

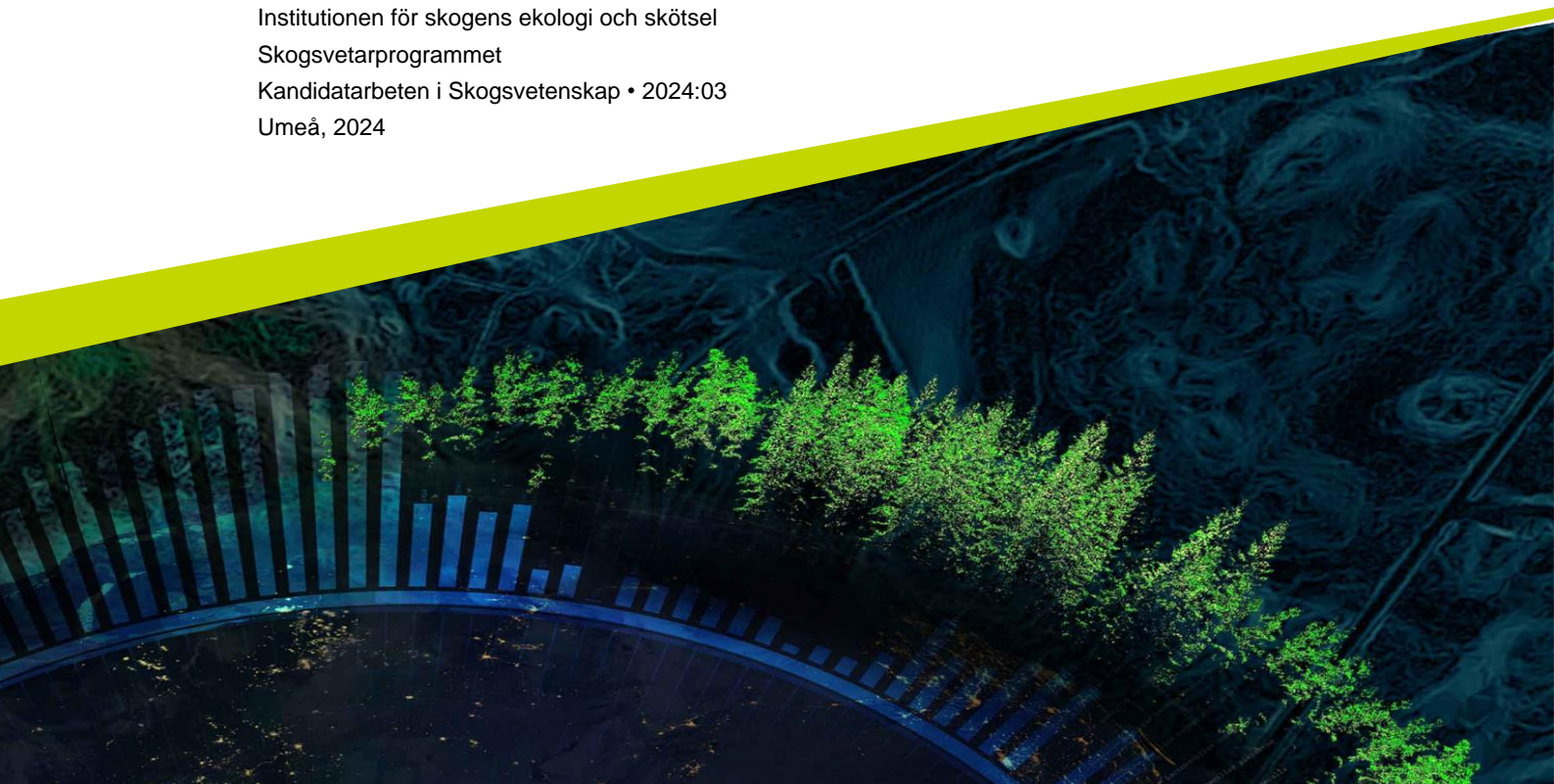


Ekonomisk analys av Kronobergsmetoden

Gran under lågskärm av björk

Petrus Lestander och Fredrik Bergman

Självständigt kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Skogsvetarprogrammet
Kandidatarbeten i Skogsvetenskap • 2024:03
Umeå, 2024



Ekonomisk analys av Kronobergsmetoden: Gran under lågskärm av björk

Petrus Lestander och Fredrik Bergman

Handledare:	Hampus Holmström, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning
Examinator:	Marcus Klaus, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå
Kurstitel:	Självständigt arbete i Skogsbruksvetenskap
Kurskod:	EX1015
Program/utbildning:	Skogsvetarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2024
Serietitel:	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Delnummer i serien:	2024:03
Nyckelord:	Kronobergsmetoden, lågskärm, björkskärm, gran

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

I Sverige utgör björken 13 procent av det totala virkesförrådet. Majoriteten av stammarna når aldrig sin fulla potential utan röjs eller gallras bort till förmån för gran och tall. Fördelarna med björkinblandning är många, ökad biodiversitet, minskade storm och brandskador, förebyggande mot rotröta och gynnande av biologisk mångfald är bara några. Följande studie är en presentation av ekonomiska skillnader mellan lågskärmsskogsbruk och traditionellt trakthyggesbruk.

Kronobergsmetoden (KBM) jämfördes med traditionellt trakthyggesbruk (BAU) genom fyra analyserna i Heurekas BeståndsVis med en ränta på 2,5 % för respektive ståndort G24 och G28. För att säkerställa hur nuvärdet påverkade jämfördes räntor på 2 %, 3 % och 4 % via känslighetsanalyser. Analyserna styrdes av tillväxtmodeller för norra Sverige samt SCA:s prislista för leveransvirke i Umeåtrakten. Syftet med analyserna var att, från samma ingående bestånd, fastställa ett NPV för respektive ståndort och skötselmetod för att på så vis kunna jämföra de fyra olika scenarierna. Även totalproduktionen i de fyra skötselalternativen jämfördes.

Analyserna visade att KBM gav ett högre NPV än BAU på G24 medan BAU gav ett högre NPV än KBM på G28. Känslighetsanalyserna för G24 samt G28 visade att vid 2 % ränta har BAU ett högre NPV än KBM medan vid 4 % ränta har KBM högre NPV än BAU. Totalproduktionen blev högre med KBM på bägge ståndorterna.

Nyckelord: Kronobergsmetoden, lågskärm, björk, gran

Abstract

In Sweden, birch represents 13 percent of the total timber supply. The majority of the trees never reach their full potential because they are cleared or thinned out in favour of spruce and pine. There are many benefits of birch incorporation, increased biodiversity, reduced storm and fire damage, prevention against root rot and promotion of biodiversity are just a few. The following study is a presentation of economic differences between low canopy forestry and traditional rotation forestry.

