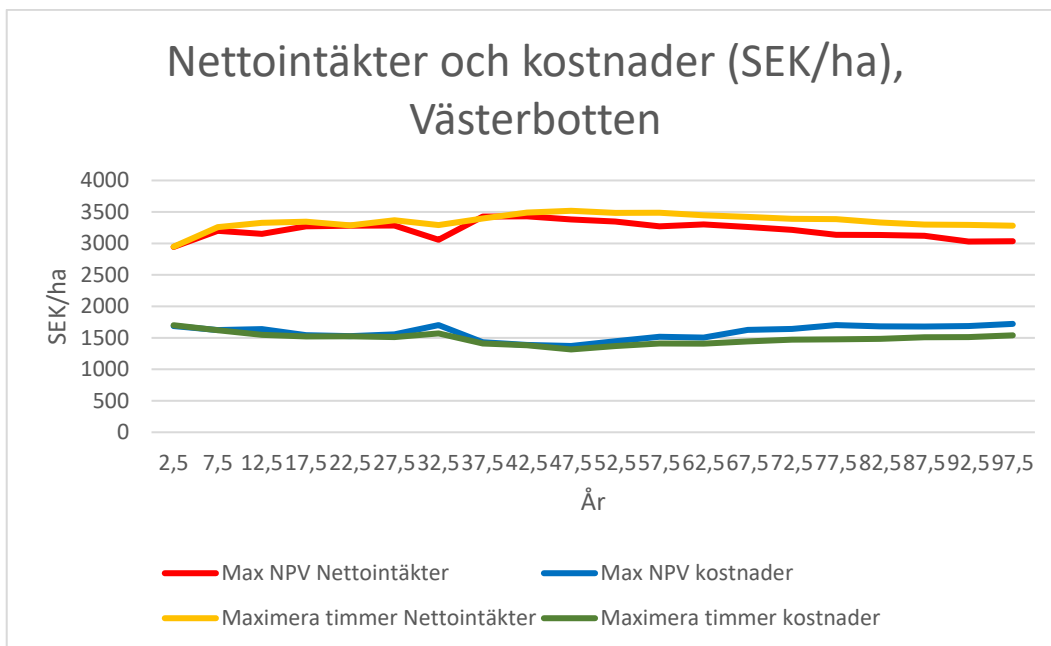


Figur 2. Andelen av totala arealen som sköts med respektive skötselstrategi i Västerbotten vid målfunktionen maximera timmer. X-axeln visar skötselstrategier, Y-axeln visar andel av total areal produktiv skogsmark i procent.

