

Klimatanpassning av södra Sveriges skogsbruk inför ett förändrat klimat

Studie över risker och skötselåtgärder för enskilda skogsägare i ett barrdominerat skogsbruk

FELICIA SVENSSON 2020
HANDLEDARE: YANN CLOUGH
MVEKO2 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP



Klimatanpassning av södra Sveriges skogsbruk inför ett förändrat klimat

Studie över risker och skötselåtgärder för
enskilda skogsägare i ett barrdominerat
skogsbruk

Felicia Svensson

2020

Bild framsida: Evgeni Evgeniev,
unsplash.com/@evgenievgenief



LUNDS
UNIVERSITET

Felicia Svensson

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Handledare: Yann Clough, CEC, Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning

Lunds universitet

Lund 2020

Abstract

Increased greenhouse gases in the atmosphere will have an extensive impact on Sweden's forests. These are an important natural resource, and they contribute with socially important functions such as ecosystem services and timber production. The purpose of the study is to synthesize existing knowledge about how climate change affects Swedish forests, which risks are increasing, and what forest management measures can be implemented to adapt to climate change.

The results show that a higher average temperature, uneven rainfall patterns and more extreme weather can be expected. The growing variation of precipitation increases both flooding and drought in the forests. Together with longer vegetation periods, this increases various risks, such as increased storm damage, pest outbreaks and root rot. The cost of these risks is expected to increase cumulatively throughout this century. Active choices of management measures that an individual forest owner can implement are among many others, the following: adapted choice of tree species, reduced or no thinning, shorter rotations lengths and sparse cultivation.

The results also suggest that there are further aspects to consider in this process. Biodiversity, value of recreation, a cost-effective process, location-specific measures, and the individual forest owner's knowledge and perception on climate change and climate adaptation are all fundamental aspects. In addition, policy instruments, such as financial incentives and advice, play an important role in the development of climate adaptation in forestry.

The conclusion is that climate adaptation of forestry must be normalized and implemented now, in order to avoid higher costs in the future forestry.

Nyckelord

Skogsförvaltning, klimatanpassning, skötselmetoder, risker, enskilda skogsägare, klimatförändringar

Innehållsförteckning

Abstract	5
Innehållsförteckning	7
Inledning	9
<i>Problemdefinition</i>	9
<i>Skogens betydelse för Sverige</i>	9
<i>Globala klimatscenarier</i>	10
<i>Sveriges klimatscenarier</i>	11
<i>Klimatanpassning</i>	13
<i>Syfte</i>	14
<i>Frågeställningar</i>	14
<i>Avgränsningar</i>	14
Metod	17
<i>Litteratursökning och urval</i>	17
<i>Etisk reflektion</i>	19
Resultat	21
<i>Klimatförändringarnas effekter på Sveriges skogar</i>	21
Modelleringsstudier	21
<i>Risker inom skogsbruket kopplade till klimatförändringarna</i>	22
Stormfällning	22
Granbarkborrar	23
Rotröta	23
Ekonomisk risk	24
<i>Klimatanpassning av skogsbruket</i>	25
Anpassat val av träarter	25
Odla glest	28
Minskad eller ingen gallring	30
Minskad omloppstid	32

Diskussion	35
<i>Inte bara monetära risker</i>	35
<i>Jämförelse mellan skötselåtgärderna</i>	36
Klimatzonsförflyttningen leder till anpassat val av trädarter	36
Platsbestämda åtgärder och kunskap om befintlig mark	37
<i>Ståndpunkter och styrmedel</i>	38
<i>Dagen skogsbruk orsakar problem</i>	39
<i>Klimatanpassning behövs nu</i>	39
<i>Framtida studier</i>	40
Slutsats	41
Tack	43
Referenser	45

Inledning

Problemdefinition

Skogen är en viktig del av Sveriges ekonomiska, sociala och ekologiska värden. Det är en viktig naturresurs och bidrar med samhällsviktiga funktioner som ekosystemtjänster och virkesproduktion (Eriksson, et al., 2019). Ökade växthusgaser i atmosfären kommer att ha en omfattande påverkan på Sveriges skogar (Eriksson, 2015a). En högre medeltemperatur, ojämna regnmönster och fler extremväder kan förväntas (SMHI, 2019a). Trädens långa livslängd gör att skogarna inte anpassas snabbt till ett förändrat klimat (Eriksson, 2018). Det förändrade klimatets påverkan på skogen bidrar med ökade risker, till exempel ökad stormfällning, skadedjursangrepp och rotröta (SMHI, 2019a). Skötseln av skogsbruket behöver anpassas i takt med att klimatförändringarna blir allt mer omfattande, för att upprätthålla en hållbar produktion (Eriksson, et al., 2019). Det svenska skogsbruket kan gynnas i ett framtida klimat, då en ökning av tillväxthastighet förväntas (Subramanian, et al., 2016). Den potentiella osäkerheten på grund av ökade riskfaktorer måste dock beaktas i samband med fördelarna (Subramanian, et al., 2016).

Skogens betydelse för Sverige

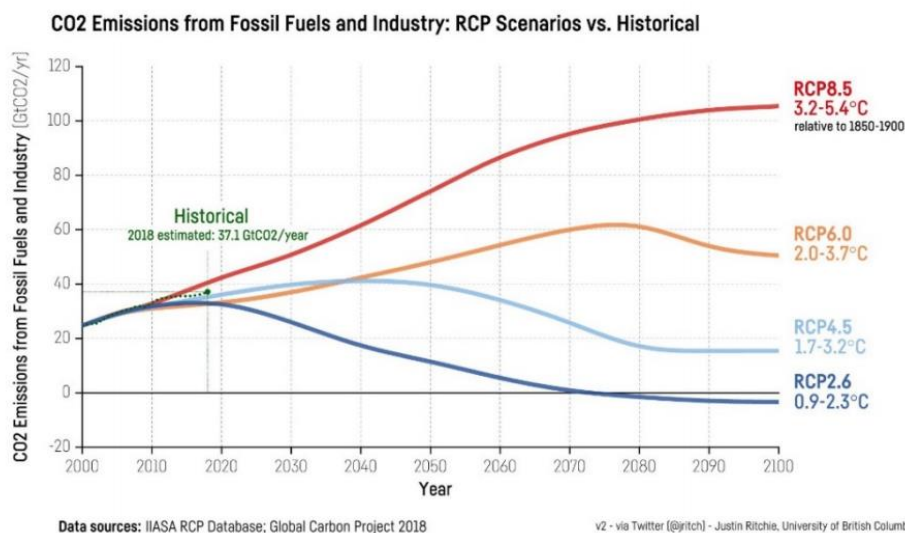
Sveriges stora barrbestånd levererar virke för ca 10 procent av landets exportvärde (Keskitalo, 2016). Ca 23,6 miljoner hektar av Sveriges yta består av produktiv skogsmark, vilket är ca 58 procent av den totala landarealen (Sveriges lantbruksuniversitet, 2020). Skogsförvaltning i Sverige är främst baserat på hyggesbruk av jämnåriga skogsmarker, som mestadels består utav barrträd (Felton, et al., 2010). Götalands skogar i södra Sverige domineras av barrträd, med 49 procent av den stående volym bestående av gran (*Picea abies*) och 28 procent bestående av tall (*Pinus sylvestris*) (Felton, et al., 2010). Resterande 23 procent består av lövträd (Felton, et al., 2010). Utan mänskligt ingripande skulle de nuvarande klimatförhållandena gynna lövträd i de centrala och västra delarna av Götaland, med granskog mer dominerande i de östra delarna (Felton, et al.,

2010). Den mänskliga verksamheten har förskjutit denna naturliga balans i ca 850 år, med en eskalerande förändring under de senaste 150 åren (Felton, et al., 2010). På grund av dagens utbredda förekomst av barrträd i Götaland har klimatförändringar, som kan utgöra ett potentiellt hot mot granens och tallens livskraft, börjat bli uppmärksammat och av särskilt intresse för de enskilda skogsägarna och förvaltarna (Felton, et al., 2010). De enskilda skogsägarna äger 48 procent av Sveriges produktiva skogsmark (Christiansen, 2018).

Globala klimatscenarier

De mänskliga effekterna på klimatsystemet är tydliga och utsläppen av växthusgaser är idag de högsta i historien (IPCC, 2014). Tvärtom påverkar klimatförändringarna även de mänskliga och naturliga systemen (IPCC, 2014). Jordens medeltemperatur beräknas stiga under 2000-talet i alla utvärderade utsläppsscenarioer (IPCC, 2014). Både värmevågor och skyfall inträffar oftare och ökar i intensitet (IPCC, 2014).

De olika klimatscenarierna RCP (Representative Concentration Pathways) demonstrerar hur växthuseffekten kommer förändras och förstärkas till år 2100, och vilka temperaturökningar som kan förväntas (fig. 1) (SMHI, 2018). Scenarierna är baserade på bland annat mängden koldioxidutsläpp och politiska beslut (SMHI, 2018). RCP 8.5 visar på ett koldioxidutsläpp som tredubblas till 2100, jämfört med idag. RCP 6.0 visar på minskning av koldioxidutsläppen vid 2060, och RCP 4.5 vid 2040 (SMHI, 2018). RCP beskriver en medelväg för de olika scenarierna (Eriksson, et al., 2016). RCP 2.6 baseras på att koldioxidutsläppen börjar minska nu (SMHI, 2018).