The Kronoberg method (KBM) was compared with traditional rotation forestry (BAU) through four analyses in Heureka's BeståndsVis with an interest rate of 2,5 % for each location G24 and G28. To compare how the net present value is affected sensitivity analyses of 2 %, 3 % and 4 % rate were investigated. The analyses were guided by growth models for northern Sweden and SCA's price list for delivery timber in the Umeå area. The purpose of the analyses was to determine, from the same included stock, a NPV for each location and management method in order to be able to compare the four different scenarios. The total production in the four management alternatives was also compared.

The analyses showed that KBM gave a higher NPV than BAU on G24 while BAU gave a higher NPV than KBM on G28. The sensitivity analyses for G24 and G28 showed that at 2 % interest, BAU has a higher NPV than KBM, while at 4 % interest, KBM has a higher NPV than BAU. Total production was higher with KBM at both locations.

Keywords: Kronoberg method, shelterwood, birch, spruce

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning.....	6
Förkortningar	7
1. Bakgrund	8
1.1 Inledning.....	9
1.2 Kronobergsmetoden i praktiken	9
1.3 Ekonomiska incitament	10
1.4 Ekologiska incitament	11
1.5 Syfte och avgränsningar	13
2. Metod.....	14
2.1 Heureka BeståndsVis	14
2.2 Tillvägagångsätt.....	14
2.2.1 Kronobergsmetoden (KBM).....	15
2.2.2 Trakthyggesbruk, BAU.....	15
2.3 Ekonomisk analys	16
3. Resultat	17
3.1 Skillnad i NPV mellan metoderna	17
3.2 Totalproduktion	18
3.3 Känslighetsanalys	19
4. Diskussion	20
4.1 Metoddiskussion	20
4.2 Resultatdiskussion	21
4.2.1 Skillnad per ståndort.....	21
4.2.2 Skillnaden i totalproduktion mellan KBM och BAU.....	21
4.2.3 Diskonteringsräntans påverkan på resultatet	21
4.3 Omvärldsanalys	21
4.4 Slutsats	23
5. Referenser	24
Tack	25

Tabellförteckning

Tabell 1. NPV (kr/ha) för KBM samt BAU i både G24 samt G28.....	17
Tabell 2. Totalproduktionen (m ³ sk/ha) hos KBM och BAU i ståndorerna G24 samt G28.	18
Tabell 3. NPV på KBM och BAU på en G24 samt G28 vid en 2, 3 och 4 % ränta.	19

Figurförteckning

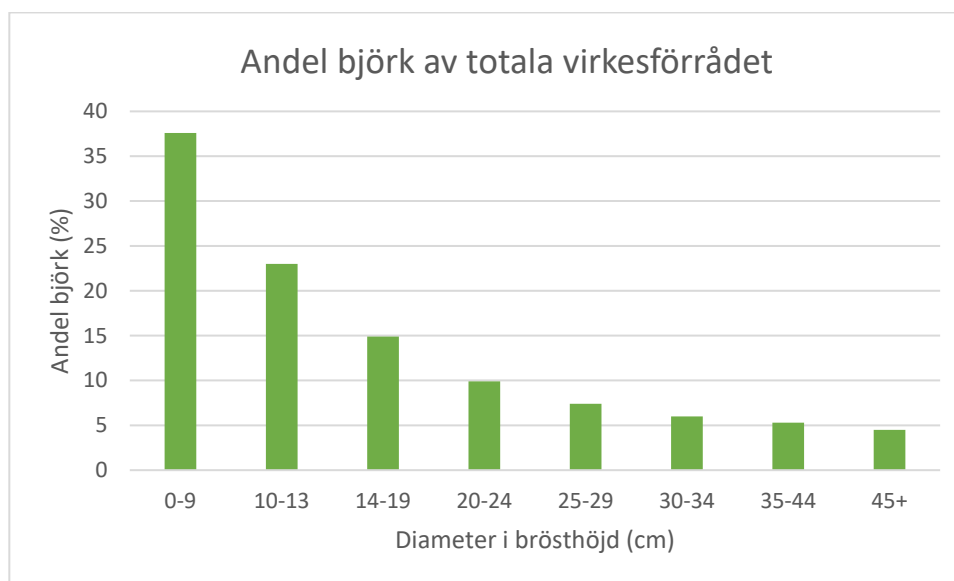
Figur 1. Andel björk för olika diameterklasser (Skogskunskap se Nilsson 2022).	8
Figur 2. Areaförändringen jordbruksmark från 2003 till 2023 (Jordbruksverket 2023).	11
Figur 3. Skillnaden i NPV (kr/ha) mellan KBM och BAU i G24 och G28 vid en ränta på 2,5 %. Y-axeln visar NPV i kr/ha.....	17
Figur 4. Skillnaden i totalproduktion (m ³ sk/ha) mellan BAU och KBM i G24 samt G28. Y- axeln visar m ³	18
Figur 5. Skillnad i NPV av KBM och BAU på en G24 samt G28 vid en 2, 3 och 4 % ränta. Y-axeln visar NPV i kr/ha.	19

Förkortningar

SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
KBM	Kronobergsmetoden
BAU	Business as usual
NPV	Net present value
G28	28 meters övre höjd för gran efter 100 år
G24	24 meters övre höjd för gran efter 100 år
PEFC	Program for Endorsement of Forest Certification
FSC	Forest Stewardship Council

1. Bakgrund

I Sverige består 13 % av virkesförrådet av björk men i norra Norrland uppgår procentsatsen till 17,4 (Nilsson 2020). Två olika björkarter dominerar landskapet, glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*), men denna studie gör ingen skillnad mellan arterna. Björkens virke är hårt och betraktas som vackert varför det under lång tid varit ett populärt snickerivirke. En av dagens efterfrågade produkter är björkplywood i inredningssyfte. Plywood tillverkas genom att en stock kapas och sedan svarvas till tunna remsor som sedan skiktlimmas. För att åstadkomma detta erfordras björktimmer men som framgår av *figur 1* så gynnar dagens skogsbruk inte grövre dimensioner av björk (Skogskunskap se Nilsson 2022). Total årlig avverkad volym i Sverige under perioden 2018–2023 uppgick i medelvärde till 95,4 miljoner m³sk varav lövträd stod för 9,9 miljoner m³sk eller ca 10,3 % (Riksskogstaxeringen 2020).



Figur 1. Andel björk för olika diameterklasser (Skogskunskap se Nilsson 2022).

