



Effekter av en skogsskötsel som gynnar marklav på svagare marker

*Effects of forest management that promotes ground lichens in low
productive sites.*

Axel Lomander

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

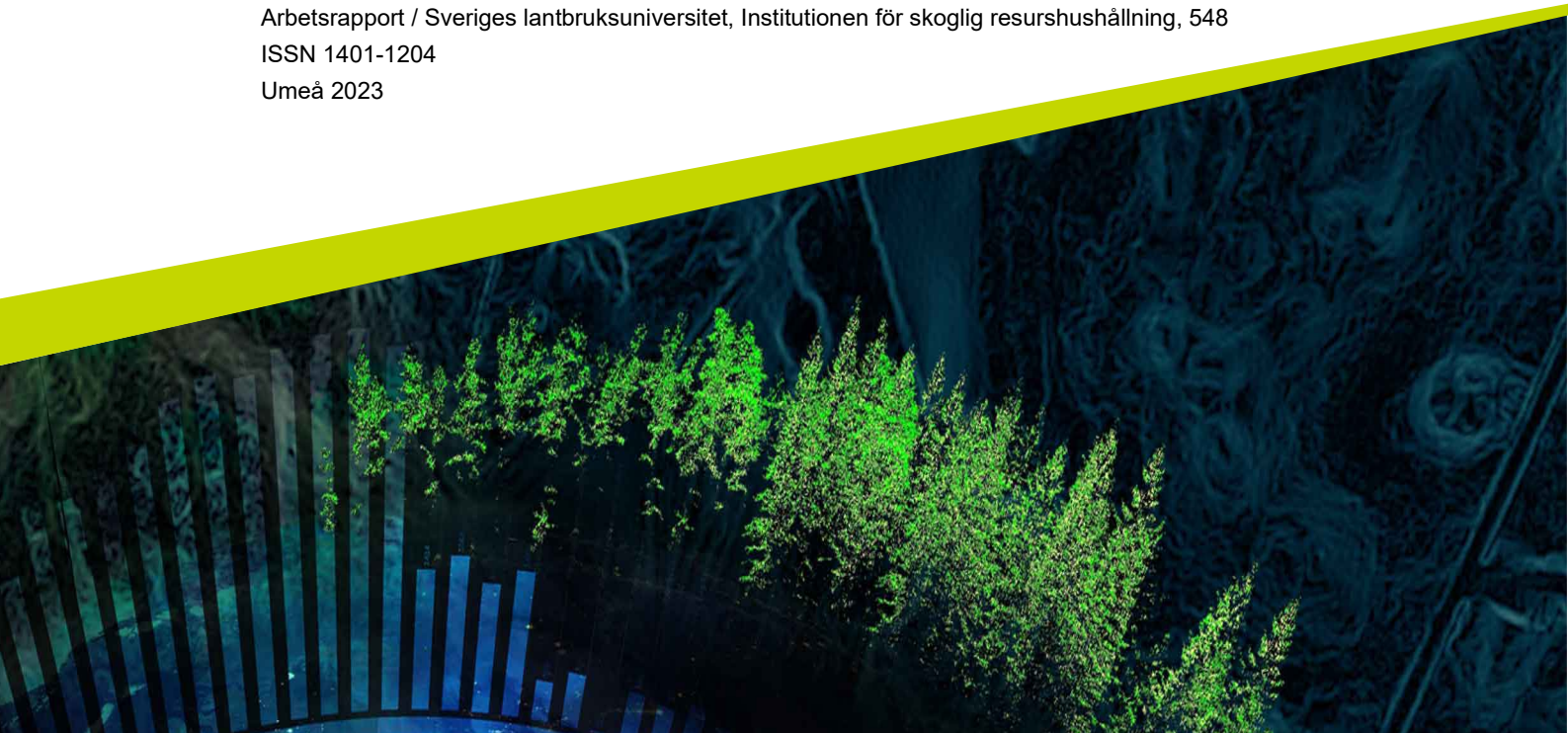
Skoglig resurshushållning

Jägmästarprogrammet

Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, 548

ISSN 1401-1204

Umeå 2023



Effekterna av en skogsskötsel som gynnar marklav på svagare marker

Axel Lomander

Handledare: Torgny Lind, SLU Umeå, Skoglig resurshushållning
Examinator: Tomas Lämås, SLU Umeå, Skoglig resurshushållning

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Mastersarbete i skogsvetenskap
Kurskod: EX09666
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Skoglig resurshushållning
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2023
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning
Delnummer i serien: 548
ISSN: 1401-1204

Nyckelord: Lavanpassat skogsbruk, renskötsel, marklav, trakthyggesbruk, Heureka planvis.

Sammanfattning

Inom renskötseområdet som motsvarar 50% av Sveriges areal har andelen lavmark av lavtyp minskat med 71 procent de senaste 60 åren. Minskningens takt ser ut att avta men lavmark fortsätter ändå att minska. Den främsta anledning till att mängden marklav minskat tros bero på det moderna industriskogsbrukets framfart. Detta sätt att bruka skogen på har ökat virkesförrådet i de svenska skogarna med tätare skogar som följd. Vilket har minskat mängden lavrika marker inom renskötseområdet då laven trivs i ljusare och glesare skogar. Under vintertid är marklaven och hänglaven renens viktigaste födoing och en ytterligare minskning av lavrika marker påverkar renskötseln negativt. Skogsnäringen ska enligt lag visa hänsyn till viktiga marker för renskötseln och genom en anpassad skötsel som gynnar lav kan många konflikter undvikas. Syftet med denna studie var att med skogliga planeringsverktyget Heureka PlanVis analysera hur ett skogsbruk som anpassas för att gynna marklav påverkar ekonomin, virkesproduktionen samt kolbindningen. Detta i jämförelse med dagens skogsbruk som har hög virkesproduktion och ekonomisk avkastning som mål. Data för studien utgörs av 3028 provytor från Riksskogstaxeringen med egenskaper som uppfyller utvalda kriterier för att marklaven ska kunna finnas. I resultatet av analysen visas en variation av nuvärde mellan de alternativen där de lavanpassade alternativen gav ett högre nuvärde än dagens skogsbruk på lägre ståndortsindex medan det motsatta gällde på T16 – T18. Vid en jämförelse av omloppstid och slutavverkningsålder var skillnaderna relativt små mellan de olika alternativen. Det fanns däremot en större skillnad i volym vid slutavverkningsålder samt kolbindning under 100 år där dagens skogsbruk uppnår högre värden. Tittar man på andel timmer för de olika alternativen erhöll det lavanpassade alternativen högre timmerandelar.

Nyckelord: Lavanpassat skogsbruk, renskötsel, marklav, trakthyggesbruk, Heureka planvis.

Abstract

In the reindeer herding area, which corresponds to 50% of Sweden's territory, the proportion of lichen-rich land has decreased by 71% in the last 60 years. The rate of decrease appears to be slowing down, but lichen-rich areas continue to decline. The primary reason for the decline in the amount of ground lichen is believed to be the advancement of modern industrial forestry. This method of forest management has increased the timber stock in Swedish forests, resulting in denser forests that have reduced the amount of lichen-rich areas within the reindeer herding area, as lichen thrives in brighter and sparser forests. During winter, ground lichen and arboreal lichen are the reindeer's main source of food, and further reduction in lichen-rich areas negatively affects reindeer husbandry. According to the law, the forest industry is required to consider important areas for reindeer husbandry and, through adapted management that benefits lichen, many conflicts can be avoided.

The purpose of this study was to use the forestry planning tool Heureka PlanVis to analyze how forestry adapted to promote ground lichen affects the economy, timber production, and carbon sequestration, in comparison to today's forestry, which aims for high timber production and economic returns. The study's data consists of 3028 sample plots from the National Forest Inventory with characteristics that meet selected criteria for the presence of ground lichen.

The results of the analysis show a variation in present value between the alternatives, where the lichen-adapted alternatives had a higher present value than today's forestry on lower site index, while the opposite was true for T16 – T18. When comparing rotation period and final felling age, the differences were relatively small between the different alternatives. However, there was a greater difference in volume at the final felling age and carbon sequestration over 100 years, where today's forestry achieves higher values. Looking at the proportion of timber for the different alternatives, the lichen-adapted alternatives obtained higher proportions of timber.

Keywords: Lichen adapted forestry, reindeer husbandry, ground lichen, clearcut forestry, Heureka Planwise

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning.....	8
1. Inledning	9
1.1 Renskötsel i Sverige	9
1.2 Skogsbruket i Sverige och dess effekter på marklav	12
1.2.1 Föryngringsfasen	13
1.2.2 Ungskogsfasen	14
1.2.3 Gallringsfasen	15
1.2.4 Slutavverkningsfasen.....	16
1.3 Hyggesfritt på lavmark	16
1.4 Problembeskrivning	17
1.5 Syfte	18
2. Material och Metod	19
2.1 Område	19
2.2 Sammanställning indata.....	20
2.3 Tillvägagångssätt för analyser	21
2.4 Planeringsverktyget Heureka.....	21
2.5 Skötselförslag.....	22
2.5.1 Lavanpassat skogsbruk.....	22
2.5.2 Dagens skogsbruk	24
2.5.3 Resultatvariabler för skötselprogrammen.....	24
3. Resultat	26
4. Diskussion	32
4.1 Metoddiskussion	34
4.2 Felkällor.....	36
4.3 Slutsats	37
Tack	39
Referenser.....	40
Bilaga 1 Kostnader åtgärder i Heureka	44
Bilaga 2 Prislistor	45
Bilaga 3 stamantal.....	46

Tabellförteckning

Tabell 1. Urvalsparametrar från Riksskogstaxeringen ytor inom renskötselområdet	19
Tabell 2. Vanligaste ståndsortsindex för olika marklavstyper samt procentuell andel och areal av dessa SI inom renskötselområdet.	21
Tabell 3. Resultatvariablerna från Heureka.....	25
Tabell 4. Medelålder vid avverkning för de olika skötselalternativen.....	27
Tabell 5. Antal gallringar i medeltal för respektive skötselalternativ fördelat på SI.....	28
Tabell 6. Kostnader och nettointäkter per m ³ sk angivet i SEK för respektive skötselalternativ vid gallring och slutavverkning i medeltal för samtliga ståndortsindex.....	28

Figurförteckning

Figur 1. Islandslav <i>Cetraria</i> spp (främre) och renlav <i>Cladina</i> spp (vitare bakre). Källa Per Sandström.....	11
Figur 2. Virkesförrådsdiagram, källa Skogsstyrelsen SKSFS 2011:7 s.31.....	17
Figur 3. Karta över försöksområdet.....	19
Figur 4. Antal provytor fördelade på ståndortsindex	20
Figur 5. Nuvärde i medel per hektar för varje skötselalternativ fördelat på varje SI.	26
Figur 6. Virkesförrådet i medeltal vid slutavverkning.	27
Figur 7. Fördelning mellan massaved och timmer vid gallring för samtliga alternativ (vänster gallringsstyrka 38% (lavanpassat), mitten gallringsstyrka 35% (lavanpassat), höger gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk).....	29
Figur 8. Fördelning mellan massaved och timmer vid slutavverkning för samtliga alternativ vänster gallringsstyrka 38% (lavanpassat), mitten gallringsstyrka 35% (lavanpassat), höger gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk).....	29
Figur 9. Löpande tillväxt i medeltal för samtliga ståndortsindex (SI) i m ³ sk/ha och år för skötselalternativen.	30
Figur 10. Antal stammar under omloppstiden med de olika skötselmetoderna.....	31
Figur 11. Bunden mängd kol för samtliga SI i medeltal under 100 år.....	31

1. Inledning

1.1 Renskötsel i Sverige

Renskötseln i Sverige har en lång historia som sträcker sig tillbaka till 800-talet. På den tiden användes renen främst till att locka till sig vildrenar som samerna jagade. Utöver det användes de tama renarna även till att dra last och andra redskap. Från och med 1500-talet minskade vildrenens population och samerna började fokusera på skötsel av tamren. Renarna vaktades dagligen och samerna flyttade tillsammans med renhjordarna (SSR 2022). Renens främsta användningsområde var att dra last samt producera kött som de främst tog vara på och nyttjade själva. Under 1900-talet började renskötseln att inrikta sig på köttproduktion vilket medförde att samerna inte behöver ha lika stor tillsyn på renarna. Idag bedrivs renskötsel i Sverige på ca 50% av landets areal, från Dalarna i söder till de allra nordligaste delarna i landet. Sverige har idag 51 samebyar totalt, varav 33 är fjällsamebyar, tio är skogssamebyar och åtta är koncensionssamebyar (Carlsson et al 2014). Antalet renar i Sverige varierar mellan 220 000 och 260 000, dessa cykler beror främst på rovdjurstryck och variation i bete (Sametinget 2022). Som same finns det rättigheter som dels är inskrivna i grundlagen, där deras rätt att bedriva renskötsel framgår i 2:a kapitlet 17§ regeringsformen. Utöver det finns det även en speciallag, rennäringslagen. I rennäringslagen finns det mer detaljerat vilka rättigheter som renskötseln innebär för samerna (Rennäringslag 1971:437). Samer och renskötare har rätt enligt lag att ta i anspråk mark och vatten som behövs för renskötseln och denna lagstadgade rättighet grundar sig på urminnes hävd. De har även rätt att uppföra hagar och anläggningar som behövs för renskötseln samt att jaga och fiska (Carlsson 2014). Renskötseln är en agral näring där renskötselåret delas in i åtta olika årstider, längden på årstiderna och de olika åtgärderna/årstiderna kan förlängas eller förkortas beroende på olika väderförhållanden som tvingar samerna att flytta renarna. I den moderna renskötseln använder renskötarna motorfordon för att flytta och övervaka på sina renar och fokus är köttproduktion samt bevara traditioner (Karlsson & Constenius 2005)