Figur 1. IPCCs fyra utvecklingsscenarier (RCP) om den globala utsläppsutvecklingen med de reala utsläppen fram till 2018 presenterad som en prickad linje. Källa: Eriksson, et al., 2019.

Sveriges klimatscenarier

Ökningen av medeltemperaturen visar sig vara större i de nordliga latituderna, i jämförelse med den globala (Eriksson, et al., 2016). Medeltemperaturen i Sverige, under perioden 1990-2010, har höjts med ca en grad jämfört med tidsperioden 1961-1990. Detta kan jämföras med den globala medeltemperaturen som höjts med ca en halv grad under samma period (Eriksson, et al., 2016).

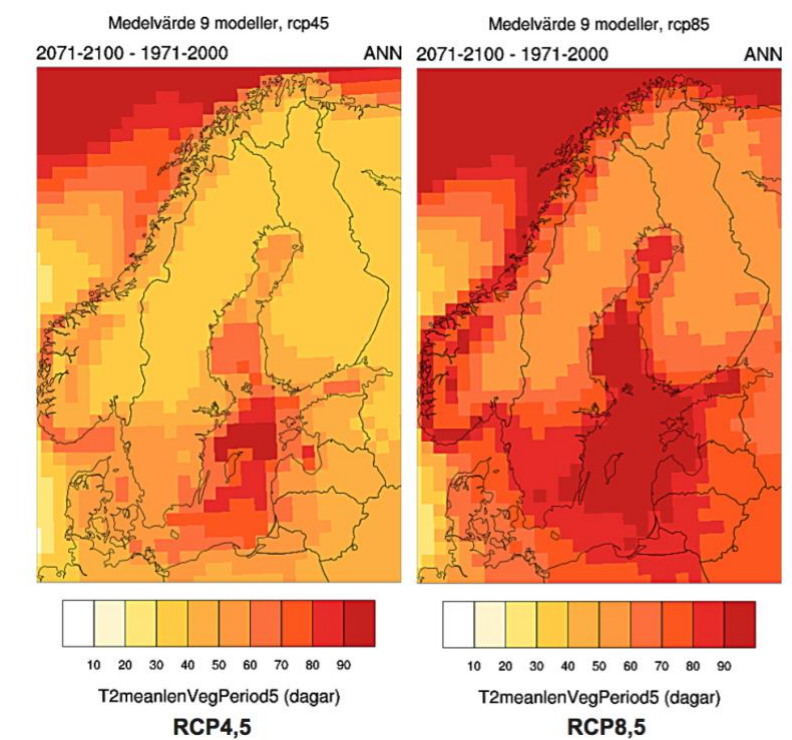
SMHI skriver att det sker en klimatzonsförflyttning norrut på ca en mil per år i Sverige (SMHI, 2019a). Enligt RCP 8.5 kommer en temperaturökning mellan 0,3 och 0,8 grader per årtionde att ske, som förskjuter de sydliga klimatzonerna i Sverige mer norrut (Eriksson, et al., 2016). I södra Sverige beräknas temperaturökningen att landa mellan 2 till 3 grader år 2100, enligt RCP 4.5 (Eriksson, et al., 2016). Det globala "tvågradersmålet" innefattar att vi borde följa RCP 2.6 för att hamna under gränsen. RCP 4.5 har en hög risk att hamna över två grader (Eriksson, et al., 2016).

Enligt RCP 4.5 kommer nederbörden få en ökning på 15 procent, och 25 procent enligt RCP 8.5 (Eriksson, et al., 2016). En viss ökning av nederbörd har bekräftats under de senaste årtiondena (Eriksson, et al., 2016). Variationen av nederbördsmängden skiljer sig mer per år och decennier, än för temperaturökningen (Eriksson, et al., 2016). Skillnaden i nederbörd är även

tydligt stor mellan både regioner och årstider. Under sommar och höst beräknas det inte vara någon större ökning av den totala nederbördsmängden, men antalet dagar med extrem nederbörd förväntas enligt alla scenarier att öka och bli mer utspridda över året (Eriksson, et al., 2016).

Utöver en betydande klimatzonsförflyttning norrut kommer vegetationsperioden i Sverige att förlängas (Eriksson, et al., 2016). Enligt RCP 4.5 kommer vegetationsperioden förlängas med ca två månader, och mellan två och tre månader enligt RCP 8.5 (fig. 2) (Eriksson, et al., 2016). Dessa modeller visar på att hela landet får en ökad vegetationsperiod, med den största skillnaden i de södra delarna av landet (Eriksson, et al., 2016).

Klimatscenerierna ger inga tydliga bilder på hur vindarna kan förändras i ett framtida klimat (SMHI, 2020a). Regionala klimatscenerier visar endast små förändringar av vindarna (Andersson, et al., 2015).



Figur 2. Utvecklingen av växtperioden mellan åren 2071 till 2100 jämfört med 1971 till 2000. Beräknade och skattade utefter IPCC scenarier RCP 4.5 och RCP 8.5. Källa: Eriksson, et al., 2016.

Klimatanpassning

Våra samhällen kommer på flera sätt att påverkas negativt av det oundvikligt varmare klimatet. Åtgärder som görs för att samhället ska anpassa sig och försöka minska på medföljande risker av klimatförändringarna kallas för klimatanpassningar (SMHI, 2020b). Anpassningen avser en justering av naturliga eller mänskliga system som svar på faktiska eller förväntade förändringar och dess effekter, vilket minskar skador eller utnyttjar fördelaktiga möjligheter (Felton, et al., 2010). Det förändrade klimatet kommer att skapa nya förutsättningar för skogsbruket, och utmaningen är att utveckla en skog som både är anpassad till klimatförändringar och kan motstå en ökad press från samhället att tillhandahålla ekosystemtjänster (Lidskog & Sjödin, 2016). Det är viktigt att både en god avkastning och den biologiska mångfalden prioriteras i de nya anpassningarna (Eriksson, et al., 2019).

I en rapport från Skogsstyrelsen skrivs att den extrema sommartorkan 2018 har gjort att klimatsceneriernas osäkerhet tagits på ett större allvar, och Skogsstyrelsen har nu bedömt att sommaren 2018 kan vara en indikator på att scenarierna inte visar den extrem som kan komma (Eriksson, et al., 2019). Sommartorkan 2018 har satt sina spår i folks uppfattning om klimatförändringarna och dess påverkan på skogen (Eriksson, et al., 2019). Under förra seklet har Götaland upplevt större skogsförluster av stormar än vad norra Sverige har (Felton, et al., 2010). Stormen Gudrun 2005 var den mest omfattande stormen i Sveriges moderna historia, speciellt i de södra delarna, där upp till 20 procent av bestånden föll (Lidskog & Sjödin, 2016). Extrema väderevent liknande dessa kan förväntas öka i framtiden (SMHI, 2019b).

Det finns oundvikligen höga osäkerheter i framtida klimatscenerier, och effekterna av framtida klimatförändringar på skogarna är ännu mer osäkra (Subramanian, et al., 2016). Implementering av skötselåtgärder för att minska på diverse risker borde implementeras redan idag (Subramanian, et al., 2016). Framst för att en ändring av skogsbruket är en långsam process, med långa omloppstider (Subramanian, et al., 2016).

“Kostnaderna för klimatanpassning kan bli höga, men bedöms av bland andra EU kommissionen ändå löna sig i förhållande till de skadestnader som uppstår om inga åtgärder vidtas.” (Andersson, et al., 2015, sammanfattning)

Syfte

Syftet med studien är att undersöka klimatförändringars effekter på Sveriges skogar och dess koppling till ökade risker inom skogsbruket. Studien kommer även titta på hur klimatanpassning inom skogsbruket kan reducera risker och medföljande skador från klimatförändringarna. Ämnesområdet kommer undersökas genom en litteratursammanställning, för att analysera kunskapsläget. Studien har en miljövetenskaplig relevans då ämnet berör miljöfrågor som ekosystemtjänster och markanvändning. Studien hoppas bidra med en ökad förståelse för hur skogen påverkas av klimatförändringarna, och hur klimatanpassning av skogsbruket kan vara nödvändigt i ett framtida klimat för att möjliggöra ett hållbart skogsbruk. Undersökningen syftar till att de enskilda skogsägarna ska vara delaktiga i skogsbrukets förändring, och visa deras grundläggande roll i processen av klimatanpassning.

Frågeställningar

Följande frågeställningar har undersöks och besvarats:

- hur påverkas södra Sveriges skogar av klimatförändringen och vilka ökade risker kommer detta att medföra för det svenska skogsbruket?
- vilka skötselåtgärder kan enskilda skogsägare implementera för att klimatanpassa en barrdominerad skog i södra Sverige och hur kommer skogsbruket att påverkas av dessa åtgärder?

Avgränsningar

Denna studie fokuserar på anpassning och tar inte hänsyn till skogsbrukets inverkan på klimatet. Den andra frågeställningen syftar till att sammanställa och presentera skötselåtgärder för den enskilda skogsägaren. Införande av nya policys och styrmedel inom skogssektorn och utveckling av förädlingsmöjligheter har inte berörts. Studien undersöker skötselåtgärder och risker i ett barrskogsdominerat skogsbruk i södra delen av Sverige. Den här studien avgränsar sig till en tidsperiod på några årtionden och tittar på åtgärder som behövs göras redan idag inom Sveriges skogsbruk. Den biologiska mångfalden har inte tagits i beaktning när skötselåtgärder har presenterats.