1.1 Inledning

Kronobergsmetoden, eller gran under lågskärm av björk, är en metod för att skapa en föryngring där kombinationen av barr och löv samverkar. Definitionen av en lågskärm är ett högre björkskikt som skärmar över ett lägre skikt med gran. Lövskärmen röjs stegvis för att inte hämma granens utveckling och avvecklas slutligen när den är cirka 12 m hög. Det finns ett antal fördelar med lövskärmen vilka några är (*Västra Sveriges Skogsvårdsförbund, 1994*):

- Lövskärmen skyddar granplantorna från både frost och ljuschock
- Risken för försumpning minskar tack vare björkens uppsugningsförmåga
- Granen ges goda förutsättningar för att nå en bra kvalitet
- Stubbskottsbildning och gräsväxt motverkas av lågskärmen
- Björkmassa och eventuellt timmer av god kvalitet produceras
- Totalproduktionen ökar jämfört med BAU
- Bidrar till certifieringskraven, FSC och PEFC
- Ökad diversitet i skogslandskapet

1.2 Kronobergsmetoden i praktiken

Att aktivt sköta ett bestånd genom KBM förklaras genom en trestegsprocess där utglesning av löv sker vid tre tillfällen i syfte att dels tidigt ta vara på virke, dels gynna granen över tid.

- I den första åtgärden sker en röjning när lövet nått en höjd om 3–4 meter och det planterade eller självföryngrade barret 0,5–1 m. Huvudstammar av björk lämnas kvar, 3000–4000 st/ha för att motverka frostsador, stubbskott men framförallt för att hissa kronorna på björkstammarna. Detta leder också till bättre virkeskvalitet vid tillvaratagande av björkvirke. Granar av felaktig karaktär avvecklas och täta grupper av gran glesas ut.
- Åtgärd för det andra steget inträffar när björkarna börjar hämma granens utveckling genom att dels konkurrera om näring, dels piska granen så att toppskotten tar skada. Björkarna glesas ut till 1000–1500 st/ha och granarna röjs ut till 2500–3500 st/ha. Den relativt stora variationen i stamantal beror på och bör anpassas efter de geografiskt rådande förhållandena för det aktuella beståndet. Vid frostrisk uppmanas en tätare lövskärm medan tvärtom gäller vid omvänt förhållande.
- Den tredje åtgärden medför två olika alternativ. Antingen att helt avveckla björkskärmen, förutom i luckor och blöta områden, alternativt glesa ut skärmen ytterligare en gång i syfte att skapa björktimmer som kan tas tillvara på vid senare barrgallringar. Beslutet bör fattas utifrån kvarvarande grundyta (*Håkansson 2000*).

Tidpunkten för åtgärder har viss betydelse, i syfte att minimera stubbskottsbildning bör lövröjning äga rum i juni/juli men desto tätare skärmen lämnas är årstiden för åtgärd av mindre betydelse eftersom en tät skärm effektivt motverkar stubbskottsbildning. Röjningsarbetet utförs med motordriven röjsåg och tillvaratagande av virke förekommer inte förens vid gallring med skogsmaskiner (*Pettersson et al. 2012*). För att lyckas med en framgångsrik förnygring enligt ovan krävs av skogsägaren kunskap och intresse mer än i fall av vanlig skogsskötsel. Ett sådant exempel gäller att det fällda lövslyet inte ligger över de tänkta huvudstammarna av gran, det skulle betyda att granen tar stryk och utvecklar virkesförsämrade egenskaper, tjurved (*Pettersson et al. 2012*).

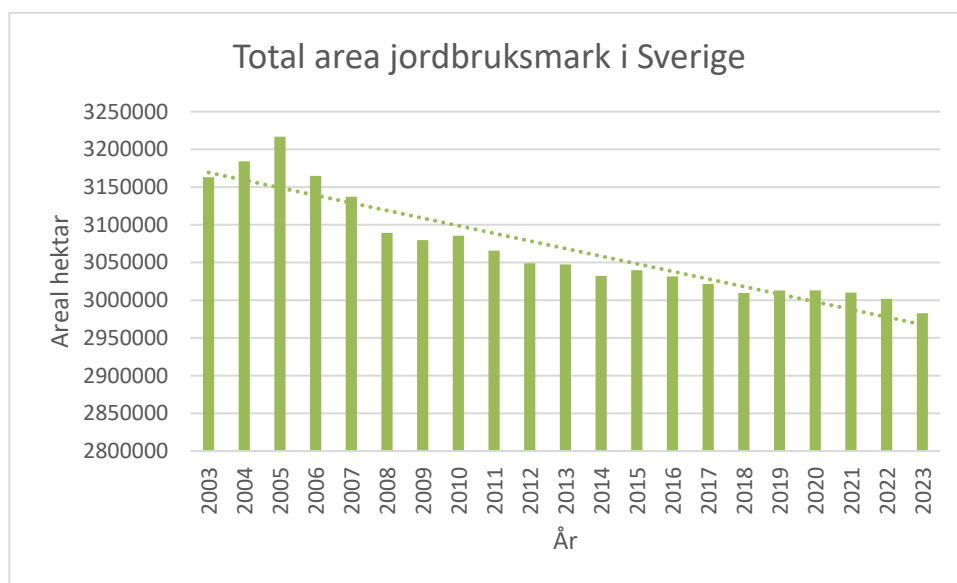
En grundförutsättning med lågskärm är att det efter föregående bestånds avveckling uppstår rikligt med självföryngrad björk, så kallade pionjärträd. Granen kommer naturligt eller kan planteras/stödplanteras. Idén med metoden är att om granens produktionsförmåga inte hämmas av den överskuggande björkskärmen kommer totalproduktionen i ett bestånd KBM överstiga totalproduktionen i ett ordinärt trakthyggesbruk. Detta fungerar tack vara björken och granens olika växtrytm, de är inte i direkt tillväxthämmande konkurrens om näringen i början av växtfasen (*Bergqvist 1999*). Marken ska klara av att försörja bägge trädarterna. I unga granbestånd som löper risk för allvarliga frostsador kan en lågskärm skydda granen. En skärm av löv över de små granplantorna skyddar mot kyla och studier visar att överlevnaden ökar (*Håkansson 2000*).

1.3 Ekonomiska incitament

En av de ekonomiska fördelarna med metoden är att en skogsägare har möjlighet att bortse från markberednings- och planteringskostnader. Dessutom möjliggörs ett tidigt uttag av lövmassa och lövtimmer förutsatt att skötselkedjan efterlevs. Björken är ett pionjärträslag vilket tydliggörs bland annat av att höjdtillväxten hos björkens stubbskott är dubbelt så högt som hos granens fröplanta (*Lundh 1989*). Stubbskottens höjdtillväxt är relevant på grund av att skolboksexemplet för KBM förordar tre röjningar där de sista två handlar om att avlägsna snabbväxande stubbskott (*Håkansson 2000*).

Det finns forskning som visar på att BAU är det mest ekonomiskt lönsamma skogsskötselsystemet men det förutsätter att grundförutsättningarna för BAU existerar (*Spreer 2010*). 2500 stammar/ha, planterat och markberett, är en väl inpräntad sanning men så ser det inte alltid ut. Sedan början av 1980-talet har knappt 30 % av den mark som övergått från åker- eller betesmark till skogsmark planterats aktivt medan majoriteten succesivt växer igen (*Karlsson et al. 2020:4*). Småbruken har kraftigt decimerats de senaste decennierna och hundratusentals hektar har

övergått från betade utmarker till att sakta växa igen. Regeringen förkunnar att det inte finns några styrmedel annat än den femte paragrafen i Skogsvårdslagen för aktiv traditionell beskogning (*SFS 1979:429*). För nyanläggning på produktiv skogsmark krävs att markens virkesproducerande förmåga är otillfredsställande. Vidare framgår att markägaren då själv står inför valet att investera i en nyetablering eller inte. En passiv igenväxning utan skogsvårdsåtgärder är inte ett ovanligt utfall. I *Figur 2* illustreras den brukade åkermarkens arealminskning de senaste 20 åren (*Jordbruksverket 2023*).



Figur 2. Arealförändringen jordbruksmark från 2003 till 2023 (Jordbruksverket 2023).

1.4 Ekologiska incitament

Det råder en adekvat kausalitet mellan stormskador, andel gran och höga beståndsåldrar (*Valinger 2011*). Risken för att granen ska drabbas av rotröta ökar desto äldre granen är. Gran som drabbas av rotröta blir kraftigt försvagad då rötsvampen bryter ned trädets vedceller och följaktligen löper trädet högre risk för att stormskadas. Björken bidrar dessutom med stabilitet då rotsystemet är djupare än granens och uppträder under höst- och vinterstormarna utan blad (*Valinger 2011*). Dessutom förhindras spridningen av granens rotröta till en viss gräns av björkinblandning. Dels skingras granens täta rotsystem av björkrötter, dels bidrar björken till att höja markens pH-värde vilket skapar mer basiska jordar där många av de svampar som skapar rotröta trivs sämre (*Rosengren et al. 2004*).

Klimatförändringarnas utmaningar kan direkt kopplas till hållbart brukande av resursen skog. En effekt av KBM är att tiden mellan två förnyngningsavverkningar blir längre än vid traditionellt trakthyggesbruk. När frågan om för- och nackdelarna med längre omloppstider diskuteras ställs biologisk mångfald mot ekonomiska förluster hos markägarna. Den biologiska mångfalden och den totala kolinlagringen gynnas av längre omloppstider. Detta står dock inte i relation till dagens skogsbruk där omloppstiderna kortas på grund av varmare klimat, samt abiotiska och biotiska skadegörare (*Johansson et al. 2022*).

En förändring av klimatet pågår och några av framtidens utmaningar inom skogsbruket består av att förebygga torka, stormskador och stora bränder via smarta skogsskötselstrategier. Blandbestånd minskar risken för stora bränder, stråk av lövträd har planterats i stadsmiljöer i hundratals år för att förhindra fortlöpande brand (*Parisien et al. 2011*). I varmare länder än Sverige anläggs brandgator på samma vis i barrskogsbestånd. Barrträd brinner åtminstone tre gånger så bra som lövträd beroende på säsong men starkt knutet till lövträdens förmåga att i löven binda vatten (*Parisien et al. 2011*). Dessutom faller lövträden sina blad, dessa förmultnar men binder samtidigt fukt på marknivå vilket är en effektiv gräsbrandsförhindring (*Plathner et al. 2022*).

I den klimatpolitiska vägvalsutredningen ”*Vägen till en klimatpositiv framtid*” (*SOU 2020:4*) diskuteras frågan om ökad kolsänka genom beskogning. Innebörden är att öka nettoinlagringen kol i skogen vilket kan uppnås genom att till exempel öka tillväxten, minska avverkningen eller naturlig nedbrytning (*Gong et al. 2022*). Utredningen lyfter särskilt fokus på att beskogningen i fråga ska gynna landskapsbilden och biologisk mångfald, det vill säga främja andra träslag än gran i jordbrukslandskapet.

Certifiering enligt FSC och PEFC medför många fördelar såsom bättre betalt, säkrare miljöskydd och arbetsmiljögarantier men ställer också krav på markägaren. Ett för rapporten relevant krav inom FSC-standarden är ”*Där det finns naturliga förutsättningar för lövinbladning i barrdominerade bestånd ska lövträdsinslaget gynnas i samband med skogsbruksåtgärder*” (*FSC 2020*).

1.5 Syfte och avgränsningar

Syftet med detta kandidatarbete är att genom ekonomiska analyser av Kronobergsmetoden underlätta beslutsfattande för bästa skogsskötselalternativ på beståndsnivå. Idag finns det många incitament som stödjer ökad lövandel i landskapet. Både ekonomiska och ekologiska aspekter talar för metoden och stöds av skaderisker med trakthyggesbruk, certifieringskrav och framtidsanalyser. Det här arbetet ska uppmana beslutsfattare att betänka Kronobergsmetoden som skötselstrategi om förutsättningarna för trakthyggesbruk inte uppnås eller är otillfredsställande. Det vill säga att välja det mest lönsamma och hållbara skogsbruksalternativet givet förutsättningarna.

Resultaten i rapporten är erhållna genom Heureka BeståndsVis där ekonomiska analyser av Kronobergsmetoden jämförs med analyser av traditionellt trakthyggesbruk. NPV och totalproduktion analyseras vid två olika ståndorter, G24 och G28, och tillsammans med en känslighetsanalys med räntesatserna 2 %, 3 % och 4 % är syftet att erhålla beslutsunderlag med stöd av SCA:s prislista i Umeå samt tillväxtmodeller norra Sverige.

2. Metod

De resultat som beaktats i detta arbete är skillnaden i nuvärde vid en ränta på 2,5 % mellan KBM och BAU för ståndorterna G24 samt G28. Något som även gjordes var känslighetsanalyser där tre olika räntor undersöktes (2 %, 3 % och 4 %). Känslighetsanalyserna genomfördes för att se hur nuvärdet på de olika ståndorterna samt skötselmetoderna påverkades av förändrade räntor. Totalproduktionen (m³sk/ha) analyserades också genom att ta den totala avverkade volymen från samtliga simuleringar. Den naturliga avgången räknades inte med i totalproduktionen på grund av att resultatet blev tydligare och mer lättförståeligt när den naturliga avgången uteslöts.

2.1 Heureka BestandsVis

I detta arbete användes Heureka BestandsVis som är en programvara för skötselanalyser av enskilda bestånd där olika typer av skogsvårdsåtgärder kan simuleras. Heureka används av olika organisationer och inom forskning som ett beslutsstödsystem för att enklare ta beslut om framtida skogsåtgärder. Det är samma bakomliggande modeller som används i BestandsVis för att visa en skogs utveckling som används i de andra programvarorna från Heureka (*Wikström et al. 2008*). I BestandsVis kan man till skillnad från PlanVis se konsekvenserna av skötselåtgärderna i varje period. Man kan även styra vilka åtgärder som skall ske i varje period. I detta fall används BestandsVis för att simulera KBM och traditionellt trakthyggesbruk.

2.2 Tillvägagångsätt

Fyra bestånd simulerades i Heureka, två bestånd med en ståndort G24 där både KBM och BAU simulerades. Därefter simulerades två ytterligare bestånd med en ståndort G28 där KBM och BAU simulerades. Alla bestånden simulerades som kalmarksbestånd i norra Sverige (64:e breddgraden, 100 m.ö.h.). Syftet med att jämföra två olika ståndorter är för att undersöka hur NPV förändras i de olika ståndorterna när KBM används. Från jämförelserna kan man sedan analysera hur trenden ser ut i lägre samt högre ståndorter. Identiska ingående bestånd användes för både KBM och BAU. Detta för att resultaten skall vara lätta att jämföra mot varandra. Det ingående bestånd som användes var en kalmark utan tidigare åtgärder. Prislistan som användes var SCA:s prislista för leveransvirke i Umeåtrakterna (*Se bilaga 1*).

2.2.1 Kronobergsmetoden (KBM)

BeståndsVis kan inte hantera tvåskiktade skogar vilket krävs för att kunna återskapa KBM. Detta gör att det skapades två olika simuleringar, en simulering för björkskärmen och en för granunderväxten. I resultatdelen räknades simuleringarna ihop och på så sätt skapade ett och samma bestånd. Björkskärmen analyserades genom att låta BeståndsVis plantera 4000 björkar i period 0. När björkarna nådde en höjd på 3,5 meter röjdes björken ner till 3300 (stammar/ha.) Vid en höjd på 7,7 meter skedde den andra utglesningen som skapade ett stamantal på 1500 (stammar/ha). Sist så avvecklades björkskärmen helt vid en höjd på 12 meter. Björkskärmen tillväxt ökades så att björken höll en volym som stämmer överens med litteraturen (*Jacobson et al. 2015*).

Granunderväxten simulerades genom att låta BeståndsVis skapa en granskärm som sedan avvecklades efter 25 år. Eftersom KBM inte avvecklar björkskärmen förrän efter 35 år i försöksanalysen så ökades skadefrekvensen på granplantorna vilket gav en skärmeffekt som stämmer överens med det som finns beskrivet ovan (*Håkansson 2000*). Granunderväxten sköttes genom att gå in och röja ut granen till 2500 (stammar/ha) i period 3. När sedan björkskärmen avvecklats och granen fått en höjd på 14 meter skedde en gallring. Nästa steg var en slutavverkning som skedde i period 15 alltså när granen har en ålder på 75 år.

2.2.2 Trakthyggesbruk, BAU

För att simulera trakthyggesbruket (BAU) planterades 2500 förädlade granar per hektar i både G24 samt G28 (de förädlade granarna visar på en 23 % ökning i tillväxt under omloppstiden). Därefter läts BeståndsVis bestämma vilka skötselåtgärder som skulle ske och när, med kraven att det inte fick ske mer än tre gallringar under omloppstiden.

BeståndsVis valde att låta skogen röjas i period 3. För G24 röjdes beståndet ner till 2500 (stammar/ha) medan G28 enbart röjdes ner till 2900 (stamma/ha).

Därefter skedde det i både G24 samt G28 tre gallringar varav den första vid en höjd på 10 meter, den andra 14 meter och den sista 17,5 meter. G24 avverkades således vid en ålder på 70 år medan G28 avverkades vid en ålder på 65 år.

2.3 Ekonomisk analys

Resultatet erhålls genom att använda Faustmanns formel.

KBM:s två skikt adderades för att vara möjligt att ses som samma bestånd. Därefter diskonteras samtliga resultat tillbaka till period 0 för att skapa jämförbara resultat. I den ekonomiska analysen valdes en ränta på 2,5 % (Söderqvist 2006).

Faustmanns formel (Faustmann 1849):

$$SEV_U = \left(\sum_{t=0}^u NR(t) * (1 + i)^{-t} - c \right) * \frac{(1 + i)^u}{(1 + i)^u - 1}$$

Där:

SEV	= markvärdet, kalmarksvärdet (kr/ha).
t	= tid i år.
u	= omloppstidens längd, år.
NR(t)	= avverkningsnetto år t (kr/ha).
i	= kalkylränta.
C	= nuvärdet av period 0

NR(t) avser valfritt antal gallringar + en slutavverkning

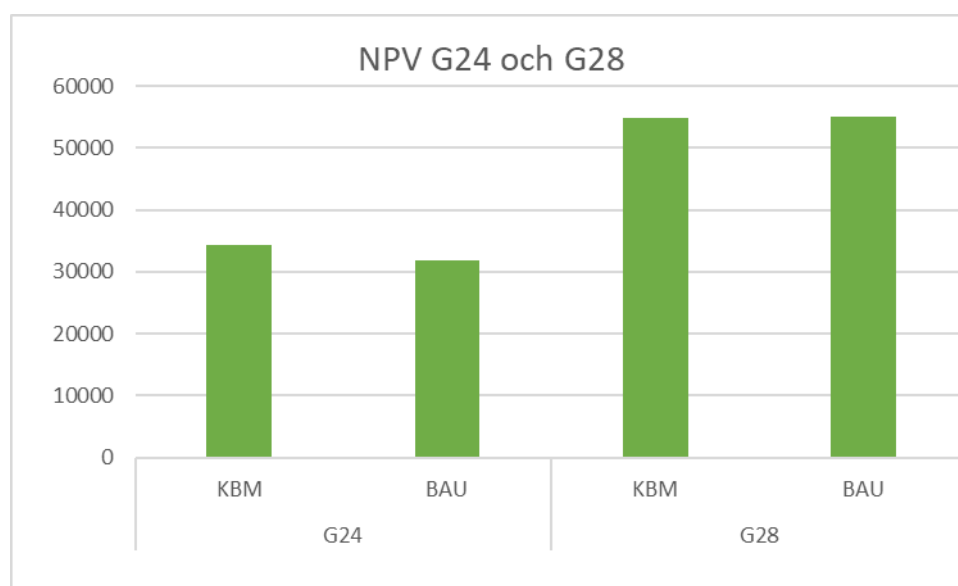
3. Resultat

3.1 Skillnad i NPV mellan metoderna

Resultatet av simulationerna i BeståndsVis för G24 ger ett 7,9 % högre NPV för KBM än för BAU. Resultatet från simulationerna för G28 ger ett 0,6 % högre NPV för BAU än för KBM. Räntan som använts vid analysen är 2,5 %. Resultaten illustreras i *Tabell 1* och *Figur 3*.

Tabell 1. NPV (kr/ha) för KBM samt BAU i både G24 samt G28.

	G24	G28
KBM	34 291	54 740
BAU	31 773	55 090



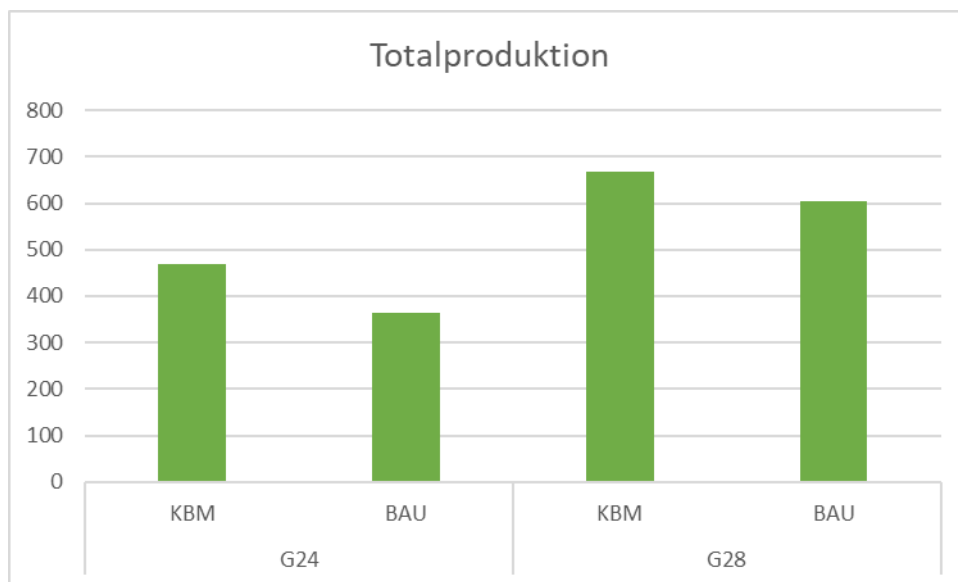
Figur 3. Skillnaden i NPV (kr/ha) mellan KBM och BAU i G24 och G28 vid en ränta på 2,5 %. Y-axeln visar NPV i kr/ha.

3.2 Totalproduktion

Resultatet av simulationerna i BeståndsVis visar att totalproduktion är högre både vid G24 och G28 för KBM. I procent räknat ger KBM en totalproduktion som är 13,4 % högre än BAU vid en G24 och 10,4 % högre vid en G28. Resultaten illustreras i *Tabell 2* och *Figur 4*.

Tabell 2. Totalproduktionen (m³sk/ha) hos KBM och BAU i ståndorterna G24 samt G28.

	G24	G28
KBM	468	667
BAU	363	604



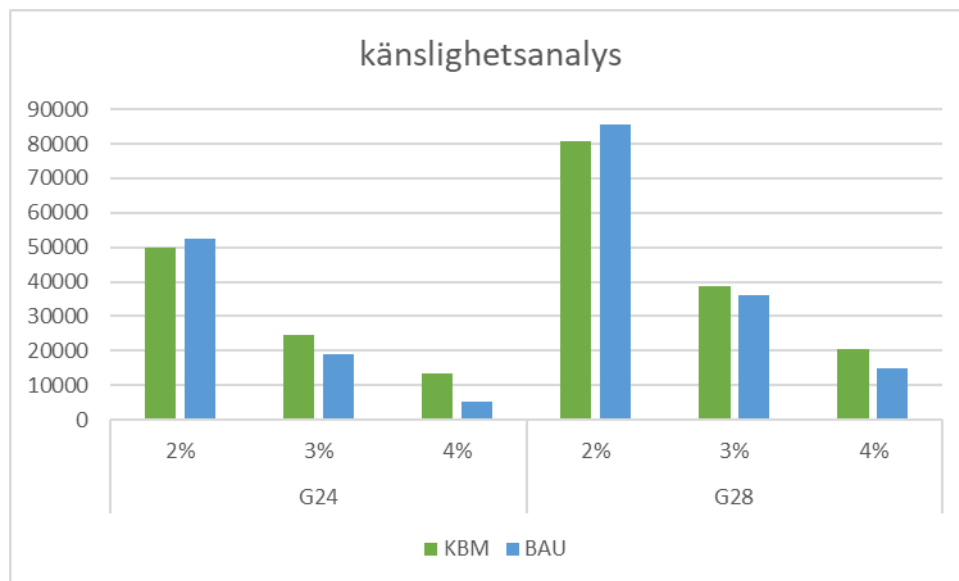
Figur 4. Skillnaden i totalproduktion (m³sk/ha) mellan BAU och KBM i G24 samt G28. Y-axeln visar m³.

3.3 Känslighetsanalys

Vid känslighetsanalysen av G24 med en ränta på 2 % erhöles ett 5 % högre NPV för BAU än för KBM vid samma räntesats. Med en ränta på 4 % har KBM 150 % högre NPV än BAU vid samma räntesats. Vid känslighetsanalysen av G28 med en ränta på 2 % erhöles ett 6 % högre NPV för BAU än för KBM vid samma räntesats. Vid en ränta på 4 % har KBM 37 % högre NPV än BAU vid samma räntesats. Resultaten illustreras i *Tabell 3* och *Figur 5*.

Tabell 3. NPV på KBM och BAU på en G24 samt G28 vid en 2, 3 och 4 % ränta.

	G24			G28		
	2 %	3 %	4 %	2 %	3 %	4 %
KBM	49 949	24 476	13 411	80 789	38 558	20 586
BAU	52 447	19 090	5 377	85 655	36 073	15 005



Figur 5. Skillnad i NPV av KBM och BAU på en G24 samt G28 vid en 2, 3 och 4 % ränta. Y-axeln visar NPV i kr/ha.

4. Diskussion

En tät skärm reducerar björkstubbsskottens höjdtutveckling medan en gles skärm skapar motsatt effekt. Frågan man kan ställa sig är då om man kan pruta på antalet röjningar för att spara pengar till den gräns att man inte får tillväxthämmande effekter. På höga ståndorter är troligtvis tre röjningar oundvikligt om full potential önskas uppnås, men på lägre ståndorter, lägre än G24, kan man fundera huruvida tre röjningar är nödvändigt. Förutsatt att KBM är rätt utförd från period noll till skärmavveckling återfinns en tät skärm med raka stammar och högt hissad krona vilket minskar risken för mekaniska skador på granarna vid avverkningen. Höjdtutvecklingen påverkas starkt av bonitet så röjning är extra viktigt vid höga ståndorter.

4.1 Metoddiskussion

Heureka skapar en modellerad värld. Detta är viktigt att beakta vid avläsning av resultaten från de olika analyserna. Det finns ingen garanti för att samma utfall skulle erhållas i verkligheten som i analyserna. Metoden utformades visade sig vara väl lämpad för arbetet. BeståndsVis var användarvänligt och det var enkelt att skapa jämförbara resultat utifrån den litteratur som finns om KBM. BeståndsVis har dock sina nackdelar. En av dessa nackdelar är att programmet inte kan hantera tvåskiktade bestånd vilket gör att två olika skogar måste simuleras och senare räknas ihop till en och samma skog. Detta problem uppstår enbart när simuleringen av KBM görs och får anses vara en felkälla. Optimalt hade en funktion för KBM funnits i BeståndsVis.

BeståndsVis hanterar inte heller rena björkskogar på ett sätt som är representativt för arbetet. Om BeståndsVis får hantera björkskärmen utan ändringar i tillväxtsinställningarna utvinns en volym som inte överensstämmer med vad som är rimligt för den givna ståndorten. Erhållen volym blir betydligt mycket lägre än vad som ska vara fallet (*Jacobson et al. 2015*). Därför justerades analyserna genom att öka tillväxten på björkskärmen tills resultaten motsvarade litteraturen. Detta kan såklart anses vara en felkälla men alternativet hade givit ett otrovärdigt resultat.

4.2 Resultatdiskussion

4.2.1 Skillnad per ståndort

Från analyserna kan man utläsa att KBM har ett högre NPV i förhållande till BAU vid en G24. En anledning till detta är att KBM har en högre totalproduktion under omloppstiden än BAU. Däremot ger analyserna av G28 ett lägre NPV i KBM i jämförelse med BAU. En anledning till detta är att den högre totalproduktionen i KBM kan inte trots den längre omloppstiden skapa ett tillräckligt högt NPV för att vara jämförbart med BAU. Skillnaden mellan G24 och G28 är att omloppstiden i KBM är 10 år längre i G28 jämfört med 5 år längre i G24. Skulle omloppstiden för KBM förkortas är det mycket troligt att NPV skulle vara högre än BAU även i G28.

4.2.2 Skillnaden i totalproduktion mellan KBM och BAU

För både G24 samt G28 kan man från resultatet se att KBM håller en högre totalproduktion i förhållande till BAU. Anledningen till detta beror på att KBM har en längre omloppstid samt att den är tvåskiktad under de första 35 åren. Iögonfallande nog är skillnaden i totalproduktion lägre i G28 i förhållande till G24.

4.2.3 Diskonteringsräntans påverkan på resultatet

Från resultatet kan man avläsa att BAU påverkas mer av en ökad diskonteringsränta. Vid en låg ränta är det mer lönsamt att använda BAU vid både G24 och G28. Vid en ränta på 4 % så får man ett högre nuvärde med KBM i både G24 och G28. Analysen av detta är att KBM är en skogsskötselmetod som är stabilare vid ett osäkert ränteläge. Anledningen till att KBM är mindre känslig för ränteförändringar kan förklaras av längre omloppstider i förhållande till BAU samt att det sker en nettoinkomst tidigt under omloppstiden när björkskärmen avvecklas.

4.3 Omvärldsanalys

Incitamenten att certifiera sin mark är starka men som FSC uttrycker sin standard så ska lövinslag främjas (*FSC 2020*). Kronobergsmetoden i det enskilda beståndet är lövdominerat i alla fall tills skärmen avvecklas, men som litteraturen förtäljer lämnas löv i de luckor som finns i det lägre granskiktet. Vid flera bestånd KBM i olika tillväxtfaser kommer en skogsägare konstant kunna ha lövdominerade områden om metoden efterlevs. Så att nyttja en lågskärm kan bidra till att uppnå certifieringskraven.

Eftersom Kronobergsmetoden förlänger omloppstiden blir frågan om kolsänka relevant. Men för att den enskilde skogsägaren ska fastna för idén om kolsänka behövs incitament (*Gong et al. 2022*). Handeln med utsläppsrätter blir mer och mer aktuell och är ett direkt incitament till att beskoga gamla jordbruksmarker. En skogsägare kan få betalt för att både sköta skogen och samtidigt erhålla medel för att spara den som kolsänka. Hur detta skulle fungera i praktiken och vilka krav som skulle ställas är idag inte självklart men att Kronobergsmetoden skulle kunna bidra som kolsänka kan vara ett framtidsscenario.

Den framtida marknaden för lövmassa ser positiv ut med stöd av det faktum att SCA med flera storsatsar miljardbelopp på massabruken. Det innebär efterfrågan på lövträd är tryggad även under framtida omloppstider. Priset på prima björkmassa uppgår idag till 430 kr/m³ub enligt SCA:s prislista för slutavverkning i Umeå (*SCA 2024*). Priserna på skog har ökat konstant över tid och det finns inget, med dagens infrastruktur och industri, som tyder på en utveckling i annan riktning. Skulle priset på björk stiga i förhållande till barr talar ännu mer för KBM som skötselmetod. Dessutom blåser de politiska vindarna i riktning mot ökad hänsyn, ökad diversitet och minskad areal monokulturer, dessa faktorer talar till björken och andra lövträds fördel i det svenska skogsbruket.

Ponera då att KBM skulle få ett genomslag, att markägare, kommuner och skogsföreningar faktiskt skulle börja tillämpa metoden. Först och främst skulle en ordentlig kunskapslucka behöva fyllas rörande faktisk skötsel. Metoden är besvärligare än BAU, besvärligare än att låta det växa igen, men med dagens teknik i form av applikationer, satelliter och AI så bör skötselutmaningarna inte vara oöverstigliga. En värld i förändring kanske också kräver en förändring i sättet att sköta skogen. Stormar, bränder och ökad temperatur medför utmaningar inom skogsskötseln. Ett rimligt antagande utifrån rapporten och litteraturen är att blandbestånd är bättre lämpade att hantera förändrat klimat än vad monokulturer är (*Parisien et al. 2011*), men återigen begränsas antagandet av otillräcklig forskning.

4.4 Slutsats

Kronobergsmetoden erbjuder lösningar på många av framtidens utmaningar men skötseln av gran under lågskärm är utmanande och kräver därför engagemang och kunskap av engagerade skogsförvaltare och skogsägare för framgångsrika resultat. Det finns ett stort utrymme och behov av mer forskning inom området då kunskapsluckorna är uppenbara. Omfattande ekonomiska slutsatser behöver dras genom väl underbyggda provytor i försöksparken. En programvara för att göra trovärdiga analyser likt hur en faktisk Kronobergsmetod beter sig på olika ståndorter, i olika delar av landet, hade varit önskvärd. Med de medel vi har tillgå idag visar vår studie att KBM kan vara en lönsam skogsskötselstrategi idag och i framtiden. Resultaten i den här rapporten försöker inte beskriva en sanning utan försöker uttrycka en möjlighet. Felkällorna i analyserna är stora och följaktligen begränsas de ekonomiska slutsatserna av detta faktum.

Innan storskalig tillämpning av metoden kan initieras erfordras tydlig skötseldokumentation och kartläggning av ekonomiska och miljömässiga konsekvenser. Hänsyn till lokal anpassning, fröproduktion, stubbskott, skärmtäthet, blandskogseffekter och skador är bara några av områdena som forskningen kan djupdyka i. Sammanfattningsvis är Kronobergsmetoden en väldigt spännande skötselstrategi med stora utmaningar på många plan men kan rätt utnyttjad bidra till en hållbarare framtid inom skogssektorn.

5. Referenser

- FSC (2020). Hänsyn till lövträd. [Faktablad]. Forest Stewardship Council®.
<https://www.se.fsc.org/sites/default/files/2021-11/Faktablad%20L%C3%B6vtr%C3%A4d.pdf> [2024.05.12]
- Gong, P., Knutsson, A. & Elofsson, K. (2022). Styrmedel för att öka kolsänkor i skogssektorn
- Håkansson, M. (2000). Skogsencyklopedin: 8400 artiklar och ordförklaringar. Sveriges skogsvårdsförb.
- Jacobson, S. (2015). Lågskärm av björk på granmark—modellering av beståndsutveckling och ekonomisk analys. The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands. Skogforsk. Arbetsrapport, 876-2015.
- Johansson, C., Nilsson, H.-E., Öhman, P., Jonsson, B.-G., Engberg, B., Englund, O., Simonsson, P. & Axbrink, I. (2022). Skogens värden: forskares reflektioner. Mittuniversitetet.
- Jordbruksverket 2023. Jordbruksmarkens användning.
https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas_Arealer_2%20Produktionsomr%C3%A5de%20storleksindelning/JO0104B19.px/ [2024.05.05]
- Karlsson, Å.-B., Daoson, M., Boström, B., Jernbäcker, E., Lundblad, M. & Mjureke, D. (u.å.). Vägen till en klimatpositiv framtid, SOU 2020:4.
- Lundh, J.-E. (1989). Björk och asp i barrskog: skötselråd för alla beståndsåldrar.
- Nilsson, P., Roberge, C., Dahlgren, J. & Fridman, J. (2022). Skogsdata: aktuella uppgifter om de svenska skogarna från SLU Riksskogstaxeringen 2022
Tema: Den formellt skyddade skogen. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2012). Skogsskötselserien 6, Røjning. 2., omarb. uppl. Skogsstyrelsen.
- Parisien, M.-A., Parks, S.A., Miller, C., Krawchuk, M.A., Heathcott, M. & Moritz, M.A. (2011). Contributions of Ignitions, Fuels, and Weather to the Spatial Patterns of Burn Probability of a Boreal Landscape. *Ecosystems* (New York), 14 (7), 1141–1155. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9474-2>

- Plathner, F.V., Sjöström, J. & Granström, A., (2022). *Influence of tree species on surface fuel structure in Swedish forests*. *Advances in Forest Fire Research*, pp. 1157-1166, DOI: https://doi.org/10.14195/978-989-26-2298-9_176
- Riksskogstaxeringen. (2023). *Genomsnittlig årlig avverkning fördelad per träslag och landsdelar*. (2024.05.23). SLU Riksskogstaxeringen. https://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OffStat/OffStat_Avverkning/AVV_arlig_avverkning_landsdelar_tab.px/table/tableViewLayout2/ [2024.06.07]
- Rosengren, U. & Stjernquist, I. (2004). *Gå på djupet! : om rotdjup och rotproduktion i olika skogstyper*. SUFOR.
- SCA 2024. Virkespriser för slutavverkningsuppdrag. <https://www.sca.com/siteassets/skog/salja-virke/virkesprislistor/mars-2024/ornskoldsvik/ba24-01.pdf> [2024.06.07]
- SFS 1979:429. *Anläggning av skog på Skogsmark*. Skogsvårdslagen.
- Spreer, S. (2010). *Virkesproduktionen under 80 år i ett fältförsök i Dalarna med olika skogsskötselsystem*. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Söderqvist, T. (2006). *Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder*. Naturvårdsverket.
- Västra Sveriges Skogsvårdsförbund. (1994). *Årsskrift*.
- Wikström, P., Klintebäck, F. & Westling, J. (2008). *BeståndsVis : en simulator för analys av skogsskötsel*. Sveriges lantbruksuniversitet.

Tack

Ett särskilt tack till handledare Hampus Holmström för ditt stöd och vägledning under vårt kandidatarbete. Din hjälp har varit mycket värdefull och din tid och insats uppskattas. Tack // Petrus och Fredrik

Bilaga 1

Tabell 4. Prislista tall, kr/m³fub

Topdiam (cm)	Kvalitetsklasser			
	1	2	3	4
13	445	435	425	415
14	530	495	475	455
16	575	525	505	480
18	660	580	560	525
20	700	600	580	540
22	750	605	610	555
24	790	605	645	565
26	830	605	665	575
28	855	605	670	580
30	865	605	675	585
32	875	605	675	585
34	870	605	675	585
36	795	605	605	490

Tabell 5. Prislista gran, kr/m³fub

Topdiam (cm)	Kvalitetsklasser	
	1	2
13	435	425
14	495	495
16	565	510
18	585	525
20	600	535
22	610	545
24	620	550
26	630	560
28	630	560
30	630	560
32	630	560
34	625	550
36	565	500

Tabell 6. Prislista

Massaved

Barrmassa	400
Björkmassa	430

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.