Renskötselåret börjar med våren (april-maj) då vajorna (renhonorna) föder sina kalvar, ofta på samma plats som tidigare år. På dessa platser är tillgången till bete god och det sker oftast i fjällvärlden. Renarna bevakas under denna period för att skydda dem från rovdjur och för att se till att de inte går ner till skogslandet där farorna är svårare att upptäcka (Karlsson & Constenius 2005). Under vårsommaren (juni) återhämtar sig renarna oftast i björkskogen eller runt myrarna då grönskan infinner sig fortare på dessa områden jämfört med på kalfjället. Denna period är viktig då renarna förlorat stora energireserver under vintern som de måste återuppbygga, så att vajorna kan producera näringsrik mjölk till sina kalvar. Vid tillgång på bra bete under försommaren ökar kalvarna snabbare i vikt. På sommaren (juni-juli) när det blivit för varmt och mängden insekter ökat i björklandet söker renen sig upp på fjället igen för att svalka sig och undvika insekterna. Under sommaren samlar även renskötarna ihop renarna för kalvmärkning. När det är höstsommar (augusti) är renarna åter tillbaka i björkskogen nedanför fjället där de betar örter, gräs, och svamp för att bygga upp sina fettreserver. Renarna är under denna period utspridda över stora områden. (Karlsson & Constenius 2005)

Under hösten (september-oktober) befinner sig renen fortfarande nedanför fjället i lågfjällsregionerna men på grund av kyla har näringsinnehållet i betet försämrats och beroende på när snön kommer så övergår betet mer till marklavar. På hösten går också renarna i brunst och strax innan brunsten slaktas vissa sarvar (hanar). I takt med mer snö under höstvintrern (november-december) har betet övergått till lavbete. Under denna period samlas renarna ihop för slakt och de delas in i olika vintergrupper för att underlätta kommande flytt där de sprids ut på sina vinterbetesområden i vinterlandet. Flytten gjordes förr med skidor men idag används ofta motordrivna fordon. Under vintern (december-mars) är renarna fortsatt separerade i grupper som främst befinner sig i barrskogsområden där de betar lav och risväxter. Arealen som behövs är varierad och betet under denna period har försämrats i takt med intensivare skogsbruk som missgynnat laven och fragmentering av landskapet då betet blir osammanhängande (Karlsson & Constenius 2005). Stigande temperaturer har lett till att vädret pendlar mellan varmt och kallt som i sin tur bidrar till nedisning vilket medför att renen inte kommer åt marklaven. Kommer inte renen åt marklaven i kombination med brist på hänglav måste de stödutfodras (Sirpa et al 2022). Under vårvintern (mars-april) börjar renarna att samlas ihop och de förbereds för flytt tillbaka till kalvningslandet. Under denna period förekommer vanligtvis mycket skare vilket gör renarna beroende av hänglav (Karlsson & Constenius 2005)

Renarnas föda består till stor del av gräs, halvgräs, ris, löv och örter under barmarkssäsongen och när snön kommer övergår födointaget till 40–70 % av

marklav tillsammans med hänglav (Eriksson & Moen 2008). Sträckorna som de måste förflyttas mellan de olika betesområdena varierar mycket. Generellt måste fjällsamebyarna flytta renarna längre jämfört med skogssamebyarna som ofta har kortare flyttavstånd (SSR 2022). För att bedriva denna typ av skötsel och för att födan under vintertid skall räcka hela vintersäsongen krävs det att det finns tillgång till stora sammanhängande arealer med rikligt med marklav och hänglav (Eriksson & Moen 2008). Studier visar att tillgången på bra betesmarker med mycket lav är en faktor som påverkar kalvarnas slaktvikter och deras mortalitet (Kumpula & Colpaert 1998) Den absolut viktigaste födan för renarna under vintern är marklaven. De marklavar som renen främst betar är renlav (*Cladonia rangiferina*) och islandslav (*Cetraria islandica*).



Figur 1. Islandslav *Cetraria islandica* (främre) och renlav *Cladonia rangiferina* (vitare bakre). Källa Per Sandström.

Figure 1. *Cetraria islandica* (in the front) and *Cladonia rangiferina* (the white one). Source Per Sandström

Marklaven består av en algdel och en svampdel som samverkar genom en symbios där algen tillför svampen energi genom fotosyntesen. Svampdelen bidrar med sin fruktkropp till stabilitet, samtidigt som den förser algen med vatten så den inte torkar ut (Spribile et al 2022).

Lavarna innehåller en liten mängd protein och näringsämnen men rikligt med kolhydrater vilket är en anledning till att de är en viktig födoresurs vintertid för renen (Kojola et al 1995). Marklavarna i den boreala skogen är främst kopplade till talldominerade skogar på svaga marker med sandiga jordar och steniga marker. Lavarna har tidigare gynnats av skogsbränder då det gjort skogarna ljusare samtidigt som risväxterna försvunnit en period efter branden (Sandström et al 2016). Laven är inte bara viktig för renarnas bete och biodiversiteteten i de boreala skogarna utan de kan även ta tillvara och växa på de minst produktiva markerna och bidra till en biomassaproduktion där (Nilsson & Wardle 2005).

1.2 Skogsbruket i Sverige och dess effekter på marklav

Under 1850-talet när skogsindustrin växte fram och började expandera i norr intensifierades skogsbruket (Berg et al 2008) från ett extensivt skogsbruk där ändamålet främst var huggning för husbehov i form av timmer och ved (Axelsson & Östlund 1997). Skogarnas störningsregimer förändrades och det var främst skogsbruket som var den nya störningen i stället för bränder. Effekterna av denna förändring är komplex men andelen äldre skog har minskat och skogslandskapet har blivit mer fragmenterat som följd av trakthyggesbruket (Berg et al 2008).

Det övergripande målet för de flesta skogsägare är en hög virkesproduktion med bibehållen biologisk mångfald. Detta uttrycks även i skogsvårdslagens 1§ (SFS 2022:1272). Under de senaste 160 åren har skogarna blivit tätare och medelåldern sjunkit (Berg et al 2008). Från 1920-talet har virkesförrådet i de svenska skogarna ökat med 106 % (Nilsson et al 2021). En högre volym per hektar medför tätare skogar och det är en viktig anledning till den 71 % minskningen av lavrika marker inom renkötselområdet de senaste 60 åren (Sandström et al 2016) även om denna trend ser ut att avta något (Nilsson et al 2021).

I Skogsstyrelsens konsekvensanalys där de modellerat och skapat scenarier i hur skogen kommer att utvecklas beroende på olika målbilder framgår det tydligt att marklavsförekomsten kommer att minska, i takt med att skogarna förtätas. Fram till 2050 förväntas andelen lavmark halveras och på 100 års sikt återfinns endast en femtedel av dagens nivå det gäller även på avsatta områden för naturvård. Kriterierna som de har använt för att det skall finnas marklav är talldominerade skogar på SI 12-20 med en grundyta lägre än 18 m² (Eriksson et al 2022).

Skogsindustrin i Sverige är en viktig del av landets ekonomi både nationellt och lokalt. Den svenska skogsnäringen som innefattar både industrin och skogsbruket

sysselsätter ca 120 000 st. anställda eller underleverantörer i landet, vilket motsvarar ungefär två procent av alla sysselsatta. Av dessa är ca en tredjedel direkt sysselsatta och resterande indirekt. Av varorna som tillverkas i skogsbranschen exporteras 85% och under 2021 exporterades varor för 161 miljarder svenska kronor vilket motsvarar 10% av Sveriges totala export (Skogsindustrierna 2022). Skogsmarken i norra Sverige har således inte endast en brukare utan det finns flera intressenter och konflikterna mellan skogsbruket och renskötare existerar på många håll inom renbetesområdena (Widmark 2006).

För att Sverige skall kunna producera och exportera dessa varor krävs det råvara från den svenska skogen. Sedan 1950-talet har skogsbrukets dominerande metod varit trakthyggesbruk. Trakthyggesbruket är ett rationellt sätt att bruka skogen på likt jordbruket och består av fyra olika faser; föryngringsfasen, ungskogsfasen, gallringsfasen och slutavverkningsfasen (Albrektsson et al 2012). I kapitel 1.2.1 till 1.2.4 beskrivs trakthyggets olika faser, dess åtgärder och inverkan på lavförekomst.

1.2.1 Föryngringsfasen

Markberedning

För att skapa möjlighet till en lyckad föryngring med hög överlevnad används ofta någon typ markberedning. Inom renbetesområden finns det restriktioner gällande vilka bestånd som får markberedas och vilka metoder som får användas. De vanligaste markberedningsmetoderna är högläggning, harvning eller fläkmarkberedning. Harvningens metod river undan humuslagret och blottar mineraljorden i långa stråk längs med hygget (Albrektsson et al 2012).

Det finns flera aspekter som markberedningen ger upphov till som är negativa för renskötseln på både kort och lång sikt. Vid markberedning rivs lavtacket sönder och det tar väldigt lång tid för återkolonisation på mineraljorden för laven. Harvning påverkar upp till 45–55 procent av markvegetationen och tio år efter markberedningen kan fortfarande 20 procent av markytan bestå av blottad mineraljord (Eriksson och Raunistola 1990). En annan aspekt som kan försvåra för renskötseln är hur harvspårens riktning i förhållande till renarnas vandringsriktning är utlagda. Är de vinkelräta mot vandringsriktningen så blir det svårare att flytta renarna då det kommer att bildas partier med tät skog som de måste vallas igenom (Carlsson 2014).

För att minska skadorna på marklaven så infördes det år 2014 ett begrepp om skonsam markberedning som gäller för alla FSC-certifierade bolag. Certifieringen innebär att om parterna som samråder, dvs samer, skogsbolag, föreningar eller andra större aktörer, kommer överens om att det ska bedrivas en skonsam

markberedning på trakten finns det vissa krav på maximal markpåverkan. Är det över 25 procent lavtäckning får marken maximalt påverkas med 20 procent för att få klassas som skonsam. För trakter med en täckningsgrad mellan 10–25 procent gäller en maxnivå på 40 procent. Om lavandelen understiger tio procent ska man eftersträva goda möjligheter till bra planteringspunkter och en markpåverkan som inte är mer än nödvändig (Carlsson 2014). För att påskynda processen med etablering av marklav kan man sprida lavfragment från laven efter markberedaren (Roturier 2012)

Föryngring

Vid föryngringsavverkad skog ska det enligt skogsvårdslagen (5§ Skogsvårdslagen) föryngras med någon metod som säkerställer att markens produktionsförmåga tas tillvara. Den dominerande föryngringsmetoden i dagens skogsbruk för perioden år 2018-2021 var plantering vilket görs på ca 85% av all avverkad areal (Skogsstyrelsen u.å). Andra inte lika vanliga metoder är naturlig föryngring med fröträd eller sådd. Plantering och sådd kan ibland med ett annat ord kallas för skogsodling. Genom att använda förädlade plantor eller frön kan tillväxten öka i skogen, vilket inte görs med naturlig föryngring (Skogskunskap 2020).

Det sätt som föryngringen påverkar renskötseln mest är hur tätt man väljer att anlägga den nya skogen, det vill säga antal plantor per hektar. Från renskötselns sida anser man att sådd och plantering är ett problem då det ofta blir för täta ungskogar för renarna och att hyggena oftast är markberedda (Eriksson & Moen 2008). Täta skogar kan även uppstå genom naturlig föryngring dock är hyggesfasen och ungskogsfasen längre med de alternativen vilket renskötarna inte uppskattar (Carlsson 2014). Utöver det så påverkar även trädslagsval vid föryngringen marklaven. Enligt FSC ska skogsbruket inom viktiga områden för renskötseln inte anlägga skog med främmande trädslag som contorta (Carlsson 2014).

1.2.2 Ungskogsfasen

Röjning

Syftet med röjning är att selektera ut träd till ett visst stamantal för att gynna tillväxten hos det enskilda trädet. Stamantal efter röjning varierar ofta beroende på markens produktionsförmåga. Markens produktionsförmåga beskrivs oftast med ståndortsindex (SI) som är ett mått på markens produktionsförmåga och anger hur höga de dominerande träden är vid en referensålder på 100 år (Pettersson et al 2012). Röjning tillämpas oftast en till två gånger under ungskogsfasen beroende på SI samt vilka risker för skador som finns i beståndet. I de områden med hög andel älgskador är det vanligt att skogen röjs när den nått en höjd som ungefär är fem

meter och då är skogarna oftast täta. Efter röjning är det lämpligt med ca 1800–2300 stammar per hektar efter röjning inom renbetesområden (Carlsson 2014).