Fokus för den här studien är främst att lyfta riskerna för Sveriges skogsbruk och skötselåtgärder som kan minska på dessa risker. Att en ökad tillväxt inom skogsbruket kan vara positivt för produktionen är enbart möjligt genom att arbeta långsiktigt och att anpassningsåtgärder genomförs (Eriksson et al., 2019). Studien fokuserar endast på ett antal olika risker och skötselåtgärder, som valdes ut genom analysering av rapporter för att se vilka risker och skötselåtgärder som ofta nämns i samband med klimatförändringar och klimatanpassningar.

Metod

Litteratursökning och urval

Eftersom risker och skötselåtgärder har ett komplex samband, är det av intresse att sammanställa kunskapsområdet genom en litteratursammanställning. Frågeställningarna framställdes efter en strukturerad litteratursökning av vetenskapliga artiklar i databaserna LUBsearch och Web of Science (tabell 1). Sökord formulerades på både engelska och svenska, och togs fram genom testsökningar inom databaserna. Sökord som användes var bland annat; *climate*, *forest*, *adaptation* och *management*. Kombinationen av orden i sökningsprocessen uppfattades som tillräckligt generella utan att vara för allmänna med för många träffar. Urvalet av artiklarna gjordes genom läsning av titlar och abstract, hos de träffade artiklarna. Tillförlitligheten hos de vetenskapliga artiklarna granskades genom undersökning av antal refereringar till artikeln och vilket år den publicerats, där artiklar publicerade för över 10 år sedan generellt inte valdes ut. Artiklarna som hade relevans för studien och frågeställningarna sparades i ett referenssystem för att senare studeras mer noggrant. Flera av Skogsstyrelsens myndighetsrapporter och andra hemsidor eller rapporter från bland annat Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) användes för att komplettera informationen som hittades i vetenskapliga artiklar. Vidare tillämpades kedjesökning och ett antal relevanta informationskällor och andra vetenskapliga artiklar hittades då i referenslistor av tidigare använda referenser.

Tabell 1. Tabell över sökningsprocessen för frågeställningarna.

Databaser/datum	Sökord	Antal träffar per sökning	Urval
LUBsearch 2020-03-30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Climate AND forest AND sweden 2. Climate AND forest AND sweden AND adaptation 3. Climate AND forest AND scandinavia AND adaptation 4. Skogsbruk AND klimatförändringar 	140 + 16 + 0 + 7	7
Web of Science 2020-03-30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Climate AND forest AND sweden 2. Climate AND forest AND sweden AND adaptation 3. Climate AND forest AND scandinavia AND adaptation 4. Skogsbruk AND klimatförändringar 	21 + 7 + 0 + 0	4
LUBsearch 2020-04-23	<ol style="list-style-type: none"> 1. Management AND forest AND sweden 2. Management AND forest AND sweden AND climate 3. Management AND forest and Scandinavia OR Sweden OR Norway OR Denmark AND climate 	147 + 17 + 86	5
LUBsearch 2020-05-08	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bark beetle AND Sweden 2. Storm AND Sweden AND forest 3. Root rot AND Sweden AND forest 4. Rotröta 	11 + 8 + 2 + 5	7

Etisk reflektion

Ett hållbart skogsbruk anpassat efter klimatet gynnar fler aspekter än de ekosystemtjänster som hjälper människan. Ett hållbart skogsbruk bevarar även viktiga ekosystem för en högre biologisk mångfald. Klimatanpassning av skogsbruket lönar sig för både den enskilde skogsägaren och för samhället, genom funktionella ekosystemtjänster. Anpassning av skogsbruket ligger inte enbart på de enskilda skogsägarna, som är den aspekt som tas upp i den här studien. Skogsbruket är ett av landets största exportvärde och har en allmän stor roll av hela landets ekonomiska, ekologiska, sociala delar av samhället.

Ett förändrat klimat gör att barrskogen inte blir lika lönsam på grund av ökade risker. För en enskild skogsägare, som möjligtvis alltid odlar granbestånd kan det bli svårt att se hur till exempel en dyrare avverkningsmetod eller en dyrare trädart kommer att löna sig. Målet med studien är att fånga vikten av klimatanpassning inom skogsbruket. Vid ingen anpassning kan kostnaden för förlorat produktionsvärde bli dyrare än kostnaden för anpassningen. Det finns osäkerheter kring kostnadseffektiviteten kring klimatanpassning, och tanken kring hur detta kan påverka skogsägare har följt med genom studiens gång. Studien presenterar endast alternativ på skötselåtgärder som kan implementeras och bör därför inte användas som underlag vid skogsägarnas beslut om klimatanpassning. Här krävs det kunskap om den lokala miljön och experters åsikter.

Resultat

Klimatförändringarnas effekter på Sveriges skogar

Skogsstyrelsen skriver att ökade översvämningar och torka i skogarna blir en effekt av den växande nederbördsvariationen mellan årstiderna (Eriksson, et al., 2019). En högre temperatur under vegetationsperioden innebär att mer vatten avdunstar innan det når rötterna på träden, och vegetationen blir även av med mer vatten (Eriksson, 2015a). Perioder av torka förväntas öka i de sydliga delarna av landet (Eriksson, 2015a). Extrem stress orsakad av torka kan orsaka en högre dödlighet hos träden (Eriksson, 2015a). En ökad vegetationsperiod mellan två och tre månader kan väntas påverka skogen, främst i de södra delarna av landet (Eriksson, et al., 2016).

Enligt Skogsstyrelsen förväntas perioder av högre vattenflöden i framtiden, och i de södra delarna av landet kan den snö som faller i större utsträckning ersättas utav regn, som innebär att översvämningensrisken i dessa regioner kommer öka under vinterhalvåret (Eriksson, et al., 2016). Detta innebär också en högre grundvattennivå (Eriksson, et al., 2016). Översvämningar på skogsmarken är idag ovanligt och den översiktliga risken för ökade översvämningar i framtiden förväntas vara låg (Eriksson, et al., 2019). Skogsstyrelsen skriver också att ett blötare och varmare klimat innebär att utbredningen av tjäle vintertid i skogsmarken kommer minska (Eriksson, et al., 2016).

Modelleringsstudier

Subramanian et al. (2016) har gjort ett modelleringsstudie med modellen Heureka. Studien har analyserat granens tillväxt och modellen indikerar att en genomgående ökning av temperatur och atmosfäriska koldioxidnivåer kommer öka tillväxthastigheten för skogar i de nordiska länderna (Subramanian, et al., 2016). För de svenska skogarna innebär det en total ökning av tillväxthastigheten på 15 –55 procent i slutet av detta århundradet (Subramanian, et al., 2016). Skogsstyrelsen och SLU har i en konsekvensanalys (SKA 15) också använt modellpaketet Heureka för att beräkna hur den skogliga tillväxten förväntas se ut i framtiden (Eriksson, et al., 2019). För både klimatscenerierna RCP 4.5 och RCP

8.5 har beräkningarna visat på en ökning av skogstillväxten på minst 20 procent (Eriksson, et al., 2019). Andra modeller som även väger in markvattentillgången visar på sämre resultat, där vattentillgångens begränsning på tillväxten har ökat med flera dagar jämfört med 40 år sedan (Eriksson, et al., 2019). Torkskador har enligt modellen ökat med 2,5-10 procent under denna period (Eriksson, et al., 2019).

Risker inom skogsbruket kopplade till klimatförändringarna

Klimatförändringarnas effekter på skogen bidrar med ökade risker inom skogsbruket (Eriksson, et al., 2016). Trots att det svenska skogsbruket kan gynnas i ett framtida förändrat klimat, i form av en högre tillväxt, måste det också beaktas att osäkerheten på grund av riskfaktorer också ökar (Subramanian, et al., 2016). Nedan presenteras tre exempel på risker som kan öka under ett förändrat klimat och ha medföljande effekter på skogen. Dessa risker är stormfällning, angrepp av granbarkborrar och rotröta. Ytterligare exempel på risker utöver dessa är skogsbränder, snytbaggen (*Hyllobius abietis*), nya skadegörare, körskador och ökat viltbete (Eriksson, et al., 2019).

Stormfällning

Stormfällning sker årligen och ofta i mindre grupper eller för enstaka träd (Eriksson, et al., 2019). Ett vanligt år stormfälls ca 100 000 - 1 000 000 kubikmeter träd (Eriksson, et al., 2019). Var tionde år inträffar massiva stormfällningar på grund av extrema vindar. Ca 5 miljoner kubikmeter kan fällas under en sådan händelse (Eriksson, et al., 2019). En ökad stormfällning kan förväntas i ett framtida klimat, trots att ett blåsigare Sverige inte kommer bli ett faktum (Andersson, et al., 2015). I en rapport av Skogsstyrelsen skrivs att vindar som är tillräckligt omfattande för att fälla träd förväntas öka marginellt i vanlighet i södra Sverige, enligt scenario RCP 4.5 (Eriksson, et al., 2015b).

Stormfällning orsakas främst på grund av en minskande tjäle, som innebär sämre rothållfasthet i bestånden (Eriksson, et al., 2019). Klimatförändringar medför högre grundvattennivåer och därmed färre dagar utav tjäle (SMHI, 2019a). Minskande tjäle förväntas bli vanligare i södra Sverige (Eriksson, et al., 2019). Detta kan bidra med mer stormfällning i framtiden (SMHI, 2019a). Skogsstyrelsen skriver att endast en grov skattning på hur stormfällningen kommer se ut i framtiden har gjorts, där stormfällningen beräknats öka med 20 procent i Götaland och Svealand (Eriksson, et al., 2019). Den genomgående

riskerna för stormfällning förväntas också vara högre i de södra delarna av landet, för att höjden på träden och andelen gran i bestånden är större (Eriksson, et al., 2019).