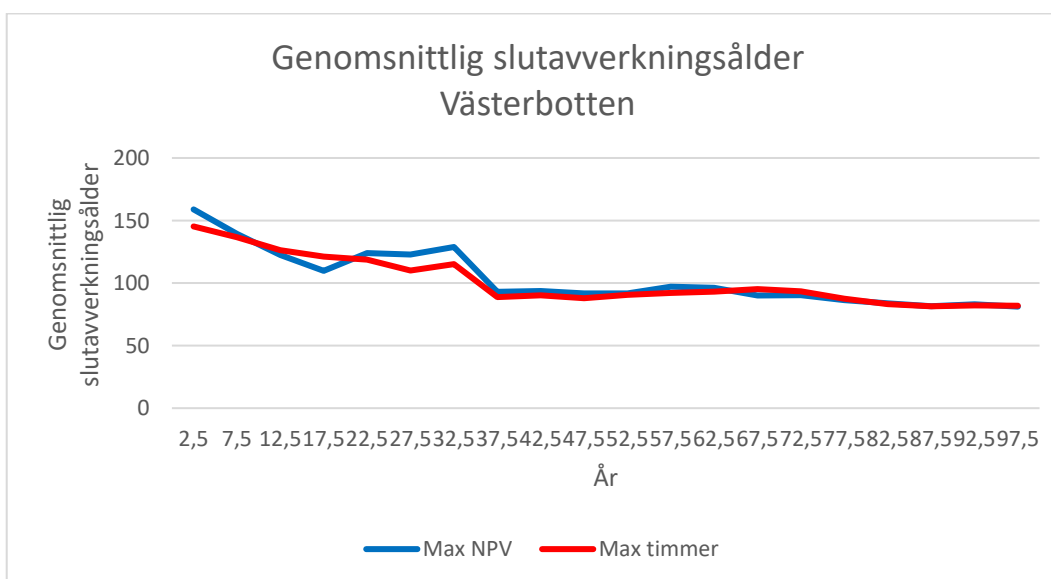
Kolförråd i träd och mark Västerbotten



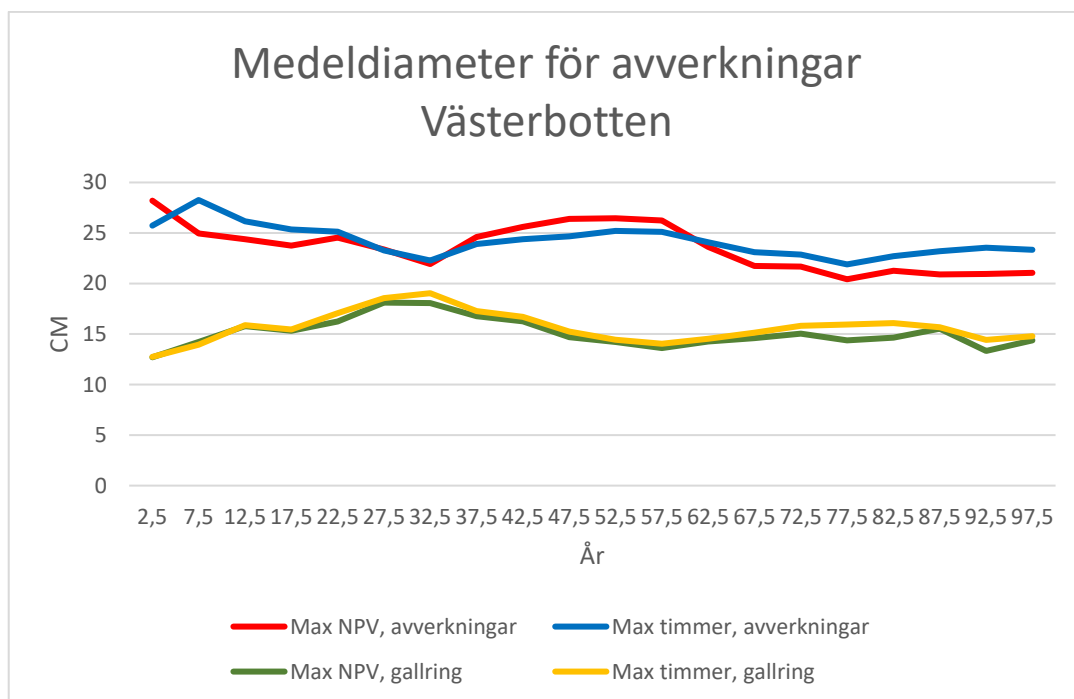
Figur 3: Kolförrådet i träd och mark i Västerbotten för planeringshorisonten, ton C per ha och år.



Figur 4: Nettointäkter och kostnader per hektar i Västerbotten. X-axeln visar år över planeringshorisonten, Y-axeln visar kronor (SEK) per hektar.



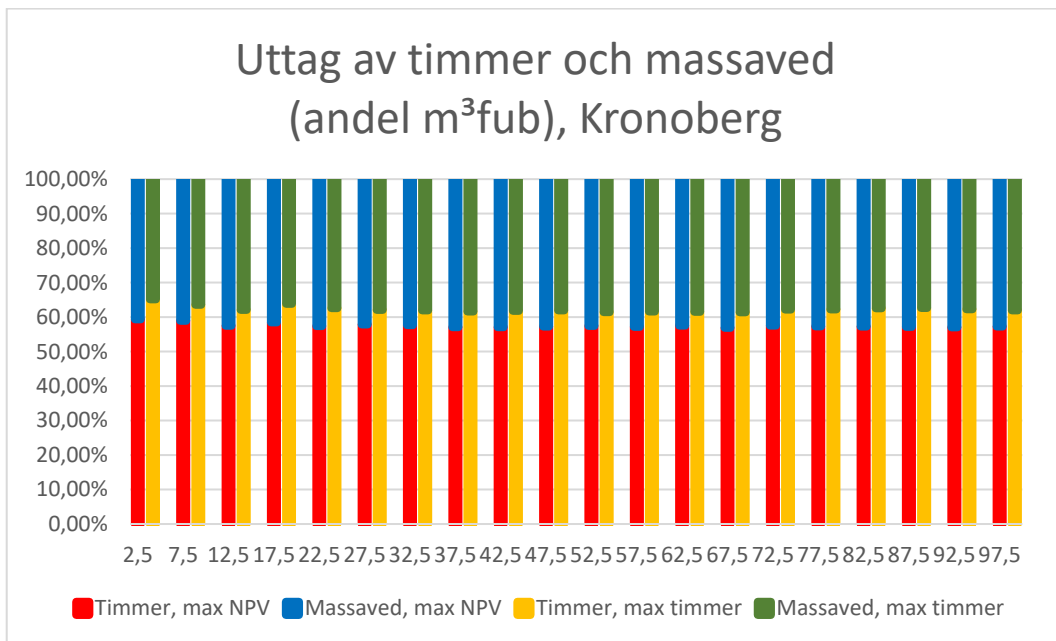
Figur 5: Genomsnittliga slutavverkningsåldern för hela planeringshorisonten i Västerbotten. X-axeln visar åren över planeringshorisonten, Y-axeln visar den genomsnittliga slutavverkningsåldern.