För att gynna marklav bör röjningen göras tidigt för att skapa ljusare skogar där marklaven kan växa och renarna enkelt kan passera vid flytt (Eriksson & Moen 2008)

1.2.3 Gallringsfasen

Gallring

Gallring är en beståndsvårdande åtgärd där en procentandel av beståndets volym i skogen avverkas för att gynna kvarvarande stammarna och välja ut de trädslag som man vill ha kvar vid slutavverkningsfasen. Genom gallring sänks normalt totala tillväxten i beståndet men tillväxten ökar för det enskilda trädet. En gallring möjliggör även en inkomst under omloppstiden för skogsägaren (Albrektsson 2012). Ett normalt uttag vid gallring brukar vara runt 30 % men renskötarna efterfrågar oftast hårdare gallringar (Eriksson & Moen 2008).

Precis som röjningen så bidrar gallringen till att skogarna blir ljusare och laven kan finnas kvar och växa bättre. Forskning visar att marklavens tillväxt börjar plana ut vid en grundyta kring 15 m² i bestånden (Jonsson Čabrajič et al 2010). På kort sikt så kan det dock vara så att riset från gallringen försvårar för renarna att komma åt och beta marklav. För att underlätta vid flytt av renarna bör man planera så att basvägarna från maskinerna följer den riktning renarna drivs i. (Carlsson 2014)

Gödsling

För att öka tillväxt och att träd växer in i mer välbetalda dimensioner kan man gödsla skogsbestånd ca tio år innan föryngringsavverkning. Det skapar högre virkesvärden och lägre avverkningskostnader per m³ i och med högre medelvolym per träd. Tillväxten i de enskilda bestånden höjs med ca 13-20 m³sk/ha under en 10-årsperiod (Carlsson 2014). Vid gödsling i den norra halvan av Sverige gäller att max 450 kilo kväve (N) per hektar under omloppstiden får tillföras. Lavrika marker får enligt lag inte gödslas, till dessa räknas marker där det är mer än 25% lav i bottenskiktet (SFS 2022:1273) (Skogsstyrelsen 2022).

Gödslingen påverkar laven både indirekt och direkt. När marken gödslas ökar produktionsförmågan och skogarna blir tätare vilket i sin tur gör att det blir ett lägre ljusinsläpp (Carlsson 2014). När mängden grönkrona ökar så ökar mängden barr som faller ner och skuggar laven (Werndin 2007). Werndins studie visar att gödsling minskar mängden lingonris vilket kan göra det svårt för renen att komma åt laven särskilt under isiga väderförhållanden. En annan aspekt är att när marken

gödslas så höjs kvävehalten i marken vilket medför att andra växtarter kan konkurrera och beskugga laven (Kellner 1993). Förutom att laven blir utkonkurrerad eller beskuggad vid gödsling så responderar symbiosen mellan algen och svampen negativt på fosfor och kväve vilket hämmar tillväxten för laven (Makkonen et al 2007).

1.2.4 Slutavverkningsfasen

I slutavverkningsfasen avverkas skogen vilket är det sista steget i trakthyggesbrukets cykliska förlopp. Det är en åtgärd som kan göras på flera olika sätt där föryngringsavverkning är den vanligaste avverkningsformen sedan 1950 talet i Sverige. Avverkning kan även ske med en kvarlämnad skärm eller genom att det sker etappvis, dock är dessa metoder använda i liten utsträckning. (Albrektsson 2012)

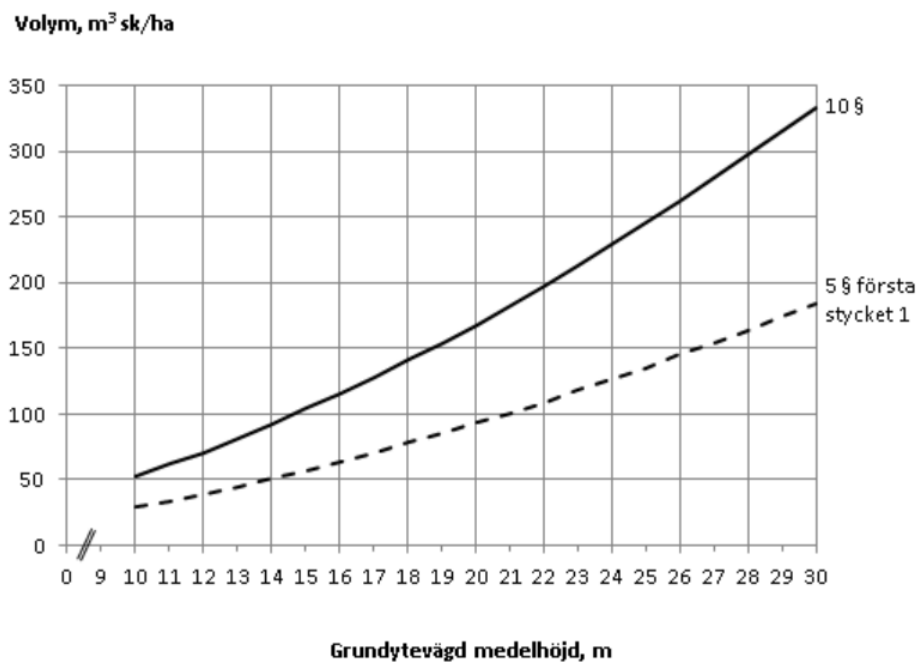
Det finns studier som visar att lavar påverkas positivt av avverkning om det inte görs någon markberedning efter avverkningen. Dessa positiva aspekter tycks dock försvinna eftersom kvistar och andra rester från avverkningen har visat sig försvåra grävandet för renen ner till marklaven (Eriksson & Moen 2008). Det finns även studier som visar att om hyggesrester inte lämnas vid avverkning kommer mängden marklav att öka markant. En studie visade att andelen marklav steg från 30% täckningsgrad till 85% täckningsgrad på åtta år i ytorna utan hyggesrester jämfört med kvarlämnade rester (Olsson & Staff 1995). En anledning att hyggesresterna lämnas är att det inte är lönsamt att ta vara på det, samt att på svagare marker bör resterna förmultna för att inte erhålla näringsbrist (Skogskunskap 2019).

1.3 Hyggesfritt på lavmark

Utifrån renskötselns intressen är det hyggesfria skogsbruket ett alternativ som visat sig ha positiva effekter på marklaven då det inte krävs markberedning vid föryngring, vilket leder till ett glesare underbestånd jämfört med en normal föryngring vid trakthyggesbruk (Cedergren 2008). En annan positiv aspekt med det hyggesfria skogsbruket är att snön packas inte lika hårt under skärmen som ute på ett hygge så renen kommer således åt födan lättare. Det finns dock nackdelar ekonomiskt sett med ett hyggesfritt skogsbruk på svagare marker då innebär högre drivningskostnader jämfört med ett traditionellt trakthyggesbruk (Cedergren 2008).

Laven växer främst på torra och friska marker där det dominerande trädslaget är tall (Sandström et al 2016). Tallen är tillskillnad från granen ett pionjärträdslag vilket innebär att den är särskilt ljuskrävande och är svår att föryngra i en blädningsskog som är en vanlig hyggesfri metod (Cedergren 2008). För tall är en tätare skärm ett

alternativ som hyggesfri metod. Om volymen och den grundtevägda medelhöjden överstiger allmänna råd i skogsvårdslagens 10§-kurva krävs ingen anmälan till Skogsstyrelsen vid avverkning. Om den däremot ligger mellan 10 §-kurvan och 5§-kurvan enligt skogsvårdslagen krävs avverkningsanmälan hos Skogsstyrelsen men inga aktiva åtgärder för förnygring, se Figur 2 (Skogsstyrelsen SKSFS 2011:7 s.31) (Skogsstyrelsen 2022).



Figur 2. Virkesförrådsdiagram, källa Skogsstyrelsen SKSFS 2011:7 s.31.

Figure 2. Timber stock diagram, source Skogsstyrelsen SKSFS 2011:7 s.31.

1.4 Problembeskrivning

Under vintertid är marklaven tillsammans med hänglaven renens viktigaste födointag. De senaste 60 åren har marklaven minskat med 71 % i renskötselområdet där det tidigare förekommit mycket marklav (Sandström et al 2016). I 3:e kapitel 5§ miljöbalken framgår det att skogsnäringen ska visa hänsyn till särskilt viktiga mark och vatten områden för renskötseln. Det betyder att avverkningar och skötselmetoder ska anpassas så att renskötseln inte påverkas negativt (Miljöbalk 1998:808).

Dagens trakthyggesbruk medför ofta tätare skogar vilket missgynnar marklaven vilket har bidragit till denna dramatiska minskning av lav som vi sett de senaste decennierna. Forskning visar att marklavens tillväxt börjar plana ut vid en grundtyta kring 15 m² i bestånden, vilket tyder på att marklaven gynnas av glesare skogar jämfört med dagens täta skogar (Čabrajic et al 2010).

Skogsstyrelsen publicerade i sin konsekvensanalys att mängden marklav i de Svenska skogarna kommer att minska i framtiden på grund av att skogen förtätas, fram till år 2050 förväntas lavmarken halveras. Om 100 år kan vi förvänta oss att det endast finns en femtedel av lavmarken om skogarna fortsätter brukas som den gör idag. Dock finns det scenarion som inte förutspår samma drastiska minskning utan röjs skogen hårdare och gallras så grundytan är runt 18 kommer laven inte minska lika dramatiskt (Eriksson et al 2022). Minskar laven påverkas renskötseln ytterst negativt då lav är renens viktigaste födokälla vintertid (Eriksson & Moen 2008).

1.5 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att analysera hur ett skogsbruk med en skogsskötsel som anpassas så att marklav gynnas på svagare marker påverkar ekonomin, virkesproduktionen och kolinbindningen. Detta i jämförelse med ett skogsbruk som inriktas på högre virkesproduktion och ekonomisk avkastning.

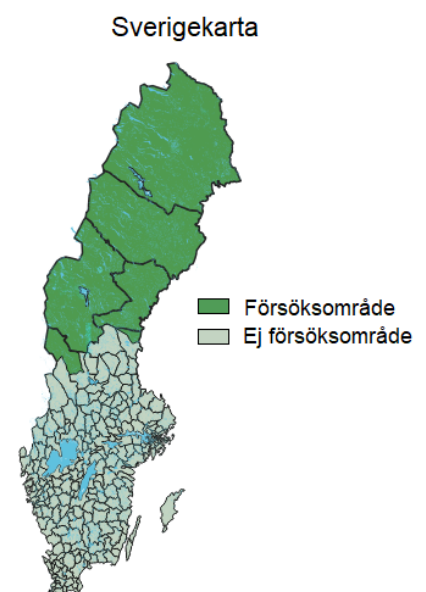
Resultaten av analyserna bör kunna utgöra ett bra underlag för både renägare och skogsbolag i samband med diskussioner gällande skogsskötselåtgärder kopplat till marklavskog. I förlängningen också bidra till att minska konflikter kring skötselåtgärderna i de viktiga betesområdena för renskötseln.

2. Material och Metod

2.1 Område

Området för denna studie utgörs av i princip hela renskötselområdet i Sverige. Renskötselområdet omfattar förenklat alla kommuner i Norrbotten, Västerbotten, Jämtland och Västernorrland län samt Älvdalens kommun och Nordanstigs kommun se Figur 3. Inom renskötselområdet valdes provytor med skogliga data från åren 2014 till 2018 ut från Riksskogstaxeringens inventerade provytor (Fridman et al 2014).

Kriterierna för ytorna var kopplade till de kriterier som bör vara uppfyllda för att det skall finnas/möjlighet för etablering av marklav i beståndet. Som nämnts tidigare är marklaven kopplad till svagare talldominerade ståndorter där det inte får vara för blött, och där sandiga marker är att föredra (Sandström et al 2016). Indatat till studien baseras på kalmarsytor med kriterier uppfyllda från Tabell 1, kalmarsytorna valdes för att simulera en hel omloppstid från föryngring till slutavverkning.



Figur 3. Karta över försöksområdet

Figure 3. Map of the test area

Tabell 1. Urvalsparametrar från Riksskogstaxeringen ytor inom renskötselområdet

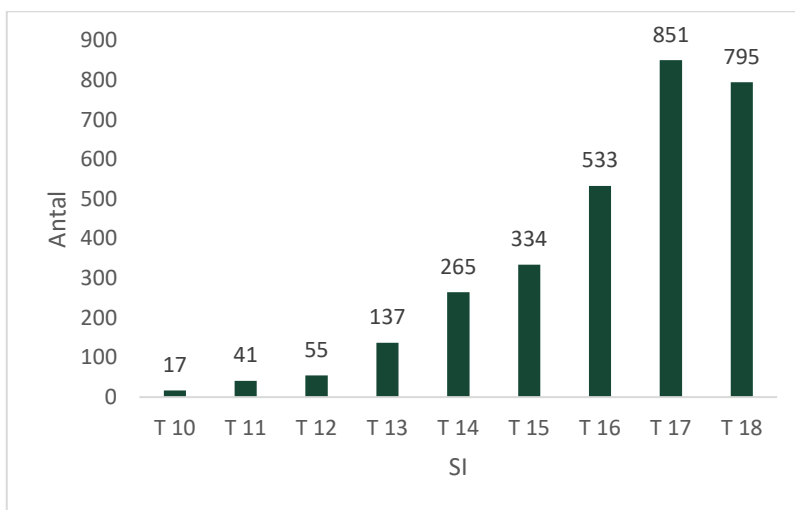
Table 1. sample parameters from the national forest inventory within the reindeer grazing area.