Granbarkborrar

Angrepp av skadedjur är en av de frågor som kan bli mer omtalade i takt med klimatförändringarna (Keskitalo, 2016). De stora granbestånd som idag finns i Sverige bidrar till en stor population av granbarkborrarna (*Ips typographus*) (Eriksson, et al., 2019). I Sverige har ca 9 miljoner kubikmeter av gran dödats av granbarkborrar sedan 1960 (Öhrn, 2012). 3,5 miljoner kubikmeter av detta skedde mellan åren 2006 och 2010, efter stormen Gudrun 2005. Stormen orsakade en stor förstörelse av södra Sveriges skogar (Öhrn, 2012). Granens utbredning var en av de främsta orsakerna till de omfattande skadorna (Lodin, 2016). En ökad andel stormfällda träd i framtiden kan agera som habitat för uppfödning av granbarkborrar (Öhrn, 2012). Varmare vintrar innebär också en ökad överlevnad av populationer (Öhrn, 2012).

Svärmar av granbarkborrar bildas i Sverige under våren eller i början av sommaren (Öhrn, 2012). En undersökning visar att under de senaste 30 åren har den dag med en temperatur som är lämplig för en första svärm av granbarkborrar förflyttats totalt sett 2 veckor tidigare (Öhrn, 2012). I södra Sverige innebär detta att svärmingen flyttats från mitten av maj till slutet av april, vilket öppnar potentialen för flera generationer per säsong (Öhrn, 2012). Skogsstyrelsen skriver i en rapport att en minskad nederbörd i vissa områden kan öka angreppen av granbarkborrar, för att granars förmåga att stå emot angreppen minskar vid torka (Kårén et al., 2018).

Rotröta

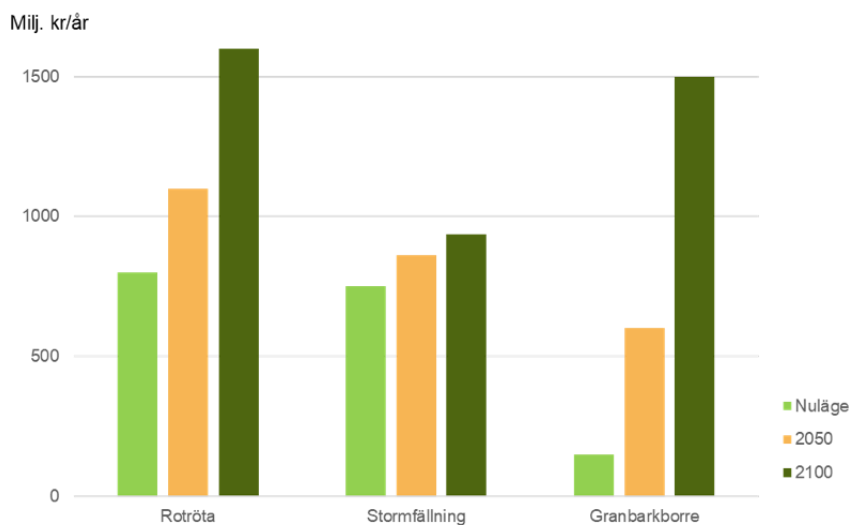
Rotröta är en av de mest allvarliga skadegörarna inom Sveriges skogsbruk, och den vanligaste orsaken till rotröta är svampen rotticka (*Heterobasidion annosum*) (Kårén et al., 2018). Skogsstyrelsen skriver att ca 15 procent av alla granbestånd i de södra delarna av Sverige är drabbade av rotröta (Kårén et al., 2018). Förfall och rotröta orsakad av rotticka är den mest allvarliga sjukdomen hos granar, och har en stor ekonomisk vikt i den svenska skogssektorn (Thor, 2005). Rottickan kan infektera ett flertal olika typer av trädarter, men de två vanligaste är gran och tall (Pukkala, 2005). Hos granen orsakar rotröta förlorat virkesvärde och ibland en reduktion av tillväxt, som kan leda till dödlighet (Thor, 2005). Den främsta utbredningen av rotticka är i södra Sverige, men förekommer på vissa platser i de norra delarna av landet (Eriksson, et al., 2016).

Rottickan infekterar nya färska stubbar med luftburna sporer, och genom rotkontakter som dessa stubbar har med andra träd, så sprider sig smittan till friska träd (Eriksson, et al., 2016). Svampens mycel kan genom rotkontakt också leda till att rotrotan sprids till andra generationer av träden (Subramanian, et al., 2016). Spridningen sker främst under vegetationsperioden (Thor, 2005). Under skandinaviska förhållanden produceras sporer huvudsakligen när den dagliga medeltemperaturen överstiger 5°C (Pukkala, 2005). På platser med högre temperaturer är träden mer utsatta för rotticka, på grund av en längre vegetationsperiod (Thor, 2005).

En ökning av rotrotta förväntas ske i takt med klimatförändringar (Kårén et al., 2018). Klimatförändringar kan leda till högre infektionsintensiteter på grund av en snabbare tillväxt av svamparna under varmare förhållanden och en förlängning av vegetationsperioden, då sporer kan sprida sig och infektera nya färska stubbar (Subramanian, et al., 2016). När mängden tjäle minskar ökar även denna risken för rotrotta då mer omfattande körskador på rötter kan väntas (Eriksson, et al., 2016). Detta fungerar som en väg in för infektionen. Bestånd som utsätts för torka kan också leda till en ökad risk för rotrotta (Eriksson, et al., 2016).

Ekonomisk risk

Kostnader som successivt ökar på grund av skogsskador är en ekonomisk risk (Eriksson, et al., 2019). I figur 3 presenterar Skogsstyrelsens tre olika skogsskador i tre olika tidsperspektiv med representativa skadekostnader, om ingen klimatanpassning görs (Eriksson, et al., 2019). Här har rotrotan den största kostnaden i alla tre tidsperspektiv. Kostnaden för granbarkborrarna förväntas dock ha den största ökning av de tre riskerna, medan stormfällning får en relativt liten kostnadsökning. (Eriksson, et al., 2019).



Figur 3. Skogsstyrelsens presenterar exempel på risker och beräkningar över kostnader för riskerna inom skogsbruket, om inga klimatanpassningar görs. Nuläget representerar tidsperioden 1990-2010. Källa: Eriksson, et al., 2019.

Klimatanpassning av skogsbruket

Om inga anpassningar görs inom skogsbruket kommer risken för bland annat stormfällning, rottröta och skadedjursangrepp att öka (Eriksson, et al., 2016). Enskilda skogsägare kan genom aktiva val av skötselmetoder bedriva ett skogsbruk som är väl rustat för att klara klimatförändringarnas effekter (Eriksson, et al., 2019). Nedan presenteras fyra skötselåtgärder, och de är baserade på en barrskog och anpassade efter de södra delarna av Sverige. Dessa är anpassat val av träarter, odla glest, minskad eller ingen gallring och minskad omloppstid. Ytterligare exempel på anpassningar av skogsbruket möjliga för enskilda skogsägare utöver dessa fyra är kontinuitetsbruk, planerad körning på skogsmarken, implementerade skyddszoner och fler anlagda våtmarker (Eriksson, et al., 2019).

Anpassat val av träarter

En klimatzonsförflyttning gör att granen för närvarande odlas utanför sitt naturliga sortiment i södra Sverige (Subramanian, et al., 2016). Dessa

omständigheter är inte optimala ur ett riskperspektiv, särskilt med tanke på förhöjda temperaturer och ett mer osäkert vädermönster (Subramanian, et al., 2016). För att minska risken för diverse skador på skogen kan barrbestånd till en högre grad ersättas av lövbestånd (Subramanian, et al., 2016). Europeisk bok (*Fagus sylvatica*), björk (*Betula spp*), hybridasp (*P. tremula x P. tremuloides*) och hybridlärk (*Larix x marschlinsii*) är trädarter som är mindre mottagliga för skador, eller har kortare omloppstider (Subramanian, et al., 2016). Användandet av relativt få trädarter, ofta odlade som monokulturer med hög produktion, har homogeniserat de förvaltade skogarna i Sverige till en punkt där systemet är sårbart för klimatförändringar (Felton, et al., 2010). Att öka mängden skogsmark som tilldelas en rad olika trädarter tros minska sårbarheten i hela systemet genom minskad riskspridning (Felton, et al., 2010). Riskspridning definieras enligt Felton et al. (2010) som en minskning av sårbarhet i ett social-ekologiskt system genom att öka heterogeniteten i dess ekologiska komponenter. Gällande skogsbruket kan riskspridning då uppnås genom diversifiering av trädarter (Felton, et al., 2010). Skogsstyrelsen skriver i en rapport att blandskog är mer robust mot diverse risker, jämfört med en monokultur (Eriksson, et al., 2016). Då kan risker spridas mellan flera trädarter och skadorna blir inte lika omfattande, och produktionen kan fortsätta (Eriksson, et al., 2016).