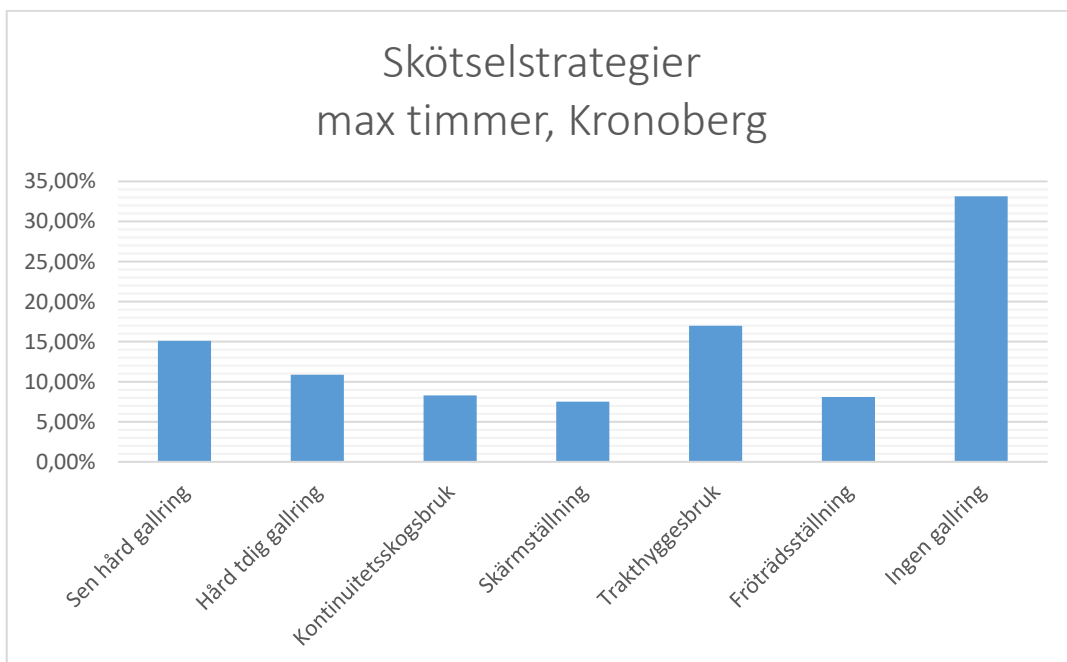
Figur 6: Medeldiameter vid alla avverkningar för hela planeringshorisonten i Västerbotten. X-axeln visar åren över planeringshorisonten, Y-axeln visar medeldiameter i centimeter. Avverkningar inkluderar Föryngringsavverkning, selektiv avverkning, avverkning av övre höjds träd samt avverkning av skärm- och fröträäd. Gallring inkluderar endast gallring.

Tabell 1 Nuvärdet per hektar för respektive scenario i Västerbotten	
Scenario	Nuvärde (NPV), SEK per ha
Max NPV	21287
Max timmer	22036