Parametrar	Intervall parametrar
Ståndortsindex	T10-T18
Fuktighetsklass	Torr, frisk och frisk/fuktig
Skogstillstånd	Kalmark
Torvmark	Nej

De utvalda ytorna sparades sedan i en textfil (csv-fil) med skogliga variabler som krävs för att göra analyser med Heureka Planvis.

2.2 Sammanställning indata

Datat som låg till grund för studien bestod av provytor inom Renskötselområdet utvalda enligt kriterier i Tabell 1. Totalt uppgick data till 3028 ytor med kalmark fördelat över ståndortsindex mellan T10 och T18. Se Figur 4. De ytor som var trädbevuxna har avverkats i Heureka inför studien för att alla ytor skulle ha samma utgångsläge.



Figur 4. Antal provytor fördelade på ståndortsindex

Figure 4. Number of sample plots distributed over site index.

I Sverige består renskötselområdet av totalt 22,6 miljoner hektar mark varav 11,471 miljoner av dessa är produktiv skogsmark vilket utgör 51%. Den produktiva skogsmarken på renskötselområden utgör dessutom 50% av den totala produktiva skogsmarken i Sverige. Därtill återfinns 41 % av Sveriges totala virkesförråd på renskötselområden, vilket består av 1 373 miljoner m³ (Sandström et al 2016).

Lavrik mark kan kategoriseras utifrån tre olika marktyper enligt Riksskogstaxeringen (RT 2009). Marker där mer än 50% av bottenkiktet täcks av marklav klassas som lavtyp medan marker där mer än 25% av bottenkiktet täcks av marklav klassas som lavrik. Marken klassas som lavrik vitmossetyp då mer än 25% av bottenkiktet täcks av marklav samt resterande del har mer än 50% vitmossa. Majoriteten av lavmarkerna inom renskötselområdet har SI T10-T18 och därför avgränsades studien till dessa ståndorter, se Tabell 2.

Tabell 2. Vanligaste ståndsorsindex för olika marklavstyper samt procentuell andel och areal av dessa SI inom renskötselområdet.

Table 2. Most common site index for different types of lichen and percentage share and area of the site index within the reindeer herding area.

Marktyp	Ståndortsindex (SI)	Procent av marktyp, %	Areal, ha
Lavtyp	T 16-17	36	440 129
Lavrik	T 14-15	40	546 403
Lavrik vitmossetyp	T 16-17	53	13 491

2.3 Tillvägagångssätt för analyser

Arbetet med att ta fram analysresultat bestod av följande moment.

- 1) Uppdatering av kostnader och virkespriser i Heureka.
- 2) Simulering av skötselprogram lavanpassat skogsbruk samt ett skogsbruk som liknar dagens skogsbruk.
- 3) Beräkningar i Excel för att skapa diagram och grafer som visualiserar resultatet.
- 4) Analys av data i Excel och skapande av grafer samt tabeller för illustration av resultatet.

2.4 Planeringsverktyget Heureka

Heureka PlanVis är ett skogligt planeringsverktyg som används för att kunna lösa komplexa skogliga planeringsproblem (Lämås et al 2023). I denna studie användes Heureka (version 2.19.1). Systemet började utvecklas år 2002 och år 2009 var den första versionen tillgänglig med en vision att programmet ska bidra till ett mer miljövänligt skogsbruk samtidigt som det blir mer lönsamt (Wikström et al 2011). Heureka består av tre huvudsakliga program; en interaktiv beståndssimulator, ett verktyg anpassat för långsiktig planering för mindre och större skogsfastigheter (long term forest level planning) som även innehåller en optimeringsmodul samt en simulator för analyser på regional nivå. Programmet kan användas bland annat för att göra prognoser av skogens utveckling, klimateffekter, naturvård och ekonomisk optimering. I detta arbete används applikationen Heureka Planvis. Applikationen har ett inbyggt verktyg för att lösa linjärprogrammeringsproblem och kan med hjälp

av optimering av valda parametrar generera strategiska skötselåtgärder för att maximera nuvärdet av virkesproduktionen (Heureka 2022; Lämås et al 2023).

2.5 Skötselåtgärder

För samtliga skötselåtgärder användes de traditionsenliga metoderna för trakthyggesbruk, dvs markberedning, plantering, röjning, gallring och slutavverkning. De skötselåtgärder som låg till grund för analysen baserades på de åtgärder som gav högst nuvärde, och Heurekas optimeringsrutiner utslöts.

Till en början bestämdes kostnaderna för skogsvårdsåtgärder plantering, röjning och markberedning i Heureka. Priserna som denna analys baseras på är vad det kostar för storskogsbruket att utföra dessa åtgärder (Skogforsk 2022). Ytterligare uppdaterades även pris för G15-timme för skördare respektive skotare (Jonsson et al 2016). Nya prislistor gjordes då programmets förinställda priser var äldre. De nya prislistorna som användes som underlag för att uppdatera Heureka med var Sveaskogs virkespriser för Västerbotten och Norrbottens inland (Sveaskog 2022). För mer detaljer för kostnader och priser som användes och ändrades i Heureka se Bilaga 1 och 2.

Föryngringsmetod som simulerades var endast plantering av tall, då det är den metod som är helt dominerande i Sverige (Skogsstyrelsen u.å.). Den naturliga föryngringen valdes bort därför att den är ovanlig och att kostnaden för maskinflytt inte ingår i Heurekas beräkningar. Det gör att maskinkostnaden för flytt när fröträden skall avverkas inte tas med. Ytterligare anledningar att plantering valdes var att de planterade plantorna erhåller en förädlingsseffekt på ca 15-25% i ökad tillväxt vilket i sin tur bidrar till att föryngringsfasen blir kortare som i sin tur är positivt för marklaven och renskötseln (Albrektsson et al 2012).

2.5.1 Lavanpassat skogsbruk

I Heureka Planvis simulerades olika varianter av ett skogsbruk som inte tillåter skogen att bli för tät, dvs lavanpassat skogsbruk. Två olika gallringsstyrkor användes, ca 35% respektive 38% i de olika skötselåtgärden. Valet av 35 % och 38 % i gallringsstyrka grundar sig främst på att hårdare gallringar måste göras för att det ska bli glesare mellan stickvägarna. Generellt så upptar stickvägen 20% av arealen i beståndet, och för att skapa en stickväg så avverkas ca 10% av träden och därför valdes hårdare gallringar (Agestam 2015). Till dessa skötselåtgärder så användes de kalavverkade ytorna för att modellera hur en sådan skog skulle se ut.

Utöver det gjordes även ett skötsel förslag som skulle likna dagens skogsbruk för att maximera nuvärde med fokus på ett så högt nuvärde som möjligt utan att använda contorta (*Pinus contorta*) och utan att gödsla bestånden. Contorta (*Pinus contorta*) uteslöts då det inte är ett träslag som uppskattas av renskötare och skogsgödning uteslöts då det inte är optimalt ur ett lavperspektiv (Eriksson & Moen 2008). I analysen användes en diskonteringsränta på 2 % som avkastningskrav (Lantmäteriet 2021). För varje skötselalternativ valdes 30 perioder för att kunna analysera en hel omloppstid. Utöver det bestämdes det att skulle genereras 20 olika skötselprogram i Heureka per yta.

Skötselalternativen simuleras i Heureka med den s.k. TPG (treatment program generator) med inställningar för skötselåtgärderna samt restriktioner när åtgärder skall infalla. För lavanpassat skogsbruk gjordes ändringar i inställningarna som styr simuleringen av skötselalternativen. De förinställda inställningarna genererade skötsel förslag med alltför höga grunddytor jämfört med ett lavanpassat skogsbruk. Inställningarna för skogssköteselåtgärder i Heureka som bland annat är kopplade till grundyta, plantantal, stammar efter röjning och hur hårda gallringar som får tillåtas under omloppstiden ställdes in för att generera ett lavsanpassat alternativ där krav på en glesare skog sattes. För 35% och 38% alternativen föryngrades det med 1500 plantor per hektar oavsett ståndortsindex och även stamantalet efter röjning sattes till 1500 plantor. I inställningarna till gallringarna begränsades grundytan för 35% alternativet till maximalt grundyta 18 före gallring och minimalt 11 efter gallring, för gallringsstyrka 38 % var det samma maximala grundyta men det var 12 som minimal efter gallring. För att programmet skulle simulera alternativ med gallringar över lägsta slutavverkningsålder sattes högsta ålder för gallring 1,8 gånger lägsta tillåtna ålder för föryngringsavverkning. För de båda skötselalternativen begränsades antalet gallringar under omloppstiden till maximalt tre gallringar.

Inställningarna i Treatment program generator som styr hur de olika skötselåtgärderna i Heureka görs behövdes ändras för att generera glesare skogar. För de båda lavanpassade ändrades thinning period delay till noll vilket innebar att Heureka inte skulle frångå den justerade gallringsmallen. I Heureka ändrades även final felling period max till 10 för att Heureka skulle kunna föreslå avverkning när det är optimalt med förinställda kriterier efter gallring.

Gällande gallringsform valdes en likformig gallring för samtliga alternativ, vilket innebär att träd som gallras ut har samma medeldiameter som kvarvarande träd. Anledningen till att likformig gallring valdes är för att det är en av de mest förekommande formerna (Albrektsson 2012).

Samtliga lavanpassade alternativ hade ett uttag på 100% vid slutavverkning.

2.5.2 Dagens skogsbruk

Som jämförelse till det lavanpassade skötselalternativet simulerades ett skogsbruk som efterliknar dagens skogsbrukssätt genom att generera en modell i Heureka för att maximera nuvärdet på dessa marker med vissa restriktioner. Användandet av contorta (*pinus contorta*) som föryngringsmaterial uteslöts då de flesta bolag avvecklar det och arealen contorta har minskat senaste åren (Skogsstyrelsen u.å). Trädslaget är inte trädslaget inte heller önskvärt ur ett renskötselperspektiv, likaså gjordes det även för användande av gödsling som påverkar laven negativt (Eriksson & Moen 2008). En annan aspekt var att det skulle efterlikna hur skogsbruket faktiskt bedrivs idag på dessa marker.

Gällande plantantalet vid föryngring användes Heurekas förinställda plantantal per hektar för respektive ståndort vilket för T10-T14 var 1700 plantor/ha och T15-T18 1900 plantor/ha. För alternativet ”Dagens skogsbruk” valde Heureka stamantal efter rönjning enligt standardinställningarna och när det skulle ske. För gallringsskog fanns inte heller några restriktioner för hur höga grundytor som tillåtas under omloppstiden. Gallringstidpunkten för dagens skogsbruk utgick från Skogsstyrelsens gallringsmall och programmet optimerar gallringarna utifrån nuvärde. Tidpunkt för föryngringsavverkning optimeras utifrån högsta nuvärde i Heureka, precis som för de lavanpassade alternativen så hade dagens alternativ ett uttag på 100% vid avverkning.

2.5.3 Resultatvariabler för skötselprogrammen

När skötselprogrammen simulerats och optimerats valdes relevanta resultatvariabler ut från Heureka. För resultatvariabler som användes och bedömdes vara av relevanta, se tabell 3.

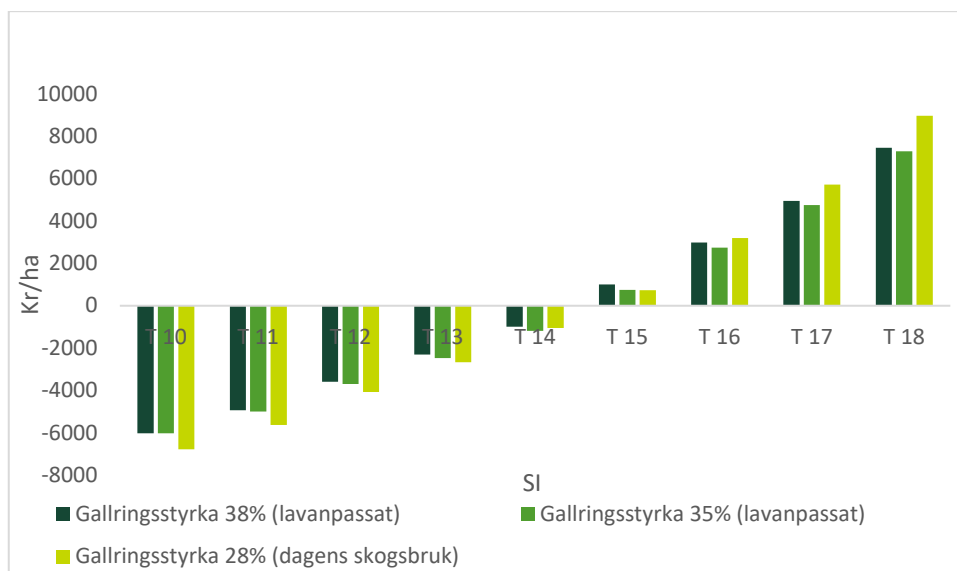
Tabell 3. Resultatvariablerna från Heureka.