Stormfällning kan reduceras genom att expandera mängden vindstabila trädarter (Eriksson, et al., 2016). Inhemska trädarter som tall och andra lövträd är mer vindstabila än gran (Eriksson, et al., 2016). Lövträd är under den största delen av året avlövade, vilket innebär att vindfånget för lövträd är mindre än för barrträd (Eriksson, 2015a). På grund av ett färre antal rotkontakter som befinner sig mellan träd av samma art, är risken för rotröta mindre i ett blandbestånd (Thor, 2005). Bestånd med endast en trädart har en större risk för rotröta (Eriksson, et al., 2016). Pukkala et al. (2005) skriver också att en alternativ skogsskötselåtgärd för att minska risken för rotröta är att skapa mer blandskog. I ett skogsbestånd som har störst andel granskog och där det också görs nya planteringar av granskog direkt efter en nyavverkning, finns det en stor chans för svampskador som bidrar till rotröta (Eriksson, et al., 2016). Spridningen sker lätt i ett sådant område. Om andra trädarter planteras efter nyavverkning är risken inte lika stor (Eriksson, et al., 2016). Risken för omfattande skador från granbarkborrar ökar ju högre andel granskog ett område har, då granbarkborrarna har lättare att hitta lämpliga granar att angripa (Eriksson, et al., 2019).

Nackdelarna med ett anpassat val av trädarter är att ett varmare klimat kan innebära att andra skadedjur än granbarkborre, som idag finns i södra Europa, kan migrera till Sverige och orsaka problem i ett blandbestånd (Eriksson, et al., 2016). Implementering av anpassat val av trädarter kan endast ske vid förnygring av bestånden (Eriksson, et al., 2016). Anpassat val av trädarter kan ha en lägre tillväxt och ett sämre virkesvärde (Eriksson, et al., 2016).

Hybridlärk och hybridasp

Enligt Subramanian et al. (2016) är det minst lika lönsamt att byta till andra snabbt växande träarter som hybridlärk och hybridasp i södra Sverige, som att odla gran. Studien säger dock att långsamt växande träarter som björk och europeisk bok gav betydligt lägre ekonomisk vinst, jämfört med gran. Den teoretiska risken för stormfällning är högre för alternativen hybridlärk och hybridasp på grund av deras trädhöjd i slutet av omloppstiden (Subramanian, et al., 2016). Dessa träarter avverkas dock under vinterhalvåret, och jämfört med granbestånd är då risken för stormskador oavsett mindre. Risken för angrepp av granbarkborre är låg för både hybridasp och hybridlärk, men risken för andra skadedjur kan bli större i framtiden inom dessa bestånd (Subramanian, et al., 2016). Specifikt hybridlärk är i högre grad mottaglig för rotröta, och bör inte planteras efter en avverkning på ett drabbat område (Eriksson, et al., 2016).

Tabell 2. Sammanfattande tabell om nackdelar och fördelar för ökad implementering av anpassat val av trädarter i ett befintligt eller nyavverkat granbestånd.

Anpassat val av trädarter	
Nackdelar	Fördelar
Nya skadegörare (från södra delarna av Europa) kan tillkomma (Eriksson, et al., 2016)	Riskspridning (Felton, et al., 2010; Eriksson, et al., 2016).
Kan endast implementeras vid en föryngring av beståndet (Eriksson, et al., 2016)	Minskad risk för stormfällning (Eriksson, et al., 2016)
Kan ha lägre tillväxt och sämre virkesvärde (Eriksson, et al., 2016)	Minskad risk för svampskador och rotröta (Thor, 2005; Eriksson, et al., 2016; Pukkala, et al., 2005)
Björk och europeisk bok är inte lika lönsamma som gran (Subramanian, et al., 2016)	Minskad risk för granbarkborre i ett blandbestånd (Eriksson, et al., 2019)
Hybridlärk är mottaglig för rotröta (Eriksson, et al., 2016)	Hybridasp och Hybridlärk är lika ekonomiskt fördelaktigt (Subramanian, et al., 2016)

Odla glest

Träd som odlas på ett längre avstånd mellan varandra har utrymme att utveckla ett betydligt större rotsystem, och kan därför också motstå stormvindar bättre (Eriksson, et al., 2016). Att odla glest kan implementeras på olika sätt, men enklast är att göra det vid en föryngring av skogsmarken (Eriksson, et al., 2016). När skogen har vuxit sig till en viss höjd är möjligheten för hård röjning och gallring borta, för att en gallring av äldre skogsbestånd har en stor risk att bli stormfällad och bör därför inte gallras (Eriksson, et al., 2016). Dessa äldre bestånd har inte fått en stormstabil fysiologi under tillväxten (Eriksson, et al., 2016). En glest odlad skog tar dock bort den sociala stabiliteten som annars finns i en tät skog (Eriksson, et al., 2016). En social stabilitet innebär att kronorna på tätvuxna träd växer samman och fördelar vindkraften mellan träden när stormar inträffar, och minskar då risken för stormfällning i området (Eriksson, et al., 2016). I en

gles skog existerar inte den här sociala stabiliteten innan trädskronorna har vuxit sig tillräckligt stora och breda (Eriksson, et al., 2016). En naturlig föryngring kan gynnas i ett glest skogsbestånd (Eriksson, et al., 2019). Vid glesa odlingar kan en framtida kantzon mot ett avverkningsområde också förberedas, så att stormfällningen inte blir lika omfattande (Eriksson, et al., 2019). Tätt odlade bestånd leder också till fler röjningar och gallringar, vilket innebär en större risk för infektion av rotröta (Eriksson, et al., 2016). Risken för spridning av skadedjur mellan träden blir mindre i ett glest bestånd (Witzell, 2017).

I en intervju på skogssällskapets webbplats intervjuas forskaren Urban Nilsson, professor i sydsvensk skogsskötsel vid SLU om möjligheterna med glesplantering (Palmer, C. H., 2017). Han diskuterar fördelarna med skötselmetoden och nämner att det blir billigare planteringar, mindre risk för stormfällning, lägre avverkningskostnader, tidigare slutavverkning och mindre risk för rotröta (Palmer, C. H., 2017).

Tabell 3. Sammanfattande tabell om nackdelar och fördelar för glesare odling av granbestånd.

Odlagles	
Nackdelar	Fördelar
Lättast att göra vid en förnygring av skogsmarken (Eriksson, et al., 2016)	Minskar risken för stormfällning (Eriksson, et al., 2016; Palmer, C. H., 2017)
Den sociala stabiliteten försvinner i början (Eriksson, et al., 2016)	Gynnar en naturlig förnygring (Eriksson, et al., 2019)
	Minskad risk för rotröta (Eriksson, et al., 2016; Palmer, C. H., 2017)
	Minskad risk för skadedjur (Witzell, 2017)
	Billigare planteringar och lägre avverkningskostnader (Palmer, C. H., 2017)
	Tidigare slutavverkning (Palmer, C. H., 2017)

Minskad eller ingen gallring

En skötselåtgärd som ökar många riskfaktorer i en granskog är gallring (Subramanian, et al., 2016). Intensiteten av gallring tenderar att öka i Sverige (Subramanian, et al., 2016). Efter ett gallringsuttag är skogen extra mottaglig för risker som rotröta, angrepp av granbarkborre och stormskador (Subramanian, et al., 2016). Ett helt gallringsfritt bestånd tar bort inkörspalten för rotröta, vilket kan vara det bästa alternativet ekonomiskt sett (Bergh, 2012). Sporer från svampen som orsakar rotröta sprids genom de nyskurna stubbarna och såren på det kvarstående beståndet, strax efter gallringen (Subramanian, et al., 2016). En växande intensitet av gallring ökar då risken för rotröta och för ett bestånd utan gallring är risken för rotröta inte lika stor (Subramanian, et al., 2016). Enligt Pukkala et al. (2005) visar forskning att spridningen och infektionen av specifikt rottickan inträffar via spridning av sporer till nya och färskare stubbar i ett

avverkningsområde, under den pågående växtsäsongen. Genom att minska antalet gallringar får svampen färre möjligheter att angripa beståndet (Pukkala et al., 2005).

Risken för stormfällning är större i ett nyligen gallrat bestånd (Subramanian, et al., 2016). Granbestånd är höga och enligt Subramanian et al. (2016) är stormskador linjärt relaterad till intensiteten av gallring. Träden som återstår efter en gallring är mer sårbara på grund av bristande social stabilitet (Subramanian, et al., 2016). Utan gallring behålls den sociala stabiliteten och risken för stormfällning blir mindre. Utbrott av granbarkborrar är ofta stora efter stormar och eftersom stormskador är direkt kopplade till gallring är också skador från granbarkborrar indirekt kopplade till en ökande gallringsintensitet (Subramanian, et al., 2016). Utan gallring kommer plantorna att planteras längre ifrån varandra, vilket innebär mindre kostsam planering (Subramanian, et al., 2016).

Nackdelarna med minskad eller ingen gallring är bland annat att risken för naturlig dödlighet och snöskador ökar (Subramanian, et al., 2016). Risken för skogsbränder blir mer omfattande om ingen gallring sker i beståndet, då mer bränsle är tillgängligt (Subramanian, et al., 2016). Urvalsmöjligheter och tidiga inkomster från gallringar försvinner från ett skogsbestånd som inte gallras (Subramanian, et al., 2016). Utan möjligheten att välja vilka enskilda träd som ska sparas vid en gallring kommer kvaliteten på virket att försämrats, och därmed det ekonomiska värdet av beståndet. De ekonomiska fördelarna med minskad eller ingen gallring kan bli mindre än väntat på grund av den saknade urvalsmöjligheten (Subramanian, et al., 2016).

Tabell 4. Sammanfattande tabell om nackdelar och fördelar med en minskad eller ingen gallring.