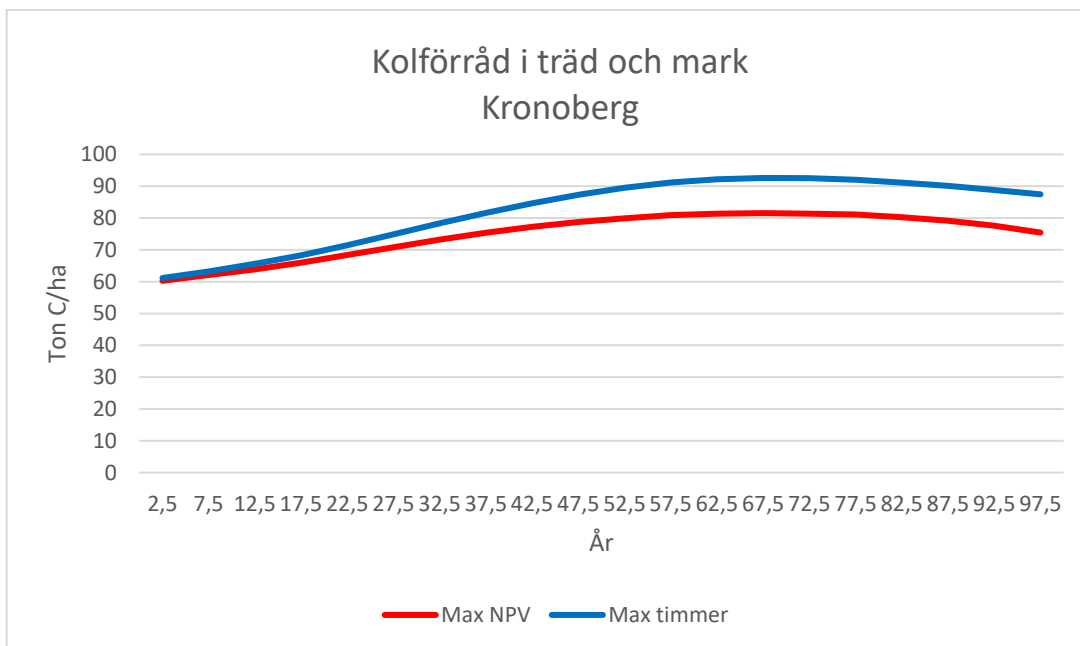
3.2 Kronoberg



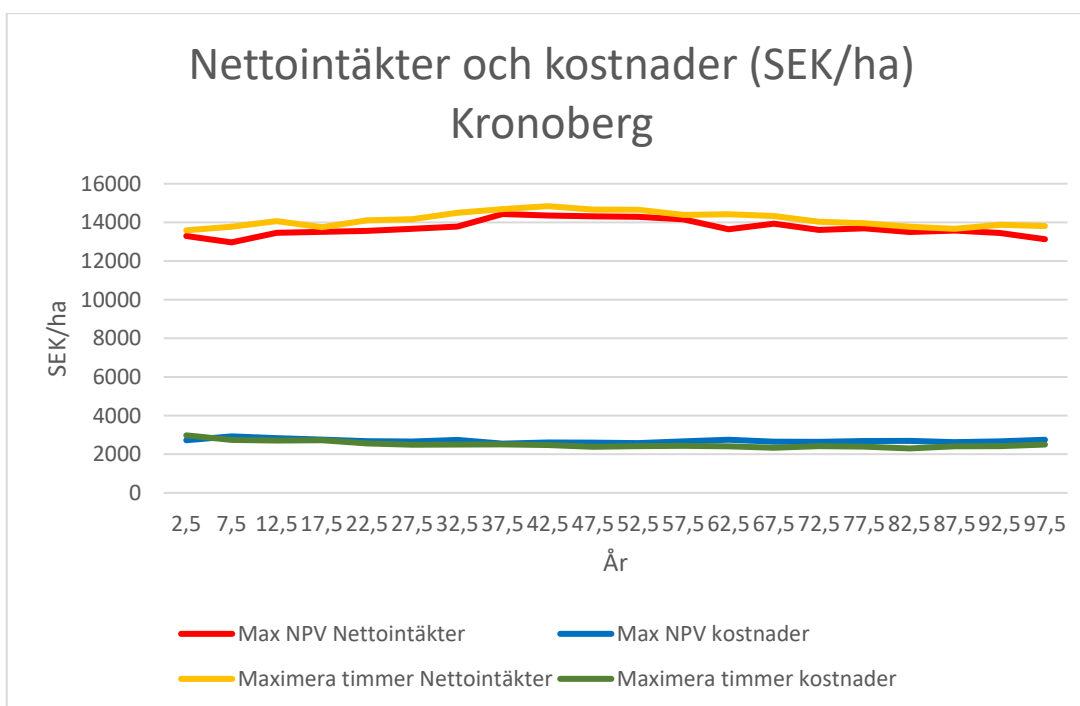
Figur 1: Andelen uttag av massaved och timmer i Kronoberg. X-axeln visar år över planeringshorisonten, Y-axeln visar procent av andel areal över produktiv skogsmark.



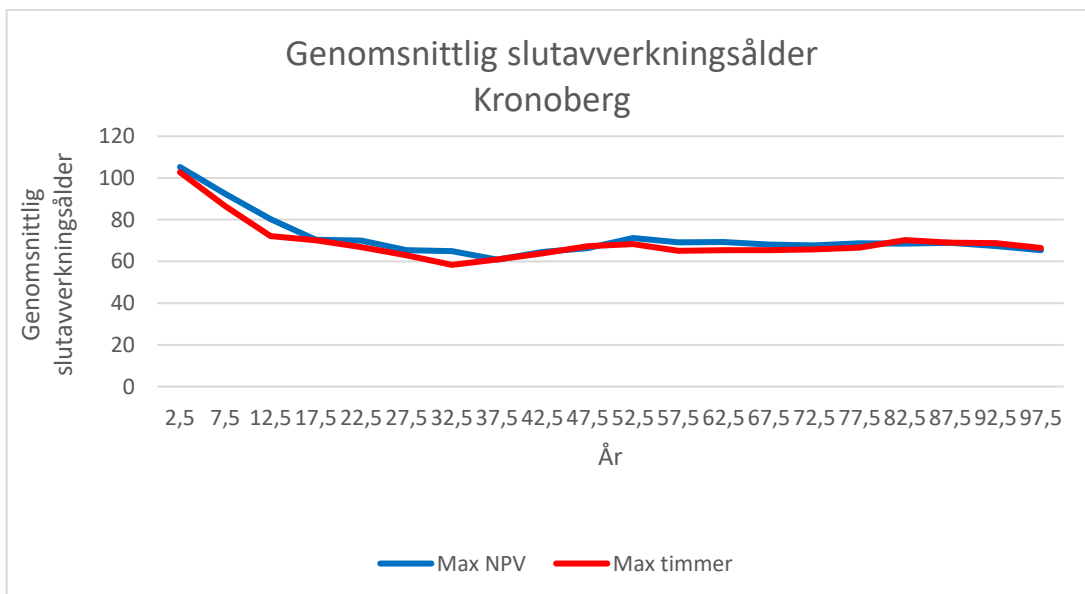
Figur 2: Andelen av totala arealen som sköts med respektive skötselstrategi i Kronoberg vid målfunktionen maximera timmer. X-axeln visar skötselstrategier, Y-axeln visar andel av total areal produktiv skogsmark i procent.