Table 3. Outcome variables from Heureka

Resultatvariabler	Enhet
Biomassa ovan mark alla arter	Ton torrsubstans/ha
Biomassa uttag alla arter	
Grundyta exklusive naturvärdesträd	
Grundyta inklusive naturvärdesträd	m ² /ha
Grundyta inklusive naturvärdesträd	
Ålder utan naturvärdesträd	År
Slutavverkningsålder	År
Ståndortsindex	SI H100 m
Antal stammar	St/ha
Nuvärde per hektar	Kr/ha
Volym inklusive naturvärdesträd	m ³ sk/ha
Kolinlagring mark	
Kolinlagring i träd	ton C/ha
Kostnad skotare	
Kostnad skördare	SEK/ha
Nettointäkt per hektar	SEK/ha
Total avverkningskostnad	SEK/ha
Medeltillväxt	
Löpande tillväxt	m ³ sk/ha, år
Procentuttag respektive åtgärd	%
Avverkad volym timmer	
Avverkad volym massaved	m ³ sk/ha

3. Resultat

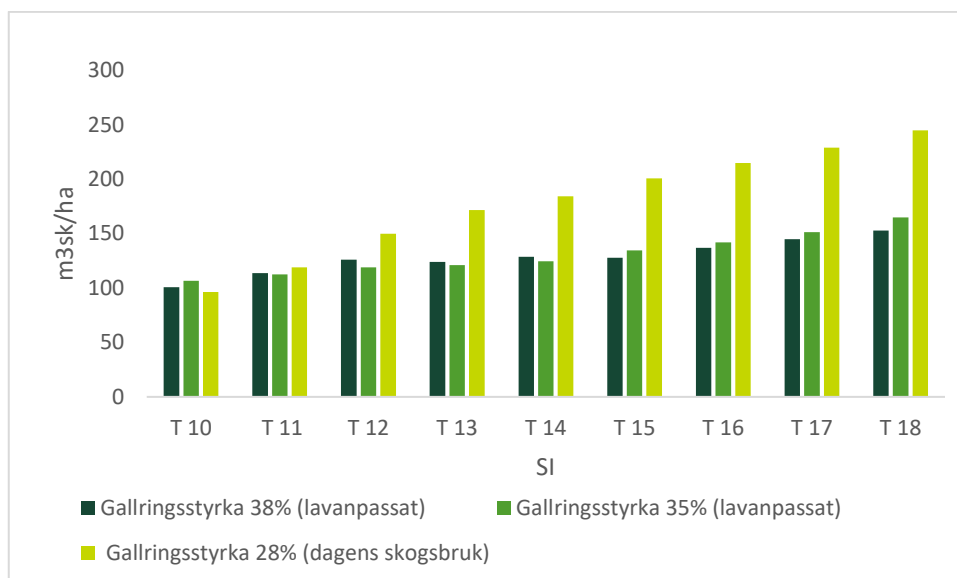
Nuvärdet per hektar skiljer sig åt för de olika skötselalternativen. På svagare ståndorter (SI) erhåller dagens skogsbruk lägre nuvärden än de lavanpassade alternativen medan de på de högre ståndorterna (SI) får ett högre nuvärde per hektar. Störst skillnad är det för SI T18 mellan lavanpassat (38% gallringsstyrka) och vanligt skogsbruk, se Figur 5. Det areaviktade nuvärdet för gallringsstyrka 38 % blev 1735 kr/ha, för 35 % blev det 1637 kr/ha och med gallringsstyrka 28 % blev det 2014 kr/ha.



Figur 5. Nuvärde i medel per hektar för varje skötselalternativ fördelat på varje SI.

Figure 5. Net present value per hectare for each management distributed over SI.

För SI 10 får det lavanpassade skogsbruket ett något högre virkesförråd jämfört med det vanliga skogsbruket när omloppstiden är slut men vid SI över T10 blir dagens skogsbruks virkesförråd vid tidpunkt för slutavverkning högre med större skillnad vid högre SI. Som mest skiljer det sig för T18, se Figur 6.



Figur 6. Virkesförrådet i medeltal vid slutavverkning.

Figure 6. Wood storage in average at final felling.

Optimal slutavverkningsålder skiljde sig mest för lägre ståndorter. Det skiljer som mest för ståndortsindex T10 där skillnaden mellan det lavanpassade skogsbruket med 38 % i gallringsstyrka jämfört med det vanliga skogsbruket var 12 år i medeltal. Skillnaden mellan alternativen minskade för de högre ståndorterna och som minst skillnad i slutavverkningsålder var det för T17 där det endast skiljde 2 år för samtliga alternativ. Dagens skogsbruk visade sig alltid ha lägre slutavverkningsålder och kortare omloppstider än det mer lavanpassade skogsbruket. Gällande skillnad mellan de två lavanpassade alternativen kan det ibland variera mellan vilket alternativ som hade högst slutavverkningsålder, se Tabell 4.

Tabell 4. Medelålder vid avverkning för de olika skötselalternativen.

Table 4. Average year at final felling for the different management types.

SI	Gallringsstyrka 38% (lavanpassat)	Gallringsstyrka 35% (lavanpassat)	Gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk)
T 10	137	136	125
T 11	138	137	125
T 12	135	134	125
T 13	132	132	120
T 14	123	125	118
T 15	117	116	112
T 16	109	110	107
T 17	104	104	102
T 18	101	99	98

Det behövdes i medeltal en extra gallring under en omloppstid för de lavanpassade skogsbruket för de flesta ståndortsindex (SI). För SI T 11 blev det i medeltal samma antal gallringar för dagens skogsbruk jämfört med det lavanpassade alternativet på 38% gallringsstyrka. Det behövs även fler gallringar på de högre ståndorterna (SI) i medeltal, se Tabell 5.

Tabell 5. Antal gallringar i medeltal för respektive skötselalternativ fördelat på SI

Table 5. Average of thinning for each management distributed over SI.

SI	Gallringsstyrka 38% (lavanpassat)	Gallringsstyrka 35% (lavanpassat)	Gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk)
T 10	0,7	0,7	0,1
T 11	1,2	1,6	0,9
T 12	2,0	2,3	1,1
T 13	2,3	2,7	1,2
T 14	2,4	2,9	1,7
T 15	2,7	3,0	1,9
T 16	2,6	3,0	2,0
T 17	2,8	3,0	2,0
T 18	3,0	3,0	2,1

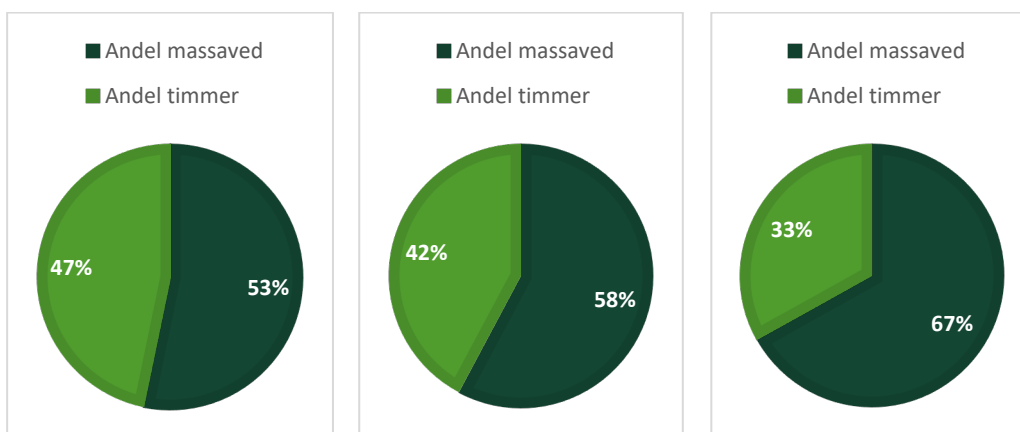
Kostnaderna för gallring respektive slutavverkning per m³sk i medeltal visade sig vara lägre i det lavanpassade skogsbruket jämfört med det vanliga skogsbruket men skillnaden är liten, se Tabell 6. I denna beräkning tar Heureka inte hänsyn till flyttkostnaden för maskinerna.

Tabell 6. Kostnader och nettointäkter per m³sk angivet i SEK för respektive skötselalternativ vid gallring och slutavverkning i medeltal för samtliga ståndortsindex.

Table 6. Average costs and net revenue per m³sk in SEK for respective management at thinning and final felling distributed over siteindex.

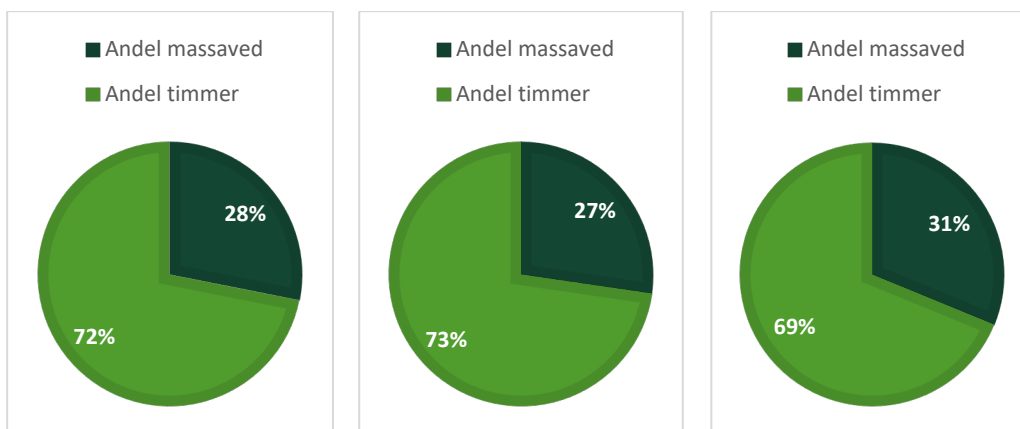
Skötselalternativ	Slutavverkning, kr per m ³ sk		Gallring, kr per m ³ sk	
	Kostnad	Netto	Kostnad	Netto
Gallringstyrka 38 % (lavanpassat)	80	341	180	154
Gallringsstyrka 35 % (lavanpassat)	90	337	169	182
Gallringsstyrka 28% (lavanpassat)	90	311	190	136

Fördelningen mellan timmer och massaved för respektive åtgärd i medeltal fördelat på alla ståndortsindex (SI). För de olika alternativen var det en viss skillnad i när det gäller andel timmer och massaved. Vid gallring respektive slutavverkning gav de lavanpassade alternativen alltid högre timmerandelar jämfört med dagens skogsbruk, se Figur 7 och 8.



Figur 7. Fördelning mellan massaved och timmer vid gallring för samtliga alternativ (vänster gallringsstyrka 38% (lavanpassat), mitten gallringsstyrka 35% (lavanpassat), höger gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk).

Figure 7. Distributions on assortments of pulpwood and timber when thinning for all alternatives left thinning grade 38% (lichen adapted), middle thinning grade 35% (lichen adapted), right thinning grade 28% (today's forestry).

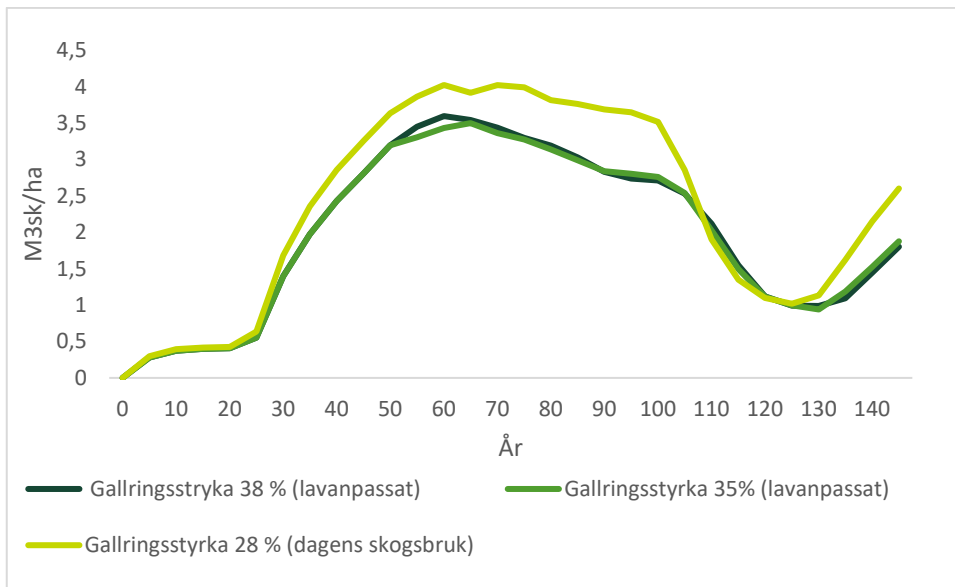


Figur 8. Fördelning mellan massaved och timmer vid slutavverkning för samtliga alternativ vänster gallringsstyrka 38% (lavanpassat), mitten gallringsstyrka 35% (lavanpassat), höger gallringsstyrka 28% (dagens skogsbruk).

Figure 8. Distributions on assortments of pulpwood and timber at final felling for all alternatives left thinning grade 38% (lichen adapted), middle thinning grade 35% (lichen adapted), right thinning grade 28% (today's forestry).