Minskad eller ingen gallring	
Nackdelar	Fördelar
Ökad naturlig dödlighet (Subramanian, et al., 2016)	Minskad risk för rotröta (Subramanian, et al., 2016); Bergh, 2012; Pukkala et al., 2005)
Snöskador (Subramanian, et al., 2016)	Bibehållen social stabilitet och minskad risk för stormfällning (Subramanian, et al., 2016)
Ökad risk för skogsbrand (Subramanian, et al., 2016)	Minskad risk för angrepp av granbarkborre (Subramanian, et al., 2016)
Ingen urvalsmöjlighet för framtida virke (Subramanian, et al., 2016)	Mindre planering, vilket innebär mindre kostnader (Subramanian, et al., 2016)
Ingen tidig inkomst från gallring (Subramanian, et al., 2016)	

Minskad omloppstid

Längden på en vanlig omloppstid i ett konventionellt skogsbruk av gran i Sverige är ca 65 år (Subramanian, et al., 2016). En minskning av den här omloppstiden kan reducera risker för skador som sker i äldre bestånd (Subramanian, et al., 2016). När omloppstiden, tiden från plantering till avverkning, blir kortare minskar risken för stormfällning då mängden höga träd i riskzon blir färre (Eriksson, et al., 2016). Risken för granbarkborrar ökar också i ett bestånd med stor andel stormfällda träd (Eriksson, et al., 2016). Risken för stormfällning ökar med höjden, vilket ökar med åldern av ett bestånd (Subramanian, et al., 2016).

Enligt en analys av Subramanian et al. (2016) så visar sig risken för rotröta och angrepp av granbarkborre öka med åldern av ett bestånd, beroende av en kumulativ spridning (Subramanian, et al., 2016). På grund av sjukdomens dynamik ökar rotröta med höjd av träd och diametern (Thor, 2005). Pukkala et al. (2005) skriver också att en alternativ skogsskötselåtgärd för att minska risken för

rotröta är en minskad omloppstid. Trädarter som ursprungligen har en kortare omloppstid är hybridlärk och hybridasp (Subramanian, et al., 2016). En minskad omloppstid kan bidra med en högre virkesproduktion och därmed en ökad lönsamhet (Subramanian, et al., 2016). En ökad tillväxthastighet kommer också att leda till kortare optimala omloppstider (Weslien et al., 2009).

Tabell 5. Sammanfattande tabell om nackdelar och fördelar med en minskad omloppstid.

Minskad omloppstid	
Nackdelar	Fördelar
	Minskad risk för stormfällning (Eriksson, et al., 2016; Subramanian, et al., 2016)
	Minskad risk för rotröta (Subramanian, et al., 2016; Thor, 2005; Pukkala et al., 2005)
	Minskad risk för angrepp av granbarkborre (Subramanian, et al., 2016)
	Möjlig ökad lönsamhet (Subramanian, et al., 2016)

Diskussion

Inte bara monetära risker

I resultatet lyfts främst tre risker för ökade skogsskador upp; stormfällning, granbarkborrar och rotröta. Dessa risker presenteras av Skogsstyrelsen som de risker som förväntas ha en stor ekonomisk risk associerad med dem i framtiden (Eriksson, et al., 2019). Det framkommer dock inte om dessa risker är de som orsakar mest kostnadsskador inom skogsbruket. Ur ett rent ekonomiskt perspektiv bör skötselåtgärder som bekämpar granbarkborren att prioriteras högt då denna skogsskada förväntas öka markant i skadekostnader (tabell 2). I samma tabell visas att skadekostnaden för rotröta förväntas ha den högsta kostnaden i alla tidsperspektiv, men ökningen är inte lika omfattande. Stormfällningens ökning i skadekostnader är inte lika märkbara, men som kan tolkas utifrån resultatet leder stormfällning ofta både till ökade angrepp av granbarkborrar och rotröta.

Risker och skötselåtgärder bör inte endast bedömas utefter monetära effekter, utan också utifrån sociala och ekologiska. Värdet av rekreation kan minska från effekter från risker och anpassade åtgärder (Eriksson, et al., 2016). Ökade fästingar, minskade blåbärsbuskar och mer hyggesmark på grund av kortare omloppstider påverkar alla rekreativvärden i skogen (Eriksson, et al., 2016). Skötselåtgärderna som nämnts i studien har inte heller tagit hänsyn till den biologiska mångfalden, vilket spelar en stor roll då målet är att få ett hållbart skogsbruk i flera aspekter. Klimatanpassningen ska gynna mer än en god avkastning (Eriksson, et al., 2019). Ett exempel för hur den biologiska mångfalden kan påverkas negativt är att en minskad omloppstid innebär ett yngre bestånd med mindre grov död ved, vilket är viktiga habitat för både växter och djur (Eriksson, et al., 2019). Felton et al. (2017) skriver i slutsatsen av rapporten att förkortade omloppstider resulterar i förluster av tillgången på livsmiljöer och dess funktioner, som är nyckeln för bevarande av den biologiska mångfalden.

Naturreservat och andra skyddade naturområden har oftast en hög biologisk mångfald (Eriksson, et al., 2019). Problemet är att enstaka små områden lätt kan förstöras av diverse risker som skogsbränder eller skadedjur (Eriksson, et al., 2019). Det är då viktigt att skogsbruket också tar hänsyn till den biologiska mångfalden och skapar bra förutsättningar för växter och djur (Eriksson, et al., 2019).

Jämförelse mellan skötselåtgärderna

Utifrån tolkning av resultatet och litteratursökningen på de fyra skötselåtgärderna som presenterats, har mest forskning gjorts på skötselåtgärderna anpassat val av trädart och minskad eller ingen gallring. Åtgärderna har många bra fördelar, jämfört med nackdelarna, ur ett riskperspektiv. Utifrån detta resonemang och uppfattning om ämnesområdet är det dessa klimatanpassningar som möjligtvis kommer implementeras mer inom en snar framtid. Majoriteten av de vetenskapliga artiklar som använts i studien har även nämnt att dessa två skötselåtgärder minskar de presenterade riskerna: granbarkborrar, rotröta och stormfällning.

Utifrån resultatdelen kan slutsatsen dras att glesa odlingar är kopplade till minskad eller ingen gallring, där grundtanken är densamma, men att forskningen är inte lika extensiv inom glesa odlingar. Detta kan bero på att glesplantering är förbjuden enligt skogsvårdslagen (Palmer, 2017). Minskad omloppstid har många fördelar, ur ett riskperspektiv. Ingen nackdel kunde identifieras inom de vetenskapliga artiklarna. Skötselåtgärden framstår som positiv, då många risker för skogsskador förväntas minska med ett yngre bestånd. Det som talar emot denna skötselåtgärd är att den biologiska mångfalden kan påverkas hårt.

Klimatzonsförflyttningen leder till anpassat val av trädarter

Ett flertal klimatsimuleringsmodeller antyder att granens ekologiska lämplighet i Götaland kan minskas i slutet av detta århundrade (Felton, et al., 2010). Delvis på grund av en minskad sommarnederbörd, granens känslighet för vindskador och att varmare klimatförhållanden gynnar reproduktionskapaciteten hos granbarkborren (Felton, et al., 2010). Det sydligaste klimatet i Sverige förväntas förflyttas mer och mer norrut i olika framtidsscenarier, och Götaland kan komma att ha liknande klimat som länderna strax söder om Sverige (Eriksson, et al., 2016). Detta kan utifrån resultatet tolkas som att granen som trädart, i södra Sverige, möjligtvis kommer bidra med mest problem och risker inom skogsbruket, i alla fall i ett längre tidsperspektiv. Enligt Skogsstyrelsen så rekommenderar olika skogsägarföreningar de enskilda skogsägarna att inte odla gran i alltför stor utsträckning (Eriksson, et al., 2019).

Att implementera ett anpassat val av trädarter i ett bestånd kan anses, utifrån resultatet, som den viktigaste skötselåtgärden att prioritera i de södra delarna av landet. Fortsatt odling av rena granbestånd men med en implementering av de andra klimatanpassade skötselåtgärderna nämnda i studien, kan då ses som "tillfälliga" åtgärder, som inte anpassar skogsbruket vid roten av

problemet. I en studie av Lodin (2016) föreslås att det är fokuset på produktionsvärdet och erfarenhetskunskaper bland skogsägare kombinerat med de begränsande faktorerna av viltbete, marknadsbehov och dominerande markförhållanden, som till stor del förklarar det nuvarande fokuset på just granförnyelse. Dessa faktorer kan då förstås försvåra övergången till andra träarter (Lodin, 2016).

Platsbestämda åtgärder och kunskap om befintlig mark

För att minimera risker för skador måste de anpassade åtgärderna vara noggrant övervägda och behandlade, både beroende på plats och tidpunkt för åtgärden. En anpassningsåtgärd för att hindra en viss skaderisk kan komma i konflikt med anpassningsåtgärder som behandlar andra skaderisker, och hindra dess funktion (Subramanian, et al., 2016). Till exempel kan en gallringsfri skötselmetod minska risken för stormar, rotröta och granbarkborrar, men samtidigt öka risken för både skogsbränder och snöskador (Subramanian, et al., 2016).