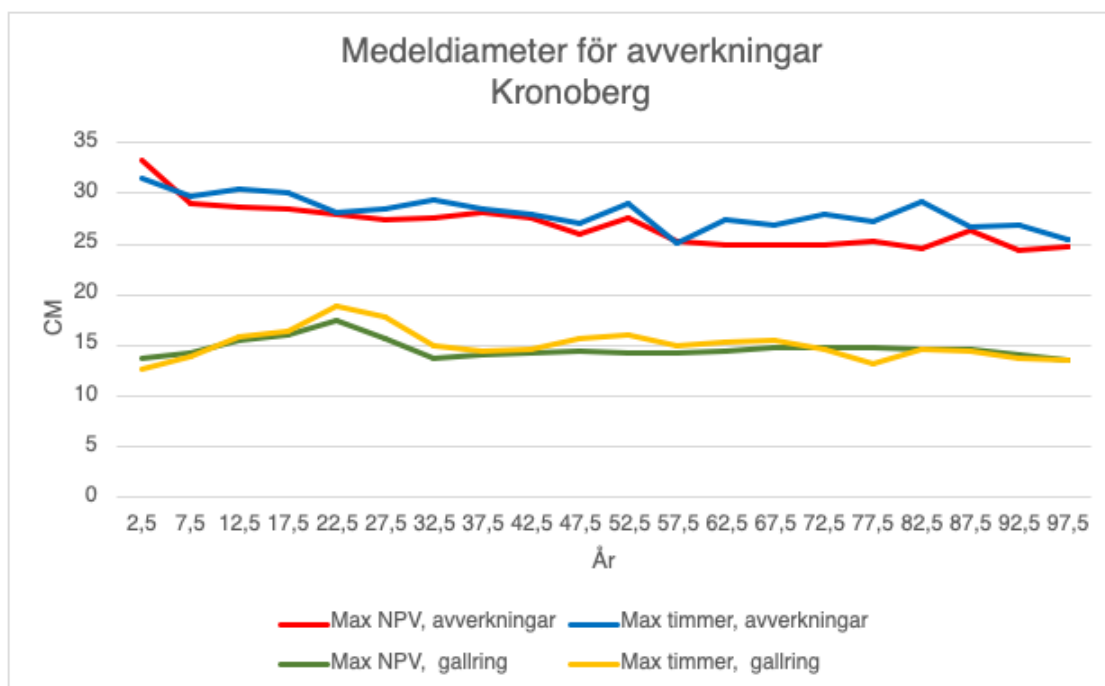
Figur 3: Kolförrådet per hektar i träd och mark i Västerbotten. X-axeln visar år över planeringshorisonten, Y-axeln visar kolförrådet i ton per hektar.



Figur 4: Nettointäkter och kostnader per hektar i Västerbotten. X-axeln visar år över planeringshorisonten, Y-axeln visar kronor (SEK) per hektar.



Figur 5: Genomsnittliga slutavverkningsåldern för hela planeringshorisonten i Kronoberg. X-axeln visar åren över planeringshorisonten, Y-axeln visar den genomsnittliga slutavverkningsåldern.



Figur 6: Medeldiameteren vid alla avverkningar för hela planeringshorisonten i Västerbotten. X-axeln visar åren över planeringshorisonten, Y-axeln visar medeldiameter i centimeter. Avverkningar inkluderar Föryngringsavverkning, selektiv avverkning, avverkning av övre höjds träd samt avverkning av skärm- och fröträäd. Gallring inkluderar endast gallring.

Tabell 2 Nuvärdet för scenario i Kronoberg.

Scenario	Nuvärde (NPV) SEK per ha
Max NPV	91067
Max timmer	94969

4 Diskussion

4.1 Metoddiskussion

Heureka PlanVis har använts för detta arbete vilket ansågs vara en lämpad skogligt planeringsverktyg för denna uppgift. PlanVis har använts i tidigare undersökningar där skogsskötselstrategier genererats fram över skog givet olika målsättningar och restriktioner (Persson & Fahlvik 2024).

Endast Västerbottens och Kronobergs län användes i detta arbete för att exemplifiera med två geografiskt skilda län. Anledningen till detta var för att fånga in de olika tillstånden och förutsättningar som finns i Sveriges skogar. Detta kan dock ses som en svaghet och gör att resultatet inte går att med säkerhet säga att det gäller för hela Sverige. Skötselstrategierna fick fritt välja på all skog i respektive län i varje simulering, vilket kan göra att granskog används vid fröträdställning och tallskog vid skärmställning. Detta kan också ses som en felkälla, då (Lundqvist et al. 2014b) menar att fröträd lämpar sig bäst med tall och skärm för gran. Då denna undersökning endast handlade om att hitta det maximala timmerutbytet anses inte detta vara av stor betydelse då denna rapport inte berör vilken metod som passar för respektive trädslag. Att förändra virkespriserna till hur det lokalt ser ut på marknaden genererade en mer realistisk bild av de ekonomiska nyckeltalen. Till sist ska nämnas att Heureka ger en fingervisning på resultat i en modellerad värld men behöver inte betyda att de går att omsätta till praktiken.

4.2 Resultatdiskussion

Denna studie har undersökt vad utfallet blir från ett timmermaximerat skogsbruk jämfört med det dominerande skogsskötselmetoden trakthyggesbruk genom prognoser med Heureka PlanVis (Lundqvist et al. 2014b). Resultatet indikerar att det finns skillnader där olika skötselstrategier visar sig vara det optimala vid timmermaximerat skogsbruk. Utfallet av detta visar andra andelar av virkesuttag (massaved och timmer) samt skillnad i kolinlagring och nettointäkter med kostnader.

Resultatet visar att det sker ett större uttag av massaved i ett skogsbruk som liknar Sveriges, BAU-scenariot, i jämförelse med ett timmermaximerat skogsbruk. Detta beror troligtvis på att det timmermaximerade skogsbruket tillåter fler skötselstrategier och har därmed fler alternativ till att maximera timmeruttaget. Den skötselstrategi som dominerar i det timmermaximerade skogsbruket är *ingen gallring* som vidare kan ge en möjlig tolkning om att gallring bör påverka uttaget av timmer. Resultatet borde möjligen tolkas att gallring sänker timmerproduktionen och istället endast är attraktivt hos skogsägare med syfte att det ger ett jämt kassaflöde.

Vidare visar resultatet att scenariot med flera skötselstrategier där *sen hård gallring* samt *trakthyggesbruk* med innehållande gallring står för en relativt stor del av arealen produktiv skogsmark. Persson och Fahlvik menar i en rapport att båda gallringsstyrkorna, hård och svag gallring, kan användas vid mål om timmerproduktion (Persson & Fahlvik 2024). Detta är intressant då denna rapport visar liknande resultatet, att det är nödvändigt med olika gallringsstyrkor för att uppnå ett högre timmeruttag.

Dessutom visar resultatet att vid det timmermaximerade skogsbruket är det totala kolförrådet, ton per hektar, för träd och mark större än vid *trakthyggesbruk*-scenariot. Persson och Fahlvik menar att hård gallring sänker grundytan och därmed kolförrådet (Persson & Fahlvik 2024). Detta är intressant då resultatet i denna rapport visar att kolförrådet är större trots att en stor andel areal produktiv skogsmark brukas med gallring. Detta beror troligtvis på att den dominerade skötselstrategin som brukas över arealen är *ingen gallring* och ger därmed högre tillväxt och därmed ökat kolförrådet.

Resultatet visar även att det finns en marginell skillnad i nettointäkter och kostnader för *trakthyggesbruk*-scenariot och det timmermaximerade scenariot med flera skötselstrategier. Ett skogsbruk vid fokus på timmer ger högre intäkter samt lägre kostnader vilket innebär att BAU-scenariot ger lägre intäkter med högre kostnader. En tolkning av resultatet är att scenariot med flera skötselstrategier domineras av *ingen gallring* och därmed minskar gallringskostnader i jämförelse vid BAU-scenariot. Nettointäkterna beror troligtvis på att det är högre virkespris för timmer. Detta kan därmed direkt kopplas till resultatet om att nuvärdet därför är högre i scenariot för flera skötselstrategier vid fokus på timmer.

Vidare visar resultatet att det finns en marginell skillnad på medeldiameter vid avverkning där scenariot med fokus på timmer har något grövre stammar. En möjlig förklaring kan vara att träden har blivit grövre då det till stor areal sker *hårdare gallringar*.

Slutligen visar resultatet att det inte finns en märkbar skillnad över genomsnittlig slutavverkningsålder. Det kan tyckas att det borde funnits en viss skillnad eftersom timmervolymen borde öka genom en längre omloppstid. Vad resultatet beror på kan vara att gallringarna är optimal och därmed behöver inte slutavverkningen förskjutas.

4.3 Slutsats

Syftet med arbetet var att undersöka hur skogsskötseln med dess virkesutfall skulle se ut i ett timmermaximerat skogsbruk. De slutsatser som kan dras för denna undersökning är att flera skötselstrategier är nödvändigt för att nå högre timmerandel till skillnad från endast ett alternativ med trakthyggesbruk. Detta innebär vidare att det som skogsbolagen gärna visar, att fokus ligger på timmer, möjligtvis inte stämmer överens med verkligheten.

Heurekas betydelse för denna undersökning har varit stor, både med dess förmåga att effektivt och noggrant optimera en skogsskötsel med högt timmerutbyte, givetvis med några svagheter.

Ett förslag på framtida undersökningar är att djupare undersöka möjliga strategier för ett timmermaximerat skogsbruk. Detta genom att titta djupare på Heurekas möjligheter samt om det finns andra beslutsstödsystem för att hitta mer rationella lösningar. Dessutom har inte rönning tagits i beaktning eller känslighetsanalyser gjorts vilket kan bli framtida forskning.

Referenser

- Agestam, E. (2015). Skogsskötselserien 7: Gallring. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-7-gallring.pdf> [2024-05-02]
- Eggers, J., Rätty, M., Öhman, K. & Snäll, T. (2020). How Well Do Stakeholder-Defined Forest Management Scenarios Balance Economic and Ecological Forest Values? *Forests*, 11 (1), 86. <https://doi.org/10.3390/f11010086>
- Eggers, J. & Öhman, K. (2020). Overview of the PlanWise application and examples of its use. [2024-05-20]
- Framtiden byggs i trä* (u.å.). Moelven. <https://www.moelven.com/se/miljo-och-hallbarhet/> [2024-05-13]
- Fridman, J., Holm, S., Nilsson, M., Nilsson, P., Ringvall, A.H. & Ståhl, G. (2014). Adapting National Forest Inventories to changing requirements – the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century. *Silva Fennica*, 48 (3). <https://www.silvafennica.fi/article/1095> [2024-07-22]
- Holmgren, S. (2019). *Skogens roll i klimatomställningen*. Stad och land. <https://www.slu.se/globalassets/ew/subw/mistraec/focus-areas/wp3/policybrief---skogens-roll-i-klimatomstallningen.pdf> [2024-04-29]
- Homepage Sweden / Forest Stewardship Council* (u.å.). <https://se.fsc.org/se-sv> [2024-05-20]
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2014a). Skogsskötselserien 11: Blådningsbruk. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-11-bladningsbruk.pdf> [2024-04-29]
- Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G. & Fries, C. (2014b). Skogsskötselserien 20: Slutavverkning. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-20-slutavverkning.pdf> [2024-04-29]
- Nordström, P.-O., Pastila, S., Pihlajamäki, P. & Ojanen, E. (2021). *Marknaden för skogsråvara och skogsnäringens utveckling fram till 2035*. (Marknaden för skogsråvara och skogsnäringens utveckling fram till 2035). <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-20222021202020192018/rapport-2021-3-marknaden-for-skogsravara-och-skogsnaringens-utveckling-fram-till-2035.pdf> [2024-04-17]
- Persson, M. & Fahlvik, N. (2024). *Värdefulla timmerskogar*. https://www.skogforsk.se/cd_20240419101159/contentassets/440df1be1c81491b9ee10d302f1254ee/arbetsrapport-1185-2024-vardefulla-timmerskogar-1.pdf [2024-05-21]
- Prislista NS 43-01 Virkespriser* (u.å.). <https://www.norraskog.se/-/media/norra-skog/files/prislistor/prislistor-ns/virkespriser/prislista-4-norra-skog.pdf> [2024-04-29]
- Prytz, K. & Frank, H. (2021). *Svensk klimatpolitik är kontraproduktiv*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1604407/FULLTEXT01.pdf> [2024-05-10]
- Skogsindustrierna (2024). *Fossilfria produkter som återvinns är bäst för klimatet - Skogsindustrierna*. <https://www.skogsindustrierna.se/aktuellt/nyheter/2024/03/fossilfria-produkter-som-atervinns-ar-bast-for-klimatet/> [2024-04-29]
- Skogsstyrelsen (2024). *Skogsskötselserien – fördjupade kunskaper om skogsskötsel*.

<https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogsskotselserien/> [2024-04-29]
Skogsstyrelsen (u.å.). *Avverkningsstatistik*.
<https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/avverkning/> [2024-05-22]
Skogsstyrelsen (2020). *Skogsvårdslagstiftningen*.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftningen-2022.pdf> [2024-05-20]
SLU (2024). *Fältinstruktion 2024*. Institutionen för Skoglig resurshushållning och Mark och miljö.
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/ris_fin_24.pdf [2024-04-29]
Slutreplik: Sluta bluffa politikerna, Jonas Jacobsson (2024). *Altinget.se*.
<https://www.altinget.se/artikel/slutreplik-sluta-bluffa-politikerna-jonas-jacobsson> [2024-03-27]
Södra (u.å.). *Virkespriser*. <https://www.sodra.com/sv/se/skog-medlem/skogsbruk/salja-virke/virkespriser/> [2024-04-29]
Trävaror & byggnation (u.å.). *Vida AB*. <https://www.vida.se/travaror-byggnation/> [2024-05-13]
Uppåt för virkespriserna 2023 (2024).
<https://www.skogsstyrelsen.se/nyhetslista/uppat-for-virkespriserna-2023/> [2024-04-17]
Vi bidrar till ett fossilfritt samhälle I Holmen - Holmen (u.å.).
<https://www.holmen.com/sv/om-holmen/Holmen-i-korthet/sa-gor-vi-skillnad/> [2024-03-27]

Bilaga 1

Skötselstrategier och data över viktiga inställningar i Heureka.

Tabell 1. Visar hur skötselstrategin trakthyggesbruk gjorts.

Skötselstrategi	Trakthyggesbruk
Plantering	3000 för tall, 2800 för gran
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	10-25 m, 20-40%, 10 % löv lämnad
Slutavverkningsmetod	Föryngringsavverkning
Evighetsträd	10
Högstubbar	3

Tabell 2. Visar hur skötselstrategin fröträdsställning gjorts.

Skötselstrategi	Fröträdsställning
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	10-25 m, 20-40%, 10 % löv lämnad
Slutavverkningsmetod	Fröträd
Evighetsträd	10
Högstubbar	3

Tabell 3. Visar hur skötselstrategin skärmställning gjorts.

Skötselstrategi	Skärmställning
Plantering	3000 tall samt 2800 gran
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	10-25 m, 20-40%, 10 % löv lämnad
Slutavverkningsmetod	Skärmträd
Evighetsträd	10
Högstubbar	3

Tabell 4. Visar hur skötselstrategin Kontinuitetskogsbruk gjorts.

Skötselstrategi	Kontinuitetskogsbruk
------------------------	-----------------------------

Slutavverkningsmetod	Selektiv avverkning
Evighetsträd	10
Högstubbar	3

Tabell 5. Visar hur skötselstrategin ingen gallring gjorts.

Skötselstrategi	Ingen gallring
Plantering	3000 för tall, 2800 för gran
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	Ingen gallring
Slutavverkningsmetod	Föryngringsavverkning
Evighetsträd	10
Högstubbar	3

Tabell 6. Visar hur skötselstrategin tidig hård gallring gjorts.

Skötselstrategi	Tidig hård gallring
Plantering	3000 för tall, 2800 för gran
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	10-14 m, 40-50%, 10 % löv lämnad
Slutavverkningsmetod	Föryngringsavverkning
Evighetsträd	10
Högstubbar	3
Gallringsmall	Övre kurva flyttades upp 10 % samt nedre ner 20 %

Tabell 7. Visar hur skötselstrategin sen hård gallring gjorts.

Skötselstrategi	Sen hård gallring
Plantering	3000 för tall, 2800 för gran
Röjning	2-5 m, 10 % löv lämnad
Gallring	16-25 m, 40-50%, 10 % löv lämnad
Slutavverkningsmetod	Föryngringsavverkning
Evighetsträd	10
Högstubbar	3
Gallringsmall	Övre kurva flyttades upp 10 % samt nedre ner 20 %

Plantering: Hur många stammar/ha som max får planteras för respektive skötselstrategi. Ståndortsindex för beräkningsenheten avgör hur många som planteras.

Röjning: Vid vilken höjd röjning sker samt andel lövträd av totalt antal träd som lämnas efter åtgärd

Gallring: Vid vilken höjd gallring sker, gallringsstyrka samt andel lövgrundyta av total grundyta som lämnas efter åtgärd.

Slutavverkningsmetod: Hur träden avverkas innan ny omloppstid.

Evighetsträd: Antal evighetsträd/ha som lämnas vid slutavverkning.

Högstubbar: Antal högstubbar/ha som lämnas vid gallring respektive slutavverkningsmetod.

Bilaga 2

Tabell 8. Virkesprislista Norra Skog (kr/m³to), timmer

Träslag	Sortiment	diameterklass	Kvalitet 1	Kvalitet 2	Kvalitet 3	Kvalitet 4
	Timmer					
Tall		12	460	431	343	297
		13	556	514	405	325
		14	612	592	446	385
		16	680	635	477	393
		18	750	639	518	395
		20	816	642	553	399
		22	859	569	581	401
		24	883	581	581	403
		26	915	584	584	406
		28	931	588	588	408
		30	935	592	592	409
Gran		12	371	313		
		13	444	334		
		14	542	502		
		16	595	536		
		18	619	536		
		20	633	538		
		22	642	540		
		24	643	541		
		26	645	541		
		28	646	541		
		30	651	545		

Tabell 9. Virkesprislista Norra Skog (kr/m³to), massaved

Träslag	Sortiment	Pris
	Massaved	
Tall		375
Gran		375
Contorta		250

Björk	430
Asp	301
Andra lövträd	250

Tabell 10. Modifierad virkesprislista med inspiration från Södra skogsägarna (kr/m³to), timmer

Träslag	Sortiment	diameterklass	Kvalitet 1	Kvalitet 2	Kvalitet 3	Kvalitet 4
	Timmer					
Tall		12	700	640	640	640
		13	760	700	700	700
		14	820	760	760	760
		16	880	820	820	820
		18	940	890	890	890
		20	1035	895	895	895
		22	1115	905	905	905
		24	1165	915	915	915
		26	1215	925	925	925
		28	1215	935	935	935
		30	1265	940	940	940
		32	1265	945	945	945
		34	1265	950	950	950
	36	1265	890	890	890	
Gran		12	600	600		
		13	660	660		
		14	760	760		
		16	815	815		
		18	915	915		
		20	955	955		
		22	995	995		
		24	1030	1030		
		26	1050	1050		
		28	1060	1060		
		30	1070	1070		
		32	1080	1080		
		34	1085	1085		
	36	1090	1090			

Tabell 11. Modifierad virkesprislista med inspiration från Södra skogsägarna, massaved

Träslag	Sortiment	Pris
	Massaved	
Tall		517
Gran		517
Contorta		250
Björk		557
Asp		557
Andra lövträd		250

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. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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.