Medeltillväxten under perioderna skiljde sig inte nämnvärt åt för de lavanpassade alternativen, tillväxten är baserad på ett medeltal för samtliga ståndortsindex (SI). Däremot så blir det en skillnad mellan det lavanpassade och dagens skogsbruk, där skillnaden i den löpande tillväxten är som störst vid 90 års ålder, se Figur 9. Kurvan fortsätter sedan uppåt eftersom det är en blandning mellan slutavverkade skogar

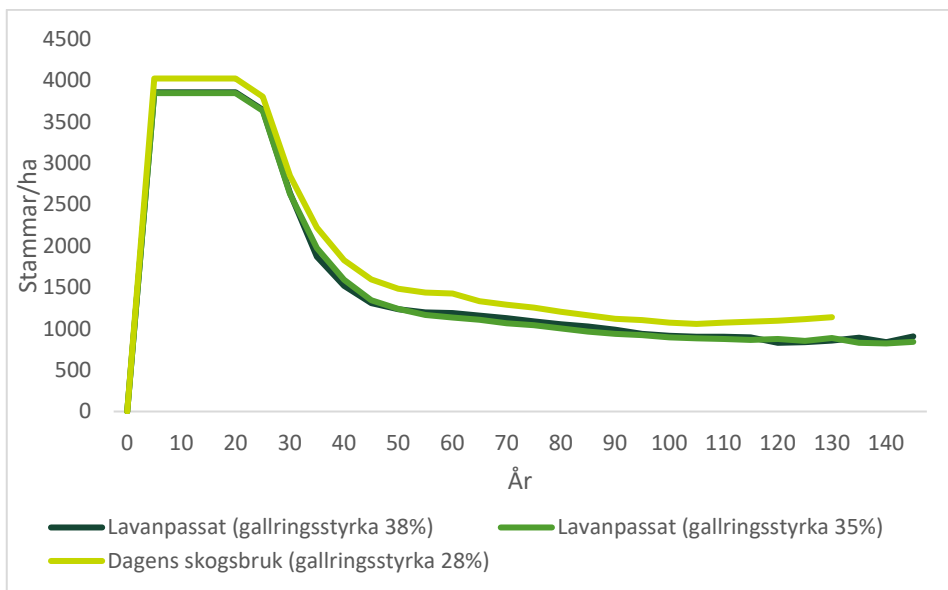
och inte slutavverkade skogar på slutat av grafen då Heureka optimerar avverkningen vid olika åldrar.



Figur 9. Löpande tillväxt i medeltal för samtliga ståndortsindex (SI) i m3sk/ha och år för skötselalternativen.

Figure 9. Current annual increment in average for every site index in m3sk/ha and year for every management.

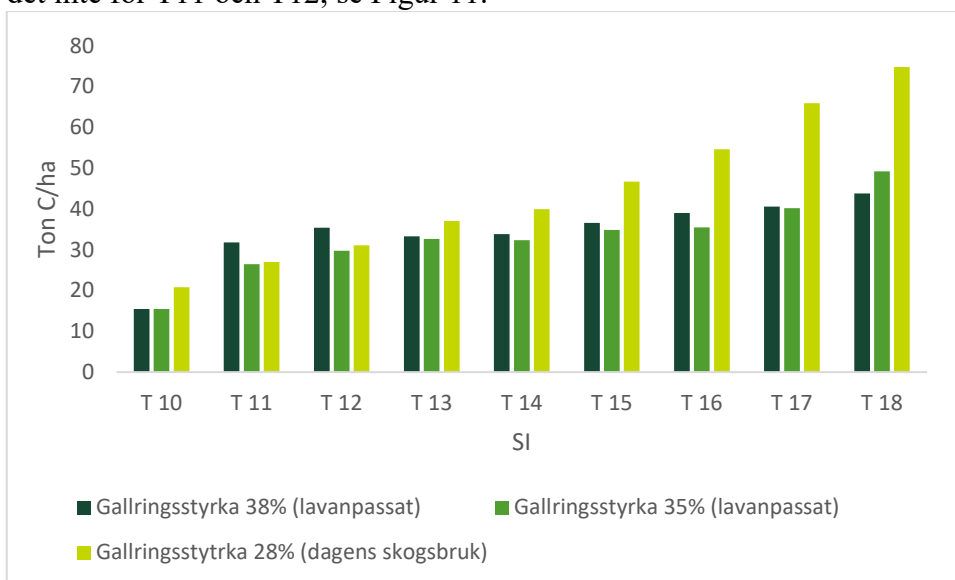
Stammantalet varierade en del och stamantalet blev högre i dagens skogsbruk däremot är det mer stammar kvar vid slutavverkning för de lägsta ståndortsindexen SI T10-T12. Variationen i stammantal var relativt liten mellan de två olika lavanpassade alternativen, dock var det märkbar skillnad mellan dagens skogsbruk och de lavanpassade alternativen där antalet stammar under omloppstiden var betydligt högre, se Figur 10, för skillnad mellan olika boniteter för skötselalternativen se Bilaga 3.



Figur 10. Antal stammar under omloppstiden med de olika skötselmetoderna.

Figure 10. Number of stems during the cycle for every management method.

Mängden kol (t/ha) som skogen har ackumulerat under 100 år vilket motsvarar 20 perioder. Diagrammet baseras på hur mycket kol som står bundet i skogen vid 100 år samt hur mycket kol som tagits ut i avverkningar och gallringar. Generellt sett ackumulerar dagens skogsbruk mer kol än de lavanpassade alternativen dock gällde det inte för T11 och T12, se Figur 11.



Figur 11. Bunden mängd kol för samtliga SI i medeltal under 100 år.

Figure 11. Average amount of carbon storage for each SI for 100 years.

4. Diskussion

Att det lavanpassade skogsbruksalternativet har effekter på ekonomi, tillväxt, kollagring och virkesförråd är tydligt jämfört med dagens alternativ. Resultatet visade att det i medeltal skulle behövas en ytterligare gallring per omloppstid för de lavanpassade alternativen för att hålla grundytan under 18 m² i bestånden, dvs hålla skogen tillräckligt gles för att lav ska kunna finnas. För SI > 14 så behövdes det även fler gallringar generellt sett för att hålla en lägre grundyta. Med en gallringsstyrka på 35 % i medeltal räckte det inte med 3 gallringar per omloppstid för att grundytan skulle understiga 18 m² under hela omloppstiden. Det innebär att hårdare gallringar måste göras för att det inte ska bli fler än 3 gallringar under omloppstiden.

För det areaviktade nuvärdet blev det en viss skillnad. Skillnaden beror antagligen på att nuvärdena över lag är högre för de högre SI T14-T18. Tillsammans med högre nuvärden och större andel areal av de SI kommer de nuvärdena väga tyngre vilket således medför ett högre areaviktat nuvärde.

I denna studie användes 2 % ränta som avkastningskrav. Hade avkastningskravet varit lägre hade det inneburit längre omloppstider (Ekvall & Bostedt 2009) vilket i sin tur medfört att fler än 3 st gallringar per omloppstid måste göras för att hålla grundytan under 18 på de ståndortsindex som det krävde 3 gallringar med förräntningskrav på 2 %. Vid ett högre avkastningskrav kan man i stället vänta sig en kortare omloppstid (Ekvall & Bostedt 2009). Kortare omloppstider borde medföra lägre volymer vid avverkningar samt att det inte kommer krävas lika många gallringar vilket medför en lägre andel timmer.

I denna analys gjordes endast en röjning innan gallring för samtliga boniteteter vilket kan anses vara för lite ur ett lavperspektiv. I själva verket kan vara så att renskötseln vill att markägarna ska göra flera röjningar en tidig och en senare för att skapa glesare bestånd där det är lättare att driva igenom renarna (Eriksson & Moen 2008). I studien bestämdes antalet stammar efter röjning till 1500 st/ha samt att det skulle röjas en gång under omloppstiden, detta på grund att Heureka inte är anpassat för flera röjningar och därför uteslöts även det. Som sagt så är det inte något som denna studie tagit hänsyn till men det bör beaktas då det påverkar

nuvärdet som blir lägre med ytterligare en investeringskostnad i form av fler röjningar. Anledningen till att de flesta markägare väljer att röja endast en gång beror ofta på att det finns ett hårt betestryck i området vilket gör att träden ska nå betessäker höjd innan röjning (Pettersson et al 2007). Det blir sedan inte aktuellt med en ytterligare röjning innan första gallring.

De svagare markerna med $SI < 14$ hade generellt sett ett högre nuvärde med de lavanpassade alternativen. En viktig anledning till detta är att det inte behövs en lika stor investeringskostnad i början av omloppstiden då det planteras färre plantor per hektar. För de högre ståndorterna $SI > 14$ där alternativet dagens skogsbruk ger högst nettovärdet hade skillnaderna antagligen blivit större om Heureka hade beaktat flyttkostnaden för maskinerna vid gallring och avverkning. Utöver det är det endast en extra gallring som måste göras för att hålla grundytan under 18.

I storskogsbruket går det att samordna med maskinerna för en kostnadseffektiv maskinflytt till skillnad från de privata som oftast inte har samma möjlighet. Enligt Skogsstyrelsens statistikdatabas är medelhygget i Norrland mellan år 2018-2021 4,6 hektar. Att flytta ett maskingrupper beror förstås på en mängd olika faktorer som avstånd och hur flytten görs. Enligt information från forskaren Lars Eliasson¹ kan en schablonmässig kostnad på 5000 kr per skördare eller skotare användas som underlag för beräkning av flyttkostnad per m^3sk . Flyttkostnaden kan skilja sig åt en del vilket beror på hur långt de måste flytta. Flyttkostnaden i medeltal vid en gallring med denna schablon blir då ca 50 kr per m^3sk för en gallringsstyrka på 38%, ca 58 kr per m^3sk vid gallringsstyrka 35 % och för det vanliga skogsbruket med en gallringsstyrka på 28% blir flyttkostnaden ca 56 kr per m^3sk .

Virkesförrådet vid slutavverkning skiljde sig en hel del mellan de olika alternativen och det gick att urskilja en trend i att det var högre för det vanliga skogsbruket för i stort sett alla ståndortsindex förutom på T10. Skillnaden blev även större för de högre ståndortsindexen. Flyttkostnaderna för slutavverkning med samma schablonmässiga kostnad som för gallring blev 16 kr per m^3sk för gallringsstyrka 38 %, 14 kr per m^3sk för gallringsstyrka 35% och för det vanliga skogsbruket var det 10 kr per m^3sk . Skillnaderna i flyttkostnad per m^3sk var som väntat inte så hög. Dock krävdes det ofta en extra gallring vilket leder till att det sanna nuvärdet bör vara något lägre för det lavanpassade skogsbruket. Skillnaden i nettointäkter per m^3sk för gallring och slutavverkning blir mindre om man lägger till flyttkostnaden. Det lavanpassade skogsbruket hade för samtliga alternativ högre nettointäkter för gallring samt slutavverkning. Detta beror troligtvis på att timmerandelen rent generellt var högre för det lavanpassade skogsbruket vilket i dagsläget har ett högre värde jämfört med massaveden. Vid en skiftning till högre priser på massaveden

¹ Eliasson, Lars. Skogforsk. Mailkontakt 2023-04-14.

jämfört med sågtimmer skulle nettointäkterna för det lavanpassade skogsbruket i stället bli lägre än nettointäkterna från det vanliga skogsbruket som har en högre andel massaved.

Analyserar man mängden kol som de olika alternativen har ackumulerat under en 100års-period kan man se att det lavanpassade skogsbruket generellt binder mindre kol än det vanliga skogsbruket. Detta antas bero på att skogen hålls glesare från början vid ett lavanpassat skogsbruk vilket gör att markens produktionsförmåga inte nyttjas fullt ut som i det vanliga skogsbruket. Den löpande tillväxten är också lägre i medeltal för de lavanpassade alternativen vilket också avspeglas i hur stor mängd kol som binds in. Däremot är produkter som kommer från sågade trävarorna mer långlivade än de produkter som görs av massaved. För de långlivade kolprodukterna, som timmer, brukar en halveringstid på 35 år användas och för de andra produkterna, exempelvis papper och kartong, brukar en halveringstid på 2 år användas (Rummukainen 2021). Det innebär att även om det lavanpassade skogsbruket har en mindre kolackumuleringsförmåga så kommer kolet att kunna lagras längre om det används som timmer i ett hus i stället för i papper som i medeltal har en kortare halveringstid innan det återgår till kretsloppet. Om detta tas i beaktning är den totala lagringen av kol antagligen inte lika stor som resultatet visat.

4.1 Metoddiskussion

Valet att börja med kalavverkade ytor grundar sig i att redan från start börja med ett lavanpassat skogsbruk med färre plantor, skonsammare markberedningar och hårdare röjningar för att gynna marklaven. Att röja lite hårdare bedöms inte påverka kostnaderna nämnvärt och likaså en skonsammare markberedning med mindre markpåverkan och färre planteringspunkter. Analys från start grundar sig också i att under en hel omloppstid analysera hur ett marklavsanpassat skogsbruk påverkar nuvärde, tillväxt, kostnader och intäkter. Ett alternativ hade varit att börja från röjning och därefter analysera resterande omloppstid. Valet att utesluta det alternativet grundar sig i att inte röja bort en stor mängd förädlade plantor då det inte är särskilt lönsamt att plantera plantor som ändå kommer att röjas bort. Dock kan det i vara så att det i vissa områden behövs mer plantor planterade för att lyckas erhålla en föryngring med 1500 plant då det kan vara på trakter som är hårt betade. Detta syns speciellt på de lägre ståndortsindexen där det lavanpassade skogsbruket har högre nuvärden då investeringskostnaden i början för plantering är lägre jämfört med det vanliga skogsbruket.

En annan anledning till att det att studien utgick från kalmare var att i dagens täta ungskogar kan det efter en hård markberedning var ont om lav och en återetablering

av marklaven tar lång tid. Däremot finns det inget som hindrar från att använda ett mer marklavanpassat skogsbruk i redan etablerade bestånd även om denna studie inte baserar sig på det.

Att enbart föryngringsmetoden plantering analyserats grundar sig i att det är den idag helt dominerande metod för föryngring på de flesta markerna inom renskötselområdet (Skogsstyrelsen u.å). En naturlig föryngring ger oftast ett högre nuvärde i Heureka då det inte medför får någon föryngringskostnad jämfört med plantering, dock räknar inte programmet med flyttkostnaden för avverkning av fröträd vilket normalt är en dyr åtgärd per m³sk. Med en naturlig föryngring tar det oftast längre tid för skogen att växa in i gallringsfasen och generellt sett tappas 2-10 år av höjdtillväxt (Karlsson et al 2017). Detta skulle kunna påverka laven och renskötseln negativt då det under en lång tid är en tät ungskog vilket kan leda till en degradering av marklaven med en naturlig föryngringsmetod. Plantantalet bör vara högre vid ett glesskogsbruk med en naturlig föryngring, dock kan man med fördel påverka stamantalet när röjning görs. En nackdel med att röja väldigt täta ungskogar kan vara är att det blir mycket ris som lägger sig på marken och beskuggar laven. Ytterligare risk med att använda sig av naturlig föryngring är att det medför en risk att fröträden blåser ut och virket kan då inte tas till vara på.

Gallringsformen som användes i denna studie var en likformig gallring vilket innebär en gallringskvot runt 1. Hade studien använt en låggallring skulle de mindre träden tas bort och det i sin tur hade då blivit kostsammare per m³sk att gallra. Jämförs kostnaderna för en höggallring kommer det inte att bli lägre kostnader per m³sk då det blir mer volym per träd i medeltal. Ljusinsläppet bör i stort sett vara detsamma förutom att det vid en höggallring försvinner större träd med större kronor och vid en låggallring försvinner mindre träd och dess stammar och kronor som skuggar. Gallringsformen borde påverka ljusinsläppet marginellt men däremot påverkas nettointäkter och kostnader vid de olika formerna. Huruvida det finns forskning om vilken gallringsform som är bäst och har högst ljusinsläpp var svårt att hitta studier på och det är inget som är undersökt i denna analys, men det kan vara något som bör studeras vidare.

För skogsindustrin innebär det lavanpassade skogsbruket inte några direkta omställningar som förändrar själva skogsskötseln drastiskt. Det kräver till exempel inga nya maskiner och aggregat för att gynna marklaven. Detta sätt att bruka skogen på går att göra med de maskiner som används i skogsbruket idag. Den enda skillnaden är att åtgärderna måste göras skonsammare och oftare för att skapa ljusare bestånd som laven gynnas av.

4.2 Felkällor

Framskrivningar med femårsintervall i Heureka

I Heureka Plavis kan programmet bara simulera åtgärder periodvis, dvs vart 5:e år. När då programmet fattar beslut om olika åtgärder delas de upp på femårsperioder. I vissa skötselprogram överstiger grundytan den maximala grundvilken kan bero på dessa perioder. Grundytan kan vara nära 17 och inte 18 som angett och 5 år senare är grundytan över 18 och programmet gallrar då.

Inventeringsfel av SI på provytorna

Inventeringsytorna som ligger till grund för denna analys är insamlade manuellt av riksskogstaxeringens inventerare. Manuell insamling av data är alltid en felkälla då det lätt kan uppstå mätfel beroende på exempelvis mänskliga faktorn eller genom att mätutrustningen är felkalibrerad. Dock är det inte lika många parametrar som mäts manuellt vid de kalavverkade ytorna som vid de skogsbetäckta vilket medför en lägre sannolikhet att mätfel uppstått. Däremot så måste inventerarna bestämma ståndortsindex manuellt för ytorna vilket ibland kan över- eller underskattas. Med felmätta ståndortsindex på ytorna stämmer inte de övriga parametrarna för ytorna och programmet räknar fel. Det kan leda till högre nuvärden än vad det egentligen skulle blivit i ett visst bestånd. Ett annat alternativ är att vissa ytor som egentligen inte skulle ingått i analysen ändå är med, där den största risken finns vid den övre och nedre gränsen.

Ekonomiska analyser

Denna analys bygger endast på dagens virkespriser och kostnader för skogsbruket. I framtiden vet vi inte vad det kommer att kosta att avverka eller vad virkespriserna för timmer och massaved kommer att vara i dessa områden. Kostnaderna för att avverka kan antas vara ganska jämn medan virkespriset kan svänga mer beroende på omvärldssituationen ser ut. Den variation och osäkerhet i hur priset ser ut i framtiden kan komma att påverka nuvärdena och om det är lönsamt med vissa skötselgrepp i skogen eller inte. Exempelvis om prisrelationen ändras mellan timmer och massaved.

Trädens rumsliga fördelning

Grundytan är ett skogligt mått som används för att ange hur många m² per ha som arean av stamtvärsnittet i brösthöjd har. Detta är ett bra mått för hur tät ett bestånd är. I denna analys kan man anta att bestånden är homogena, dvs variationen av grundytan varierar inte så mycket beroende på var du mäter i bestånden. Dock kan det i verkligheten vara tätare på ett ställe jämfört med ett annat ställe där grundytan är betydligt lägre. Det betyder att även om grundytan är 18 i beståndet medeltal så kan det finnas fläckar där det finns mer optimala partier för marklaven

att växa och etablera sig på och det på andra ställen inte alls hade fungerat. Detta kan användas som ett argument från skogsnäringsen att det även i de tätare bestånden alltid finns glesare partier där det sannolikt kan etablera sig marklav. Utifrån ett renskötselsperspektiv kan det antas vara bättre med mer jämn fördelad grundytta över beståndet vilket i sin tur bör medföra att de erhåller större sammanhängande betesområden med god tillgång på marklav i hela bestånden. I Norrland där det kan vara väldigt stora sammanhängande bestånd är det extra viktigt att laven är jämnt fördelad för att betet inte ska bli ett fragmenterat beteslandskap.

Det pågår ett projekt i Gällivare vid Dundret som bedrivs av projektledare Dan Bergström på SLU. I projektet kommer han och forskare studera hur marklaven påverkas om den kommande skogen planterades i täta kluster för att skapa ljusa korridorer mellan fläckarna. Lägre fram i projektet kommer de även att försöka att så in lav mellan trädgrupperna.

Något kort omloppstid i enstaka fall

Skogen skrevs fram i 150 år vilket motsvarar 30 perioder i Heureka. På de svagaste ståndortsindexen, främst T10 och T11, hann programmet inte föreslå en avverkning på alla ytor under perioden. Dock gjordes bedömningen att det fanns tillräckligt med alternativ som hann slutavverkas att det skulle räcka med dessa 30 perioder för att erhålla tillräckligt med data för analysen.

4.3 Slutsats

På de flesta marker med dessa ståndorter tjänar man inte särskilt mycket mer genom att bruka skogen med alternativet dagens skogsbruk. På de svagaste ståndortsindexen kan det till och med vara mer fördelaktigt med ett lavanpassat alternativ då det ger högre nuvärdet till följd av lägre investeringskostnader. Däremot visar en jämförelse av det areaviktade nuvärdet för de olika alternativen att det finns en skillnad mellan de lavanpassade alternativen och dagens skogsbruk. Skillnaden var som störst för gallringsstyrka 35% där man erhåller ut 81 % av det areaviktade nuvärdet jämfört med dagens skogsbruk. För gallringsstyrka 38% fick man ut 86% av det areaviktade nuvärdet jämfört med dagens skogsbruk.

Att bedriva ett lavanpassat skogsbruk kräver dessutom inga nya aggregat eller maskiner för att vidta hänsynsåtgärder som är lagstadgade för större markägare. Däremot är det en viss skillnad i virkesproduktion och kolinbinding för de olika skötselalternativen där det vanliga skogsbruket uppnår högre resultat jämfört med det lavanpassade. Skogsbolagen är dock skyldiga enligt lag att inte påverka och orsaka skada för samerna och deras betesmarker varpå ett lavanpassat skogsbruk

kan vara en möjlig lösning för parterna att minska konflikterna om skogen (Miljöbalk 1998:808). Brukas dessa ståndorter som generellt har mycket marklav med ett lavanpassat skogsbruk visas hänsyn till samerna samtidigt som de svenska skogsindustrierna förses med virke.

Tack

Jag vill först och främst tacka Torgny Lind på institutionen skoglig resurshushållning som har varit min handledare och stöttat mig under detta examensarbete som omfattade 30 högskolepoäng. Torgny varit till stor hjälp och bidragit till bra diskussioner samt hjälpt till under arbetets gång i Heureka.

Jag vill även rikta ett tack till min sambo Hannah som stöttat när det varit svårt att hitta motivation för uppsatsen.

Jag vill rikta ett stort tack till er!

Referenser

- Axelsson, L., & Östlund, L. Skogen förr och nu -landskapsekologi i ett historiskt perspektiv. (1997). Fakta skog nr 7. Sverigeslantbruksuniversiet . skogen-forr-och-nu---fakta-skog.pdf (slu.se)
- Albreksson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., & Valinger, E. (2012). Skogsskötselns grunder och samband. Skogsskötsel serien 1. Skogsstyrelsen. Skogsskötselns grunder och samband (skogsstyrelsen.se)
- Agestam, E. (2015). Gallring. Skogsskötsel serien 7. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-7-gallring.pdf>
- Berg, A., Östlund, L., Moen, J., & Olofsson, J. (2008). A century of logging and forestry in a reindeer herding area in northern Sweden. *Forest Ecology and management*. Vol 256. Page 1009-1020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.06.003>
- Bergh, J., & Ståhl, P. (2013). Produktionshöjande åtgärder. *Skogsskötselserien nr 16*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-16-produktionshojande-atgarder.pdf>
- Carlsson, L., & Boström, M. (2014). Skog och ren. [skog-och-ren-2014.pdf \(skogsstyrelsen.se\)](#) [2023-05-01]
- Cedergren, J. (2008). Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Jönköping: Skogsstyrelsen. <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art77/4645977-aebb08-1561.pdf>
- Ekvall, H., & Bostedt, G. (2009). Skogsskötselns ekonomi. *Skogsskötselserien nr 18*. Skogsstyrelsen.
- Eriksson, A., Bergqvist, J., Nilsson, C., Paulusson, J., Pettersson, J., Roberge, J. (2022). Skogsliga konsekvensanalyser 2022- Skogens utveckling och brukande. *Rapport 2022/09*. Skogsstyrelsen.
- Eriksson, O., Raunistola, T. (1990). Impact of soil scarification on reindeer pastures. *Rangifer*. Special issue. NO. 3. 1990:99-106. [View of Impact of soil scarification on reindeer pastures \(uit.no\)](#)
- Eriksson, Å., & Moen, J. (2008). Effekter av skogsbruk på rennäringen. Jönköping: Skogsstyrelsen. Rapport 18: 2008. [Rapport/meddelande \(skogsstyrelsen.se\)](#)
- 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* vol. 48 no. 3 article id 1095. <https://doi.org/10.14214/sf.1095>
- Jonsson Čabrajič, A.V., Moen, J., & Palmqvist, K. (2010). Predicting growth of mat-forming lichens on a landscape scale – comparing models with different complexities. *Ecography* 33:949–960. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1600-0587.2009.06079.x>
- Jonsson, R., Jönsson, P., Manner, J., Björnheden, R., & lundström, H. (2016) Prestation och kostnader för drivaren Komatsu X19 och tvåmaskinsystem med Komatsu 941 och 895 i grov slutavverkning. *Arbetsrapport från skogforsk. Nr 912*. https://www.skogforsk.se/cd_20190114162540/contentassets/865ef5d127b14965b64a641b480a5e9c/prestation-och-kostnader-for-drivaren-komatsu-x19-och-tvamaskinsystem-med-komatsu-941-och-895-i-grov-slutavverkning-arbetsrapport-912-2016.pdf
- Karlsson, A., & Costenius, T. (2005) Rennäringen i Sverige. 5:e upplagan. Jordbruksverket. [Rennäringen i Sverige - PDF Gratis nedladdning \(docplayer.se\)](https://www.jordbruksverket.se/publiserat/rapporter/rennaringen-i-sverige) [2023-05-01]
- Karlsson, C., Sikström, U., Örlander, G., Hannerz, M., Hånell, B., & Fries, C. (2017). Naturlig förnygring av tall och gran. Skogsskötselserien. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotselserien-04-naturlig-foryngring-av-tall-och-gran-2017.pdf>
- Kellner, O. (1993). Effects on Associated Flora of Sylvicultural Nitrogen Fertilization Repeated at Long Intervals. *Journal of Applied Ecology*, 30(3), 563–574. <https://doi.org/10.2307/2404195>
- Kojola, I., Niskanen, M., & Aikio, P. (1995) Effects of lichen biomass on winter diet, body mass and reproduction of semi-domesticated reindeer Rangifer t. tarandus in Finland. *Wildlife Biology*, 1(1):33-38 (1995). DOI: <https://doi.org/10.2981/wlb.1995.007>
- Kumpula, J., Colpaert., & Niemi. 1998. Reproduction and productivity of semidomesticated reindeer in northern Finland. *Can. J. Zool.* 76(2): 269-277. DOI: [10.1139/z97-191](https://doi.org/10.1139/z97-191)
- Lantmäteriet. (2021). Riktlinjer för skogsvärdering vid användning av Beståndsmetoden. <https://www.lantmateriet.se/contentassets/735baf7f116b449297aa478f5fcaab06/riktlinjer-for-skogsvardering-2021.pdf> [2023-05-01]
- Lämås, T., Sängstuvall, L., Öhman, K., Lundström, J., Årevall, J., Holmström, h., Nilsson, L., Mordström, E., Wikberg, P., Wikström, P & Eggers, J. (2023) The multi-faced Swedish Heureka forest decision support system: context, functionality, design, and 10 years experiences of its use. doi.org/10.3389/ffgc.2023.1163105
- Makkonen, S., Hurri, R. S. K. & Hyvärinen, M. 2007. Differential responses of lichen symbionts to enhanced nitrogen and phosphorus availability: an

- experiment with *Cladina stellaris*. *Annals of Botany*. 99: 877-884.
DOI: [10.1093/aob/mcm042](https://doi.org/10.1093/aob/mcm042)
- Miljöbalk. (1998). SFS 2022:1799. Stockholm.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808
- Nilsson, M., & Wardle, D. (2005) Understory vegetation as a forest ecosystem driver: evidence from the northern Swedish boreal forest. *Front Ecol Environ* 2005; 3(8): 421–428. [Oct cover-1.qxd \(slu.se\)](https://www.slu.se/om-slu/publikationer/cover-1-qxd)
- Nilsson, P., Roberge, C., & Fridman, J. (2021). Skogsdata 2021-Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från SLU riksskogstaxeringen. Umeå: SLU. [skogsdata_2021_webb.pdf \(slu.se\)](https://www.slu.se/om-slu/publikationer/skogsdata-2021-webb.pdf)
- Olsson, B., & Staaf, H. (1995). Influence of Harvesting Intensity of Logging Residues on Ground Vegetation in Coniferous Forests. *Journal of Applied Ecology*. Vol 32(3):640. DOI:[10.2307/2404659](https://doi.org/10.2307/2404659)
- Pettersson, N., Fahlvik, N., & Karlsson, A. (2012). Røjning. Skogsstyrelsen . *Skogsskötselserien nr 6*. [Røjning \(skogsstyrelsen.se\)](https://www.skogsstyrelsen.se/om-slu/publikationer/rojning)
- Regeringsform (1974). SFS nr: 1974:152. Stockholm.
https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/kungorelse-1974152-om-beslutad-ny-regeringsform_sfs-1974-152
- Rennäringslag. (1971). SFS 2018:364. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/rennaringslag-1971437_sfs-1971-437
- Roturier, S. (2010). Markberedning på vinterbetesland- Hur ska renlaven skötas? *Fakta skog nr 6*. [95847 \(sametinget.se\)](https://www.sametinget.se/om-slu/publikationer/fakta-skog-nr-6) [2023-07-02]
- Rummukainen, M. (2021) Skogens klimatnyttor – en balansakt i prioritering (utökad utgåva). *CEC Rapport Nr 6. Centrum för miljö- och klimatvetenskap, Lunds universitet*.
<https://www.cec.lu.se/sv/sites/cec.lu.se/sv/files/2021-04/Web%20Skogens%20klimatnyttor.pdf>
- Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L., & Borchert, N (2016). On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio Journal of the Human Environment*.
DOI:[10.1007/s13280-015-0759-0](https://doi.org/10.1007/s13280-015-0759-0)
- Sametinget. (2022). Företagsstruktur. [Företagsstruktur - Sametinget](https://www.sametinget.se/om-slu/publikationer/foretagsstruktur) [2023-05-01]
- Sirpa, R., Hortskotte, T., Turunen, M., Landauer, M., Löf, A., Lehtonen, I., Rosqvist, G., Holand, Ø. (2022). Reindeer husbandry and climate change challenges for adaptation. *Reindeer husbandry and global environmental change*.
[http://doi.org/10.4324/9781003118565-8](https://doi.org/10.4324/9781003118565-8)
- Skogforsk. (2022). Skogsbrukets kostnader och intäkter 2021. <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2022/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2021/> [2023-07-02]

- Skogsindustrierna. (2022). Skogsnäringens betydelse för välfärden. [skogsnaringens-betydelse-for-valfarden-aug-2022.pdf](https://www.skogsindustrierna.se/skogsnaringens-betydelse-for-valfarden-aug-2022.pdf) ([skogsindustrierna.se](https://www.skogsindustrierna.se)) [2023-05-01]
- Skogskunskap. (2019). Vilka bestånd passar för grotuttag? <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/skorda-skogsbransle/grenar-och-toppar/vilka-bestand-passar-for-grotuttag/> [2023-05-01]
- Skogskunskap. (2020). Föryngringsmetoder. <https://www.skogskunskap.se/aga-skog/skogsbrukets-grunder/foryngring/olika-foryngringsmetoder/> [2023-05-01]
- Skogsstyrelsen. (2022) Skogsvårdslagstiftningen gällande regler 1 april 2022. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftningen-2022.pdf> [2023-05-01]
- Skogsstyrelsen. (2011). Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen. SKSFS 2011:7. Jönköping: Skogsstyrelsen. [Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen](https://www.skogsstyrelsen.se/foreskrifter-och-allmanna-rad-tilt-skogsvardslagen) [2023-05-01]
- Skogsstyrelsen. (u.å). Statistikdatabas- Återväxternas kvalitet 2018-2021. [01. Använd föryngringsmetod, som andel \(%\) av avverkad areal efter Föryngringsmetod. Hela landet, 2020/21.. PxWeb \(skogsstyrelsen.se\)](https://www.skogsstyrelsen.se/statistikdatabas/atervaxternas-kvalitet-2018-2021) [2023-05-01]
- Skogsvårdslag. (1979). Stockholm. SFS 2022:1273.
- Spribile, T., Resl, P., Stanton, D., & Tagirdzhanova, G. (2022) Evolutionary biology of lichen symbioses. *New phytologist*. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.18048>
- SSR. (2022). [Om renskötseln – Svenska Samernas Riksförbund \(sapmi.se\)](https://www.ssa.se/om-renskotseln-svenska-samernas-riksforbund) [2023-05-01]
- Sveaskog. (2022) Virkesprislista Norrbotten och Västerbotten NR 136 inland. <https://www.sveaskog.se/globalassets/skogsagare/2022/virkesprislista-nb-vb-inland-matris-2022-sep.pdf> [2023-05-01]
- Werndin, L. (2007). Effekter av gödsling i äldre tallbestånd på renbetesväxter i fält- och bottenskiikt. *Examensarbeten 2007:15*. https://stud.epsilon.slu.se/12037/1/werndin_1_171113.pdf
- Widmark, C. (2006). Forestry and reindeer husbandry in Sweden – the development of a land use conflict. *Rangifer*, 26 (2):43-54. DOI: [10.7557/2.26.2.187](https://doi.org/10.7557/2.26.2.187)
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, Ljusk Eriksson, O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klintebäck, F (2011). The Heureka forestry decision support system : an overview. *International journal of mathematical and computational forestry & natural-resource sciences*. 3 :2 , 87-95

Bilaga 1 Kostnader åtgärder i Heureka

Åtgärd	Kostnad²
<i>Markberedning, kr/ha</i>	2247
<i>Plantering, kr/ha</i>	5269
<i>Sådd, kr/ha</i>	5045
<i>Röjning, kr/ha</i>	2780
<i>G15-Timme Skördare föryngringsavverkning, kr/h</i>	1179
<i>G15-Timme Skotare föryngringsavverkning, kr/h</i>	1089
<i>G15-Timme Skördare gallring, kr/h</i>	1179
<i>G15-Timme Skotare gallring, kr/h</i>	1089

² (Skogforsk 2022)

Bilaga 2 Prislister

Prislista för massaved.

Avverkningsuppdrag (avverkning utförs av Sveaskog)
Grundpris per m³fub (vid väg)

	Prima	Sekunda	Utskott
Barrmassaved	410	410	410
Björkmassaved	410	410	410
Aspmassaved	330	330	330
Lövmassaved, övrig	250	250	250

(Sveaskog 2022)

Pris för talltimmer.

Grundpris kr/m³fub

I leverantörsbeskedet är timmervolymen omräknad till m³fub med hjälp av olika omräkningstal beroende på längd, dimension och kvalitet. För timmer med längden 46 dm blir det omräknade grundpriset cirka:

Diam (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300
Kvalitet 1	428	434	455	510	566	625	672	691	721	747	772	801	824	839
Kvalitet 2	365	374	465	503	569	613	642	650	663	568	573	578	579	544
Kvalitet 3	395	407	455	463	497	537	557	558	567	568	573	578	579	576
Kvalitet 4,8	333	343	378	378	407	425	433	443	439	442	445	449	449	445

(Sveaskog 2022)

Sågtimmer Gran

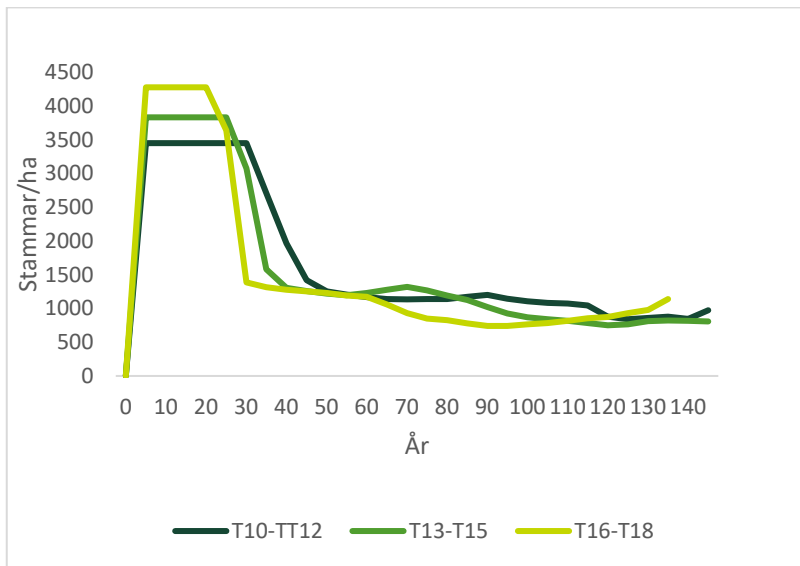
Grundpris kr/m³to

Prissättningsystem: Viol ID 1812-03

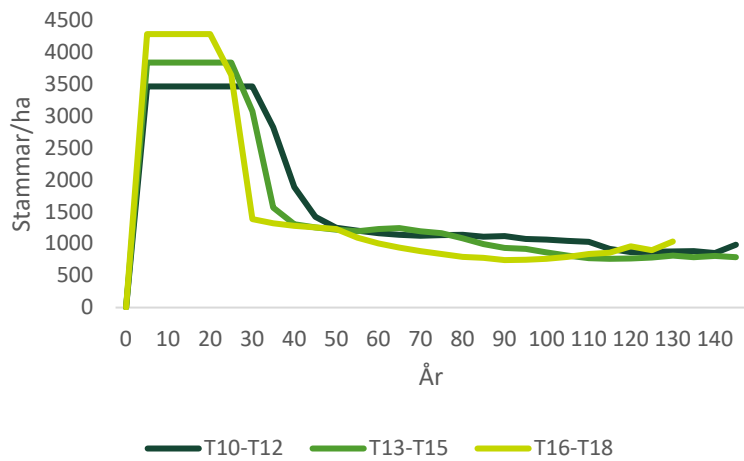
Diam (mm)	140	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300
Kvalitet 1	619	631	690	702	715	727	738	751	751	762	762	774
Kvalitet 2,8	522	522	569	581	581	594	594	605	605	605	617	617

(Sveaskog 2022)

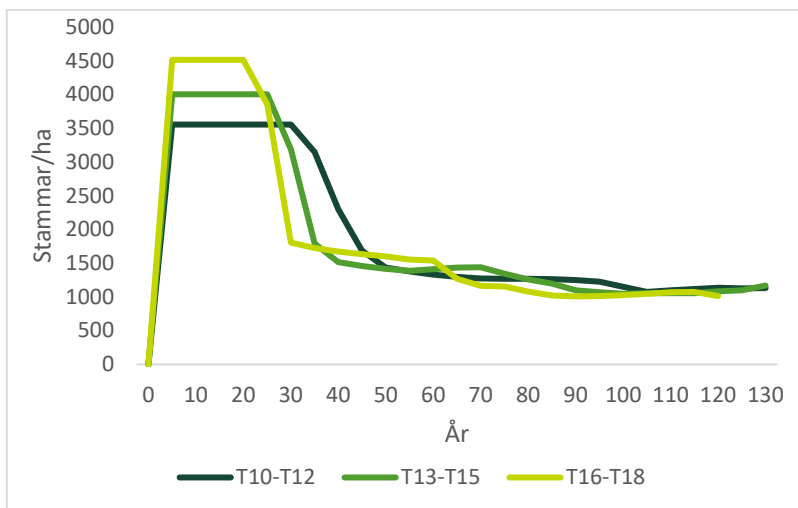
Bilaga 3 stamantal



Stamantal för lavanpassat (gallringsstyrka 38%)



Stamantal för lavanpassat (gallringsstyrka 35%)



Stamantal för dagens skogsbruk (gallringsstyrka 28%)

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.