Med hänsyn till resultatet och skötselåtgärdernas nackdelar och fördelar kan en följande slutsats dras. För att kunna anpassa sin skog så optimalt som möjligt, med rimliga resurser, behövs kunskap om skogsmarken och vilka skogsskador som är vanliga i de specifika bestånden. Den enskilde skogsägaren vet möjligtvis vilka delar av ett bestånd som brukar utsättas för diverse skador. Olika regioner, typ av bestånd och markförhållanden kan förändra vilka åtgärder som borde implementeras i området. På så sätt behövs inte skötselåtgärder implementeras överallt, utan implementering av åtgärder på småskaliga nivåer kan spara på resurser. En eller flera skötselåtgärder bör placeras på en plats där risken för skador är så pass hög att en åtgärd i genomsnitt lönar sig (Eriksson, et al., 2019). Enligt en studie, Eriksson (2018), har klimatanpassning inte varit speciellt vanligt, men av de få anpassningarna är en platsanpassad åtgärd den mest använda strategin.

En effektiv anpassning av förvaltade skogar kommer nödvändigtvis att vara en platsspecifik uppgift. Detta hindrar emellertid inte formuleringen av allmänna riktlinjer för Sverige och de enskilda skogsägarna för att underlätta anpassningen.

Ståndpunkter och styrmedel

Studier tyder på att aktörer inom skogssektorn anser att klimatförändringar är osäkra och i allmänhet inte bland de mest angelägna frågorna (Eriksson, 2018). Privata skogsägare varierar i vilken utsträckning de tror att klimatförändringarna kommer att påverka deras skog (Blennow, 2012). En ökad risk för torka, storm, översvämningar, insekter, svampangrepp och även en ökad träd tillväxt har dock bekräftats av skogsägarna (Blennow, 2012). I en studie från 2004 uppgav 19 procent av enskilda skogsägare att de har vidtagit åtgärder för att anpassa skogsbruket (Blennow, 2012). Praktisk kunskap baserad på tidigare erfarenheter är generellt sett viktig i skogsbruket, och förändringar gjorda i skogsbruket kan därför vara gradvisa och svåruppnåeliga (Eriksson, 2018).

För att uppmuntra klimatanpassning i länder som Sverige, med många privatägda skogar, kan politiska åtgärder riktade till privata skogsägare genomföras (Eriksson, 2018). I en studie, Eriksson (2018), undersöktes effekterna av två hypotetiska policier: en rådgivning och ett ekonomiskt incitament, till klimatanpassning bland enskilda skogsägare i Sverige. Resultatet av studien visade att både två förstärkte viljan för anpassning av skogsbruket (Eriksson, 2018). Det som skiljde dem åt var skogsägarens individuella relation till skogsbruket (Eriksson, 2018). Det ekonomiska incitamentet var huvudsakligen mer effektivt än rådgivningen bland ägare med starka produktionsvärden (Eriksson, 2018). Resultatet tyder på att rådgivningen är mer, eller åtminstone lika effektiv, som det ekonomiska incitamentet bland ägare med svaga produktionsvärden (Eriksson, 2018). Det ekonomiska incitamentet som undersöktes i denna studie förstärkte dock inte den övergripande avsikten att anpassa sig mer än rådgivningen (Eriksson, 2018). Den relativt starka effekten av rådgivning i detta sammanhang kan vara kopplad till det faktum att rådgivning uppskattas av skogsägarna och har en lång tradition inom skogsindustrin i Sverige (Eriksson, 2018). Medan ett ekonomiskt incitament försöker göra anpassningen av klimatförändringarna mer attraktiv, kan rådgivning från en myndighet potentiellt öka kunskapen och involvera ägarna i processen (Eriksson, 2018).

Ekonomiska incitament kan vara det mest användbara vid försök att öka användningen av strategier som för närvarande inte uppfattas som genomförbara, på grund av höga kostnader (Eriksson, 2018). I studien hade ägarna sällan försökt öka andelen nya träarter tidigare, och det ekonomiska incitamentet stärkte avsikten här mer än rådgivningen gjorde, på grund av de höga kostnaderna förknippade till implementeringen. Blennow (2012) skriver i en rapport att både ett ekonomiskt incitament och rådgivning är viktigt vid klimatanpassning. Genom att lyfta fram olika skäl för anpassning är det möjligt att övertyga fler enskilda skogsägare om värdet av anpassning (Eriksson, 2018).

Dagen skogsbruk orsakar problem

Människans sätt att bedriva skogsbruk, speciellt de senaste 150 åren, gör att vi idag står inför problem som orsakas av en förstörd naturlig balans (Felton, et al., 2010). Skogsstyrelsen skriver i en rapport att dagens skötsel av skogsbruket och andra faktorer gör att granandelen beräknas öka i Götaland (Eriksson, et al., 2015). Skogsstyrelsen skriver ett exempel på ett problem som uppstår i skogsbruket, utan effekterna från klimatförändringar. Förr avverkades endast under vintrarna, då spridningen av rottröta inte är lika intensiv (Eriksson, et al., 2016). Under de senaste årtiondena avverkas skogen under hela året, vilket gör det sannolikt att rottröta ökar i skogarna, även utan klimatförändringarnas bidragande effekter (Eriksson, et al., 2016). I en rapport från Skogsstyrelsen beskrivs både ökning av rottröta och angrepp av skadedjur vara orsakat av både klimatförändringar och den mänskliga verksamheten (Witzell, 2017).

Utifrån resultatet kan det resoneras att klimatanpassning på skogsbruket är viktigt för att skogsbruket ska vara så självständigt som möjligt och kunna hantera normala mängder risker, utan stora förluster av produktionen. Motståndskrafter mot torka och översvämningar är betydligt bättre i ett naturreservat eller annat skyddat område, då dessa är i ett mer naturligt skick (SMHI, 2019a). Skogsbruket är en mänsklig interaktion som förhindrar många av de naturliga förloppen. Riskerna kommer vara påtagliga, så länge vi är beroende utav utfallet av produktionsvärdet.

Från sammanhanget av resultatet kan följande slutsats dras: Sveriges skogar överlever klimatförändringar, men inte skogsbruket. På grund av sättet vi brukar och är beroende av skogsbruket. Ett hållbart skogsbruk för oss är en tillräckligt hög produktion av råvaror samtidigt som ekosystemtjänsterna är bevarade. Det är dessa funktioner som kommer påverkas negativt av klimatförändringarna. Skogsbruket behöver klimatanpassas, inte skogen (Eriksson, 2015a).

Klimatanpassning behövs nu

Det är inte osäkert om klimatförändringarna kommer påverka Sveriges skogsbruk. Osäkerheten är i vilken utsträckning och exakt när påverkan kan förväntas (Subramanian, et al., 2016). Många effekter från klimatförändringar blir inte relevanta förrän ett antal decennier framöver. Det behövs dock utveckling och implementering av anpassningsstrategier inom skogsbruket redan nu, på grund av skogens långsamma omloppstid (Subramanian, et al., 2016). De flesta av dessa beslut om skötselåtgärder måste fattas utan stöd från långtidsstudier (Subramanian, et al., 2016). Kortsiktiga skötselåtgärder som kan tillämpas för att

lindra vissa av sårbarheterna behövs därför också, utan att kompromissa med de långsiktiga (Subramanian, et al., 2016).

I den allmänna diskussionen om skog i samband med klimatförändringar tenderar endast potentialen att dämpa klimatförändringar med hjälp av skogen att diskuteras (Eriksson, et al., 2019). Diskussionen om klimatanpassning hamnar då ofta i skuggan (Eriksson, et al., 2019).

Framtida studier

Syftet med studien och frågeställningarna var från början att inkludera fler skötselåtgärder än vad som har gjorts. Studien fick avgränsas till de fyra skötselåtgärderna som redan påbörjats, inte på grund av att de ansågs som de viktigaste, utan på grund av den rådande tidsbristen. All litteratur inom området kunde inte undersökas, utan endast det som var möjligt inom ramen för arbetet. Sökningsprocessen har i allmänhet en bristande struktur och mer artiklar förväntas hittas vid utvecklade sökningsprocesser och vidare kedjesökning. Vid vidare utveckling av studien hade mer fokus lagts vid skötselåtgärderna och dess effekter. De presenterade riskerna och effekterna på skogen från klimatförändringarna hade då endast presenterats i en bakgrundsdel. Fler slutsatser om vilka klimatanpassningarna som hade varit bäst att implementera hade möjligtvis kunnat dras om fler skötselåtgärder hade inkluderats, samt en djupare undersökning av varje åtgärd.

Denna litteraturundersökning täcker inte hela ämnesområdet, men den tyder ändå på att mer kunskap behövs inom området. Ett exempel på detta är ytterligare undersökning om riskers och skötselåtgärders samband gentemot varandra. Allmänt mer forskning om skötselåtgärdernas långsiktiga perspektiv anser jag också ha ett bristande kunskapsläge.

En klimatanpassning bör vara kostnadsmässigt effektivt (Eriksson, et al., 2019). Skogsstyrelsen skriver att mer kunskap och forskning om hur en åtgärd skattas mot de sparade kostnaderna behövs (Eriksson, et al., 2019). De anvisningar som Skogsstyrelsen ger är endast grova skattningar. Förfinade skattningar är nödvändiga (Eriksson, et al., 2019). Jag anser att detta forskningsområde behövs i det nuvarande kunskapsläget om klimatanpassning.

Slutsats

Klimatförändringarna har en stor påverkan på Sveriges skogar. Den växande nederbördsvärdet ökar både översvämningar och torka i skogarna. Längre vegetationsperioder förhöjer diverse risker. Tillväxthastigheten av skogen förväntas öka mellan 15-55 procent, men riskerna som tillkommer är omfattande. Minskande dagar av tjäle vintertid har en stor påverkan på bestånden, speciellt i de södra delarna, som bidrar med ökade stormfällningar. Ökande populationer av granbarkborrar och angrepp av rotröta är också faktum. Kostnaden för dessa risker förväntas öka succesivt under hela detta århundrade, och är en avsevärd ekonomisk risk inom det svenska skogsbruket.

De presenterade riskerna kommer att öka om ingen klimatanpassning sker inom skogsbruket. Exempel på skötselåtgärder som en enskild skogsägare kan implementera är: anpassat val av trädarter, minskad eller ingen gallring, minskad omloppstid och glesa odlingsförband. Nackdelar och fördelar tillkommer varje åtgärd, men uppfattning utifrån studiens resultat är att effekterna av anpassat val av trädarter och minskad gallring påverkar skogsbruket till det bättre, i ett klimatanpassningsperspektiv och inom andra aspekter.

Ytterligare diskussioner kring klimatanpassning är nödvändiga för att optimera processen. Till exempel är den biologiska mångfalden och värdet av rekreation inte en aspekt som tas upp i studiens resultatdel, men de båda är grundläggande aspekter som påverkas av de föreslagna åtgärderna. Platsbestämda åtgärder och kunskap om skogsmarken är betydande för en kostnadseffektiv process. De enskilda skogsägarnas ståndpunkt till klimatförändringar och klimatanpassning påverkar utvecklingen av klimatanpassningens roll i skogsbruket. Här kan styrmedel som ekonomiska incitament och rådgivning vara grundläggande. Den mänskliga inverkan och förstörelse av skogens naturliga balans kan också vara orsaken till varför många av riskerna ökar i omfattning.

Slutligen läggs vikten vid att klimatanpassning av skogsbruket måste normaliseras, forskas mer om och börja implementeras redan nu, för att undvika större insatser och kostnader i framtidens skogsbruk.

Tack

Jag vill börja med att tacka min handledare Yann Clough för all feedback och hjälp jag fått under hela arbetets gång.

Jag vill tacka mina kursare som har kommit med bra konstruktiv kritik under våra grupphandledningsmöten.

Jag vill tacka mina fantastiska vänner som stöttat mig under mina sämsta dagar, när jag inte längre visste vad jag höll på med. De fanns alltid där och hjälpte mig på spåret igen med deras kloka ord, insikter och en och annan chokladboll.

Jag vill tacka min familj som alla har läst mitt arbete och kommit med bra tips och mycket pepp. Jag vill främst tacka min pappa för hans vilja att diskutera skogsbruk med mig, när som helst på dygnet, och komma med viktiga och intressanta synpunkter som bara en äkta småländsk skogsägare kan komma med.

Slutligen vill jag även tacka min underbara sambo för hans tålamod och förståelse för mig och mina trötta kvällar efter en heldag i skolan, och att jag helt enkelt inte orkade diska då.

Referenser

- Andersson L., Bohman A., Well L. V., Jonsson A., Persson G. och Farelus J. (2015). *Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat* (SMHI Klimatologi Nr 12). SMHI.
https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.86326!/Menu/general/extGroup/attachme ntColHold/mainCol1/file/Klimatologi%20Nr%2012.pdf
- Blennow, K. (2012). *Adaptation of forest management to climate change among private individual forest owners in Sweden*. *Forest Policy and Economics*, 24, 41-47.
doi:10.1016/j.forpol.2011.04.005
- Christiansen, L. (2018). *Strukturstatistik - Statistik om skogsägande 2017* (Rapport 2018/12). Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2018/rapport-2018-12-strukturstatistik-statistik-om-skogsagande-2017.pdf>
- Eriksson, H., Bergqvist, J., Hazell, P., Isacson, G., Lomander, A., Black-Samuelsson, S. (2016). *Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket* (Rapport 2/2016). Skogsstyrelsen.
https://shopcdn.textalk.se/shop/9098/art63/48637063-1d24e7-klimatet_webb_ny.pdf
- Eriksson, H., Bergqvist, J., Isacson, G., Lomander, A. (2019). *Klimatanpassning av skogen och skogsbruket* (Rapport 2019/23). Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2019/rapport-2019-23-klimatanpassning-av-skogen-och-skogsbruket.pdf>
- Eriksson, H., Fahlvik, N., Freeman, M., Fries, C., Jönsson, A. M., Lundström, A., Nilsson, U., Wikberg, P. E. (2015b). *Effekter av ett förändrat klimat – SKA 15* (Rapport 12/2015). Skogsstyrelsen.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/skogliga-konsekvensanalyser/effekter-av-ett-forandrat-klimat-ska-rapport-12-2015.pdf>

- Eriksson, H., Hazell, P., Wågberg, P. (2015a). *Skogen i ett varmare klimat*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/miljo-och-klimat/skog-och-klimat/skogen-i-ett-varmare-klimat.pdf>
- Eriksson, L. (2018). *Effects of Policy Measures and Moderating Factors on Climate Change Adaptation Among Private Forest Owners in Sweden*. *Society & Natural Resources*, 31(4), 409-423. doi:10.1080/08941920.2017.1382629
- Felton, A., Ellingson, L., Andersson, E., Drossler, L., & Blennow, K. (2010). *Adapting production forests in southern Sweden to climate change Constraints and opportunities for risk spreading*. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 2(1), 84-97. doi:10.1108/175686910110202741
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate change 2014: Synthesis report*. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- Keskitalo, E. C. H., Pettersson, M., Ambjörnsson, E. L., & Davis, E. J. (2016). *Agenda-setting and framing of policy solutions for forest pests in Canada and Sweden: Avoiding beetle outbreaks?* *Forest Policy and Economics*, 65, 59-68. doi:10.1016/j.forpol.2015.10.011
- Kårén, O., Eriksson, U., Jansson, B., Petersson, M., Pettersson, A., Bergqvist, J., Marntell, A. (2018). *Åtgärder för att minska skador på skog* (Rapport 2018/4). Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2018/rapport-20184-atgarder-for-att-minska-skador-pa-skog.pdf>
- Lidskog, R., Sjödin, D. (2016). *Extreme events and climate change: the post-disaster dynamics of forest fires and forest storms in Sweden*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31(2), 148-155. doi:10.1080/02827581.2015.1113308
- Lodin, I., Brukas, V., & Wallin, I. (2016). *Spruce or not? Contextual and attitudinal drivers behind the choice of tree species in southern Sweden*. *Forest Policy and Economics*, 83. doi:10.1016/j.forpol.2016.11.010
- Palmer, C. H. (2017, november 16). *Lönsamt. Stormsäkert. Olagligt*. Skogssällskapet. <https://www.skogssallskapet.se/kunskapsbank/artiklar/2008-09-17-lonsamt.-stormsakert.-olagligt.html>

- Pukkala, T., Möykkynen, T., Thor, M., Rönnerberg, J., & Stenlid, J. (2005). *Modeling infection and spread of Heterobasidion annosum in even-aged Fennoscandian conifer stands*. Canadian Journal of Forest Research-revue Canadienne De Recherche Forestiere - CAN J FOREST RES, 35, 74-84. doi:10.1139/x04-150
- SMHI. (2020b). *Klimatanpassning*. SMHI.
<https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassning-samhallet/klimatanpassning>
- SMHI. (2019a, november 12). *Rapport samlar kunskap om klimatextremer i Sverige*. SMHI. <https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/rapport-samlar-kunskap-om-klimatextremer-i-sverige-1.154528>
- SMHI. (2019b, november 12). *Skogsbruk*. SMHI.
<https://www.klimatanpassning.se/hur-samhallet-paverkas/areella-naringar/skogsbruk-1.21503>
- SMHI. (2020a, april 1). *Stormskador i framtiden*. SMHI.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimat effekter/stormskador-i-framtiden-1.7080>
- SMHI. (2018, oktober 5). *Vad är RCP?* SMHI
<https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier/vad-ar-rcp-1.80271>
- Subramanian, N., Bergh, J., Johansson, U., Nilsson, U., & Sallnas, O. (2016). *Adaptation of Forest Management Regimes in Southern Sweden to Increased Risks Associated with Climate Change*. Forests, 7(1). doi:ARTN 810.3390/f7010008
- Sveriges lantbruksuniversitet. (2012, maj 25). *Produktiv skogsmark*. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/senaste-statistiken/produktiv-skogsmark/>
- Thor, M., Ståhl, G., & Stenlid, J. (2005). *Modelling root rot incidence in Sweden using tree, site and stand variables*. Scandinavian Journal of Forest Research - SCAND J FOREST RES, 20, 165-176. doi:10.1080/02827580510008347
- Weslien, J., Finér, L., Jónsson, J. Á., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T., & Sigurdsson, B. D. (2009). *Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, run-off water quality and accumulation of dead wood in a*

boreal landscape: A modelling study. Scandinavian Journal of Forest Research, 24(4), 333-347. doi:10.1080/02827580903085171

Witzell, J., Ahlström, M., Barklund, P., Bernhold, A., Blennow, K., Blomquist, M., Cleary, M., Fries, C., Åberg, A. G., Isacson, G., Lindelöw, Å., Samils, B., Valinger, E., Witzell, J., Åhman, I. (2017). *Skador på skog, del 2* (Skogsskötselserien nr 12). Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruks-skog/skogsskador/skogsskotselserien-skador-pa-skog.pdf>

Öhrn, P. (2012). Seasonal flight patterns of the Spruce bark beetle (*Ips typographus*) in Sweden : phenology, voltinism and development: Swedish University of Agricultural Sciences. https://pub.epsilon.slu.se/9095/1/ohrn_p_120926.pdf



LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund