

Klimatanpassning av skogen och skogsbruket

– mål och förslag på åtgärder



© Skogsstyrelsen, januari 2020

PROJEKTLEDARE

David Ståhlberg

PROJEKTGRUPP

Hillevi Eriksson

Jonas Bergqvist

Gunnar Isacson

Anja Lomander

GRAFISK PRODUKTION

Bo Persson

OMSLAGSFOTO

Vänster: Josefine Sköld

Höger: Mats Carlén

UPPLAGA

Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning	6
Summary	7
1 Inledning	8
1.1 Uppdraget	8
1.2 Genomförande	8
1.3 Avgränsningar	8
1.4 Förarbeten	9
1.5 Klimatanpassning i praktiken	9
1.6 Läsanvisning	10
2 Mål och anpassningsåtgärder	11
3 Pågående klimatiförändringar	15
3.1 Vad händer med utsläppen av växthusgaser?	15
3.2 Klimatiförändringar med stor betydelse för skogen	16
4 Tillväxteffekter och förädlingsmöjligheter	19
4.1 Skattade effekter på skogstillväxt	19
4.2 Möjligheter med förädling	20
5 Ökande risker och möjliga motåtgärder	22
5.1 Introduktion	22
5.2 Stormfällning	24
5.3 Torka och brand	27
5.4 Viltskador	29
5.5 Insektsskador	31
5.6 Skadegörare som nyligen kommit eller kan vara på väg	36
5.7 Rotröta och andra patogener	38
5.8 Översvämning, körsador och transportproblem	40
5.9 Erosion och ras	44
5.10 Påverkan på flyttleder och vinterbetesmarker för ren	47
5.11 Påverkan på skogens biologiska mångfald	49
6 Uppföljning av klimatanpassningsmål	53
7 Handlingsplan för Skogsstyrelsen	55
7.1 Klimatanpassning som en del i den löpande verksamheten	55

7.2	Aktiviteter för att driva på arbetet med klimatanpassning _____	55
7.3	Exempel på frågor att uppmärksamma i kommande arbete med klimatanpassning _____	57
7.4	Kommunicera och följa upp arbetet med klimatanpassning _____	58
8	Litteraturförteckning _____	59

Förord

Skogen har en samhällsviktig funktion genom att leverera virke och andra ekosystemtjänster. Skogsbruket bidrar till att forma ett hållbart samhälle genom att erbjuda alternativ till fossila råvaror samtidigt som kolförrådet bibehålls i skogen.

Klimatförändringarna medför att förutsättningarna för skogen och skogsbruket förändras. IPCC:s scenarier pekar på att vegetationsperioderna förlängs, vintrarna blir mildare och somrarna torrare. Detta påverkar i sin tur både skogens tillväxt och olika skaderisker.

Brukandet av skogen behöver klimatanpassas så att den ger en fortsatt god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden behålls och hänsyn tas till andra allmänna intressen. Det handlar både om att säkra en kostnadseffektiv och långsiktig virkesförsörjning och att kunna bevara och utveckla skogens natur- och kulturmiljövärden inklusive kvaliteter kopplade till rekreation och renskötsel.

Skogsstyrelsen har länge samlat och förmedlat kunskap om klimatförändringarnas effekter på skogen. I samverkan med sektorn tar Skogsstyrelsen nu ett första steg mot att systematiskt och fortlöpande verka för att anpassa skogsbruket så att framtidens skogar både kan stå emot skador och möta andra problem – och möjligheter – som följer av ändrade väder- och tillväxtbetingelser. Ju bättre klimatanpassad skogen blir, desto mindre behöver de framtida avverkningarna bestämmas av skador och skadegörare av olika slag.

Målen och förslagen på anpassningsåtgärder som Skogsstyrelsen lägger fram i rapporten är en redovisning av det uppdrag om klimatanpassning som följer av förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

Herman Sundqvist,
Generaldirektör, Skogsstyrelsen

David Ståhlberg
Utredare, Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Längre växtsäsonger betyder vanligen ökad skogstillväxt. Sommartorka, minskad vintertjäle, ökad frekvens av skyfall och andra effekter av ett ändrat klimat medför samtidigt ökade risker i form av angrepp av gamla och nya skadegörare, stormskador, erosions- och körskador med mera.

Skogsstyrelsen har analyserat skogens och skogsbrukets sårbarhet för klimatförändringar och har efter samråd med sektorn tagit fram effektmål och förslag på anpassningsåtgärder. Målen syftar till att bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi. De syftar också till att motverka negativa effekter på andra samhällsvärden och till att underlätta renskötselns klimatanpassning.

Skador begränsas i närtid genom väl fungerande system för övervakning och krisberedskap. Under detta mål finns preciseringsområden om högsta volym insektsdödad skog (årsgenomsnitt), stubbehandling mot rotröta samt högsta skogsbrandsareal (årsgenomsnitt exklusive naturvårdsbränningar).

Skador förebyggs långsiktigt och kostnadseffektivt genom att skogen är ståndortsanpassad och stormsäker och har hög grad av variation. Under detta mål finns preciseringsområden om lägsta andel tallföryngring på torra marker, högsta andel viltskadade tallplantor, riskspridning i form av lägsta andel bland- och lövskog samt ökad kunskap om att skapa stormtåliga beståndskanter inför framtiden.

Skogsbruket utvecklas så att skador på miljö och andra samhällsvärden inte ökar över tid. Under detta mål finns preciseringsområden om antal körskador, alternativ till hyggesbruk på högriskobjekt för erosion, begränsad hyggesareal per avrinningsområde, areal återställd våtmark samt förbättrad påverkan på marklavtillgång och flyttleder för renskötseln.

De olika målområdena går in i varandra och det kan även finnas synergier med andra samhällsmål. Färre stora hyggen innebär till exempel både en minskad risk för vattenrelaterade skador nedströms och en större variation på landskapsnivå till nytta för biologisk mångfald och friluftsliv.

Genom aktiva val i sin skötsel kan skogsägare anpassa skogen så att den bättre klarar framtidens klimat. Skogsstyrelsen och andra myndigheter, liksom forskningsorganisationer, kan samla in data, utveckla och förmedla kunskap, samverka med varandra och på andra sätt bidra till, och skapa förutsättningar för, klimatanpassning på kort och lång sikt. Under perioden 2020–2024 avser Skogsstyrelsen särskilt att knyta samman klimatanpassning med produktion och hållbar tillväxt i satsningar inom Skogsprogrammet och inom ramen för myndighetens arbete med sektorsdialoger.

Målen och förslagen som Skogsstyrelsen lägger fram här är ett första steg mot att i samverkan med sektorn systematiskt och fortlöpande verka för, och följa upp, skogsbrukets klimatanpassning i nutid och inför framtiden. Rapporten är en redovisning av det beting som följer av förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

Summary

Adaption of forests and forestry in Sweden to climate change: Objectives and proposals for action

Longer growth seasons normally mean increased forest growth. Summer drought, reduced availability of frozen winter soils, higher frequency of extreme precipitation and other effects of a changed climate will at the same time increase various risks, such as infections by present and new pests, storm felling and soil/water damage from forest vehicles.

The Swedish Forest Agency has accomplished an analysis of vulnerability of forests and forestry to climate change and has put forward impact objectives and suggested adaption measures after consulting stakeholders. The objectives aim at maintaining a profitable forestry with an evenly spread wood delivery over time, while avoiding increased negative effects on other societal values and facilitating improved possibilities to climate adaption for reindeer keepers.

In near time, forest damage is counteracted through well-functioning systems for surveillance and crisis management. Under this objective, there are subgoals on maximum volume of insect-killed wood (annual mean), stump treatment to avoid butt rot and maximum area of burned forest (annual mean of undeliberate forest fire).

In the long-term, damage is cost effectively counteracted through the formation of site adapted forests with reduced sensitivity for storm-felling and high level of variation. Here, subgoals are on minimum share of regeneration with pine on dryer soils, maximum share of pine plants damaged from browsing, risk spreading through minimum shares of mixed and broadleaf forest and improved knowledge on how to create less storm-sensitive stand edges for the future.

Forestry develops to avoid increasing damage on the environment and other societal values over time. Here, subgoals are on maximum number of soil/water damage from forest vehicles, alternatives to clear-cutting on high-risk objects for erosion, reduced area of clear-cuttings within a watershed area, area of reestablished wetland on formerly drained land and an improved impact on ground lichen availability and migration routes for the reindeer keeping.

The various objectives overlap to some degree and there are also synergies with other societal goals. For example, a reduced share of large clear-cut areas will mean reduced risk for water-related downstream damage and more variation at the landscape level useful for biodiversity as well as for human visitors.

Through active silvicultural choices, forest owners can adapt their forests to cope better with the future climate. The Swedish Forest Agency and other authorities and researching organisations can collect data, develop and communicate knowledge and facilitate adaption measures in other ways. During 2020–2024, the Swedish Forest Agency intends to synchronize tasks about climate change adaptation with tasks about wood production and sustainable growth under the Swedish Forest Programme umbrella and within dialogues with stakeholders.

The report is put forward due to the Swedish regulation (2018:1428) about authorities work with climate change adaptation and should be considered as a first step to promote and monitor climate change adaptation in a systematic and dialogue-based way.

1 Inledning

1.1 Uppdraget

Skogsstyrelsen har genom förordningen om myndigheters klimatanpassningsarbete fått i uppdrag att arbeta fortlöpande med klimatanpassning.¹ Uppdraget innebär ett ökat ansvar att verka för att skogsbruket vidtar anpassningsåtgärder så att framtidens skogar både kan stå emot skador och kan möta andra problem – och möjligheter – som följer av ändrade väder- och tillväxtbetingelser. Detta gäller skogens alla värden.

Enligt förordningen ska Skogsstyrelsen under ett inledande år göra (1) en klimat- och sårbarhetsanalys för skogssektorn, (2) ta fram mål för klimatanpassning och (3) specificera i en handlingsplan hur målen ska nås. Betinget ska redovisas till SMHI och Regeringskansliet. Därefter ska Skogsstyrelsen följa upp arbetet med klimatanpassning varje år. Klimat- och sårbarhetsanalysen ska uppdateras minst vart femte år. Ett 30-tal andra sektorsmyndigheter har fått motsvarande uppdrag. Länsstyrelserna har i uppdrag att stå för viss tvärsektoriell samordning av klimatanpassningsarbetet på länsnivå. SMHI har ett samordnande ansvar och ska under 2020 sammanställa en syntesrapport utifrån underlag från de övriga myndigheterna.

1.2 Genomförande

Skogsstyrelsen redovisar i den här rapporten en klimat- och sårbarhetsanalys för skogssektorn, effektmål² med bäring på skogsskötsel och det framtida skogstillståndet, förslag på anpassningsåtgärder samt en handlingsplan för hur Skogsstyrelsen ska verka för att nå målen.

Klimat- och sårbarhetsanalysen har syftat till att identifiera de största riskerna så som de ser ut i nuläget samt på medellång (2050) och lång (2100) sikt ifall inga åtgärder vidtas. Målen och förslagen på åtgärder är framtagna efter samråd med sektorn och bygger på nämnda riskvärdering.

1.3 Avgränsningar

Uppdraget är begränsat till klimatanpassning (eng.: *adaption*). Det ingår inte att sätta mål och föreslå åtgärder för hur skogen kan dämpa klimatförändringar genom att binda in kol och ersätta fossila resurser (eng.: *mitigation*). Dessa aspekter beaktas dock indirekt genom att klimatanpassningen syftar till att säkra den långsiktiga skogsproduktionen.

Fokus för rapporten är att möta ökade skaderisker och andra problem som kan komma att förvärras om inga anpassningsåtgärder vidtas. Samtidigt är rapporten

¹ Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete trädde i kraft den 1 januari 2019. Enligt 4 § ska Skogsstyrelsen ”inom sitt ansvarsområde och inom ramen för sina uppdrag initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning.” Med klimatanpassning avses enligt 3 § ”åtgärder som syftar till att skydda miljön, människors liv och hälsa samt egendom genom att samhället anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat kan medföra”.

² I förordningen talas det om ”mål för en myndighets arbete med klimatanpassning inom det egna verksamhetsområdet”.

öppen för att klimatförändringar också kan innebära möjligheter för ökad skogsproduktion genom bland annat längre växtsäsonger. Att arbeta långsiktig för att förebygga ökade skaderisker är en förutsättning för att tillvarata denna möjlighet.

I rapporten har Skogsstyrelsen valt att teckna risker i stora drag och att särskilt lyfta fram långsiktiga aspekter av klimatanpassning. Krisberedskap, övervakning och andra insatser i närtid finns med i rapporten, men får mindre utrymme eftersom Skogsstyrelsen redan har ett tydligt åtagande att arbeta med, kommunicera och utveckla dessa insatsområden. Inom ramen för förordningen om klimatanpassning har Skogsstyrelsen dock ett ansvar att se till så att det kortsiktiga och långsiktiga arbetet samspelar.

Rapporten är begränsad till primärproduktionen. Klimatanpassning av skogsindustrin ingår inte. Inget av förslagen till klimatanpassningsåtgärder är avsett att vara en uttolkning i någon juridiskt bindande mening.

1.4 Förarbeten

Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) föreslog att Skogsstyrelsen med flera myndigheter skulle få i uppdrag att fortlöpande arbeta med klimatanpassning inom sina respektive ansvarsområden. Förslaget upprepades av Miljömålsberedningen (SOU 2014:50) och av SMHI i Kontrollstation 2015 (SMHI 2015).³ Samma år, 2015, lyftes klimatanpassning fram som ett särskilt delmål i Agenda 2030. Med hänvisning till genomförandet av de globala hållbarhetsmålen framhöll så regeringen i Nationell strategi för klimatanpassning (Regeringens prop. 2017/18:163) att tidigare nämnda myndigheter skulle ansvara för att initiera, stödja och utvärdera arbetet med klimatanpassning inom sina respektive verksamhetsområden. Detta ansvar skulle regleras i en förordning. Efter riksdagsbehandling och beslut av regeringen trädde förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete i kraft den 1 januari 2019.

1.5 Klimatanpassning i praktiken

I den bredare debatten om skog och klimatförändringar tenderar klimatanpassning att hamna i skuggan av skogens potentiella förmåga att motverka eller dämpa klimatförändringar. Skogsstyrelsen har inom ramen för den här utredningen fört samtal med företrädare för sektorn för att få en överblick över hur skogsnäringen och andra intressenter såsom miljöorganisationer och renskötseln ser på och arbetar med klimatanpassning.

Det finns en klar medvetenhet om att klimatförändringarna innebär ökade skaderisker och att det finns olika möjligheter att agera på flera av dem, men att det är svårt att veta i vilken utsträckning. De stora skogsägarföreningarna har tillsammans tagit fram ett övergripande dokument om skogen och klimatet (LRF 2013). Efter sommartorkan 2018 finns det en allmänt växande oro för vad klimatförändringen ska föra med sig i form av extrema väder och följdverkningar av det. Sametinget har tagit fram en handlingsplan för klimatanpassning där ökad samverkan med Skogsstyrelsen lyfts fram som en prioriterad åtgärd (Sametinget 2017).

³ Det kan noteras att Miljökvalitetsmålet Ingen klimatpåverkan, inklusive etappmål och målprecisering, saknar skrivningar om klimatanpassning.

Miljöorganisationerna har hittills haft en låg profil när det gäller klimatanpassning.

I samtalen med Skogsstyrelsen lyfter flera av företrädarna för skogsnäringen fram pågående arbeten med att uppdatera skötselinstruktioner och rådgivningsmaterial med hänsyn till bland annat ökade skaderisker. De strategiska ansatserna varierar dock, och flera av företrädarna uttrycker viss otillfredsställelse över att inte ha fått fart på det långsiktigt förebyggande arbetet i den omfattning som skaderiskerna motiverar. Det finns också tendenser till att enskilda skadehändelser, om än storskaliga sådana, styr prioriteringarna till nackdel för ett mer långsiktigt arbetssätt. Samtidigt finns det en rad exempel på mer systematiska angreppssätt, såsom arbete med brandförebyggande åtgärder och arbete kring viltproblematiken, liksom projekt som drivs genom Skogforsk. Samverkansprocess Skogsproduktion har också bidragit till att lyfta frågor om skogsskador och förebyggande skötsel.⁴

Sammantaget uppfattar Skogsstyrelsen att det finns ett fortsatt behov av branschövergripande eller samlade strategier som tydligt driver på och är vägledande för arbetet på mer operationell nivå.

1.6 Läsanvisning

Kapitel 1 ger en kortfattad bakgrund och introduktion till uppdraget.

Kapitel 2 är rapportens kärna i form av effektmål för klimatanpassning och förslag på anpassningsåtgärder. Målen och förslagen motiveras i de efterföljande kapitlen.

Kapitel 3 ger en allmän beskrivning av klimatförändringarna och lyfter fram sådant som har särskilt stor betydelse för skogen och skogsbruket i Sverige.

Kapitel 4 beskriver möjlig påverkan på skogstillväxt och virkesskörd samt anpassningsmöjligheter via förädling.

Kapitel 5 innehåller en systematisk genomgång och värdering av olika risker samt beskrivning av vilka åtgärder som behöver vidtas för att möta riskerna.

Kapitel 6 beskriver hur Skogsstyrelsen ska följa upp målen.

Kapitel 7 beskriver i en handlingsplan hur Skogsstyrelsen ska verka för att nå målen.

⁴ <https://www.skogsstyrelsen.se/om-oss/var-verksamhet/projekt/samverkansprocess-skogsproduktion/>

2 Mål och anpassningsåtgärder

Fördjupande bakgrundsbeskrivningar och analyser till stöd för målen och åtgärdsförslagen finns i efterföljande kapitel.

Skogsstyrelsen har efter samråd med sektorn tagit fram övergripande effektmål med avseende på det framtida skogstillståndet. Till målen hör uppföljningsbara preciseringar och förslag på skogsbruksåtgärder och andra anpassningsåtgärder för att nå dem. Målen syftar till att

- (1) bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi både i närtid och på medellång/lång (2050–2100) sikt och
- (2) motverka negativa effekter på samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden samt underlätta renkötselns klimatanpassning.

Gränserna mellan de olika målområdena är inte vattentäta. Enskilda preciseringar och åtgärder kan ha relevans för flera mål. Ytterst handlar det om att uppnå hållbarhet i vid mening varvid ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet hänger ihop. Utan klimatanpassning i skogsbruket finns ökade risker både för skogsskador och påverkan på andra samhällsvärden. En kort sammanställning av de mest överhängande riskerna finns i tabell 1 nedan.

Målen och förslagen till åtgärder är generellt formulerade. Det handlar inte om att varje enskild skogsägare ska göra allt, eller att skogsbruket ensamt ska ansvara för att nå målen. Däremot kan enskilda skogsägare, stora som små, ha ett eget intresse i att bidra till att målen nås. Skogsstyrelsen och andra myndigheter, liksom forskningsorganisationer, har å sin sida ett ansvar att samla in data, utveckla och förmedla kunskap, samverka med varandra och på andra sätt bidra till, och skapa förutsättningar för, klimatanpassning på kort och lång sikt.

Förslagen på konkreta anpassningsåtgärder, som följer efter målen nedan, är företrädesvis riktade till skogsägare och andra aktörer som planerar och utför skogsbruksåtgärder. Exempel på hur Skogsstyrelsen kan verka för att nå målen finns i handlingsplanen i kapitel 7.

1a. Skador begränsas i närtid genom väl fungerande system för övervakning och krisberedskap

- Mängden insektsdödad skog är i genomsnitt högst 500 000 kubikmeter per år under 2020-talet
- Barrskogsdominerad skog stubbehandlas mot rotröta i hög omfattning vid förnygringsavverkning och gallring under vegetationssäsongen
- Den genomsnittliga skogsbrandsarealen är i genomsnitt högst 1 000 hektar per år under 2020-talet; avsiktliga naturvårdsbränningar ingår inte

1b. Skador förebyggs långsiktigt och kostnadseffektivt genom att skogen är ståndortsanpassad och stormsäker och har hög grad av variation

- Andelen tall är minst 80 procent i föryngring på torr mark i respektive landsdel från och med andra halvan av 2020-talet
- Varje år skadas högst fem procent av tallplantorna av viltbete på vanlig mark och högst två procent på marker med låg bonitet
- Blandskogs- och lövandelen bibehålls eller ökar under 2020-talet i samtliga landsdelar jämfört med 2010-talet
- Det finns väl underbyggda råd om hur man kan skapa stormtåliga hygeskanter via beståndsanläggning och -skötsel senast år 2024 och en utbredd kännedom om dessa råd bland skogsägare

Förslag på anpassningsåtgärder för att bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi både i närtid och på medellång/lång (2050–2100) sikt. Skogsägare med flera kan:

- Undvika att föryngra med gran på torr mark i hela landet, i syfte att motverka främst granbarkborren men även andra skadeinsekter
- Motverka viltbetesskador där dessa är stora så att det blir möjligt att föryngra med tall på all torr mark och så att naturlig föryngring av rönn, asp, sälg och ek tillåts bidra till variationen i den nya skogen
- Blanda gran, tall och löv på olika sätt då många skadeinsekter, inklusive granbarkborren, blir mindre intresserade om det inte bara doftar av deras målträds slag – och om ett träds slag i en blandskog angrips av en skadeinsekt eller en patogen kan det gå att saneringsgallra
- Eftersträva en hög variation på fastighets- eller tusenhektarsnivån i form av olika träds slag och åldrar, välskött skog, kontinuitetsskog, måttligt stora bestånd, tillgång på död ved och skog med naturvårdsmål och bibehålla en god genetisk variation i landskapet, i syfte att motverka risken att en viss skadeinsekt eller patogen ger utbredda skador
- Vid beståndsanläggning och -skötsel tänka på vilka kanter som någon gång i framtiden kommer att bli vindexponerade till följd av avverkning av intilliggande bestånd och där försöka skapa stormtålig skog med hjälp av andra träds slag än gran eller genom tidig, hård röjning och gallring
- Undvika att gallra i skog som är över 20 meter hög (ungefärligt riktvärde) och att överhålla träds lags ren granskog lång tid efter rekommenderad slutavverkningsålder, åtminstone upp till södra Norrland.
- Efterleva rekommenderade åtgärder vid insektsangrepp
- Stubbehandla i rotrötefria barrskogar i samband med avverkning i framförallt Götaland och Svealand och byta träds slag där angreppen varit betydande
- Bygga och underhålla skogsbilvägar bättre för varmare vintrar, byta feldimensionerade vägtrummor som inte tål förväntade extremflöden och komplettera med nya vägtrummor där det saknas
- Satsa på förädling av fler träds slag, exempelvis lärk, ek och gråal, och förstärka arbetet med resistens i skogsträds förädlingen av gran och tall

2. Skogsbruket utvecklas så att skador på miljö och andra samhällsvärden inte ökar över tid

- Skogsbruket tillämpar planering och teknik så att det blir färre körskador i skogen under 2020-talet än under 2005–2015
- Alternativ till trakthyggesbruk tillämpas vid huvuddelen av anmäld avverkning på brant, instabil mark där erosion, ras eller skred kan skada samhällsviktiga funktioner eller vattendrag med registrerade höga miljövärden
- Under 2020-talet minskar hyggesarealen per avrinningsområde jämfört med 2010-talet så att vattenrelaterade skador nedströms motverkas
- Skogsbruksåtgärder som har negativ påverkan på vinterbetestillgång och flyttleder för renkötseln minskar och en positiv påverkan via riktad röjning och gallring ökar under 2020-talet jämfört med tidigare
- Under 2020-talet återställs minst 20 000 hektar dikad skogsmark till våtmark

Förslag på anpassningsåtgärder för att motverka negativa effekter på samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden samt underlätta renkötseln klimatanpassning. Skogsägare med flera kan:

- Planera och använda tekniker så att allvarliga körskador förhindras, bland annat genom att ställa krav på entreprenörer
- Planera körning noggrant och undvika att kalavverka där erosion, ras eller skred skulle kunna skada infrastruktur, tomter, samhällsviktiga funktioner eller biologiskt värdefulla vatten
- Analysera påverkan av hyggesupptagning med avseende på risken för skadlig avrinning nedströms vid extrema nederbördsepisoder och minska förekomsten av stora hyggen så att risken för skadlig avrinning motverkas där vägtrummor eller annan infrastruktur inte är rätt dimensionerade
- Komplettera antalet och byta feldimensionerade vägtrummor i skogsbilvägar som inte tål förväntade höga vattenflöden och som hindrar fiskens vandring vid låga flöden
- Planera skogsbruksåtgärder så att tillgången på vinterbete och klimatanpassade flyttleder för renen förbättras; undvik exempelvis contorta i viktiga områden och prioritera riktad röjning och gallring av kommande betesmarker
- Använda skonsam eller ingen markberedning på lavrik mark och andra viktiga lavbärande marker i vinterbetesområden, så att en återhämtning av marklavtillgången möjliggörs
- Anpassa avverkningsav hänglavsbärande skog i vinterbetesområden så att hänglavstillgången bibehålls eller ökar
- Bredda skyddszonerna runt miljöer som hyser fuktberoende flora och fauna (branter, kärr, surdrag, bäckar, sjökanter etc.) och restaurera våtmarker i ökad utsträckning för att förbättra fukt- och vattentillgången för skogens mångfald under allt torrare somrar
- Utveckla hänsynsåtgärder för biologisk mångfald, till exempel genom att aktivt skapa döende träd (veteranisering) och död ved i skogar där det råder brist på sådana strukturer, så att populationer av hotade arter ges ökade möjligheter att förflytta sig norrut

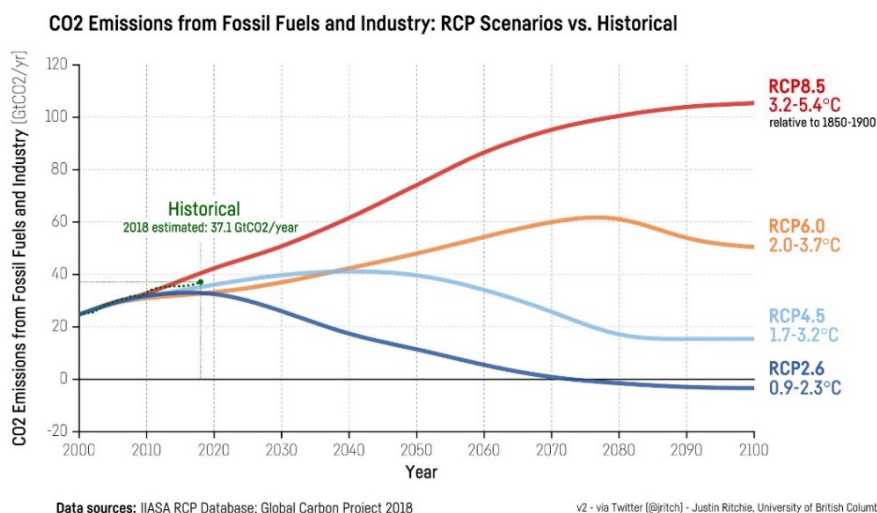
Tabell 1. Exempel på ökade risker för skogsskador och negativ påverkan på andra samhällsvärden utan klimatanpassning.

<i>Stormfällning, främst till följd av minskande tillgång på tjäle</i>
<i>Skogsbrand, till följd av fler år med extrem marktorka</i>
<i>Viltbete på plantor, då viltet överlever vintrarna bättre och fler arter av klövvilt breder ut sig norrut</i>
<i>Granbarkborreskador, främst till följd av snabbare uppförökning, ökad stormfällning och torka samt ökande granandel i delar av landet</i>
<i>Utbredning av rotröta, då spridningsrisken ökar när vintrarna blir kortare</i>
<i>Skador från andra skadegörare – befintliga och nya – som gynnas av det nya klimatet</i>
<i>Körskador på mark med negativ inverkan på vattenekosystem, vattenkvalitet, kulturvärden och framkomlighet, till följd av varmare och blötare vinterhalvår</i>
<i>Extrem avrinning och erosion med påföljande skador på infrastruktur och andra samhällsviktiga funktioner</i>
<i>Svårigheter för renskötseln kopplade till vinterbete och flyttleder där skogsbruket inverkar</i>
<i>Negativa effekter på skogens biologiska mångfald, bland annat till följd av ökat migrationsbehov, torrare somrar och tätare skogar</i>
<i>Successivt ökande kostnader till följd av ovan nämnda skador</i>

3 Pågående klimatförändringar

3.1 Vad händer med utsläppen av växthusgaser?

Klimatutvecklingen i Sverige beror på vilken utveckling de globala växthusgasutsläppen kommer att ha. För närvarande finns flera positiva tecken i utvecklingen. Även om växthusgasutsläppen fortsätter att öka globalt så har ökningstakten avtagit (figur 3.1).⁵ I Europa och USA har utsläppen minskat under 2000-talet. Under 2019 har klimatfrågan lyfts på ett uttalat sätt av politiker, organisationer med flera. Ny förnybar elproduktion kan i stora delar av världen konkurrera prismässigt med kolbaserad el. Många länder och så kallade ländergrupper sätter mål om radikala minskningar av utsläppen till 2030. Det är dock ännu svårt att se att minskningen i utsläpp kommer att ske i den takt som behövs för att inte temperaturökningen ska utlösa effektförstärkande mekanismer⁶ som kan leda till en ske-
lande feed-back loop.



Figur 3.1. Antagen global utsläppsutveckling inom fossilbränsle- och industrisektorer för fyra olika utvecklingsscenarier (RCP) samt verkliga utsläpp inklusive skattade för 2018 (prickad linje).

För närvarande ligger utsläppskurvan någonstans mellan utsläppsscenarierna RCP8.5 och RCP4.5 (figur 3.1)⁷. Ju längre tid det tar innan utsläppen når ner till RCP4.5-linjen och ju långsammare minskningstakt, desto mer likt RCP8.5-klimatet kan vi förvänta oss fram till 2050 och även på längre sikt. Baserat på den pågående utvecklingen är det fortfarande möjligt att den globala utsläppen under kommande 80 år kan hamna någonstans mellan RCP4.5 och RCP2.6.

Det finns en betydande osäkerhet i hur väl klimatmodellerna skattar klimatutvecklingen, då modellerna bara kan testas mot det klimat som varit. Sommaren 2018 var enligt SMHI *exceptionell* (värre än extrem) med sin kombination av

⁵ Åren 2014–2016 stod utsläppen t.o.m. stilla på samma nivå, men sedan dess har de ökat igen.

⁶ T.ex. metanavgång från uppvärmda tundrajordar och minskad reflektion av kortvågig strålning till följd av bortsmält snö och is.

⁷ Representative Concentration Pathways-figur

värme och torka, sett i relation till den skattade klimatutvecklingen för den utsläppsnivå vi legat på. Ett högtryck 'låste fast sig' över stora delar av Europa under över en månad. Antingen var detta en mycket ovanlig sommar, eller så var det en indikation på att modellerna underskattar risken för denna företeelse.

Tills vidare bedömer Skogsstyrelsen att skogssektorn bör ta höjd för att extremerna kan bli värre än vad som skattas för respektive RCP-scenario. Detta förändrar bilden i viss mån jämfört med tidigare analyser, till exempel den som gäller referensscenariot i den senaste skogliga konsekvensanalysen (SKA 15; Skogsstyrelsen 2015).⁸

3.2 Klimatförändringar med stor betydelse för skogen

*Informationen i detta avsnitt är hämtad från SMHI:s hemsida om inget annat anges.*⁹

Högre årsmedeltemperatur och längre vegetationsperiod

Fram till tioårsperioden runt år 2050 skattas en höjning av årsmedeltemperaturen på mellan drygt två grader (RCP4.5) och tre grader (RCP8.5) för Sverige i medeltal jämfört med perioden 1961–1990. Fram till 2010–2017 var den faktiska temperaturhöjningen drygt en grad. Till perioden 2070–2100 skattas höjningen ha blivit tre respektive fem grader. Varje grads höjning motsvarar en klimatförskjutning 15 mil söderut eller 140 meter längre ned i höjdlädd.

På motsvarande sätt skattas att vegetationsperioden förlängs med en till två månader för RCP4.5 och två till tre månader för RCP8.5 i hela landet till 2070–2100 jämfört med 1970–2000. Trots att temperaturökningen blir större i absoluta tal i norr ökar vegetationsperiodens längd mer i söder. Det beror på att det finns fler dagar i söder under senhöst och tidig vår som ligger nära temperaturintervallet för vegetationsperiod.

Högre årsnederbörd men ökad risk för torka på grund av högre avdunstning

Nederbörden över Sverige förväntas öka med 15–20 procent till perioden 2071–2100 jämfört med 1960–1990 för RCP4.5 och ytterligare cirka tio procent för RCP8.5. En tydlig ökning syns redan i SMHI:s statistik för senare decennier.

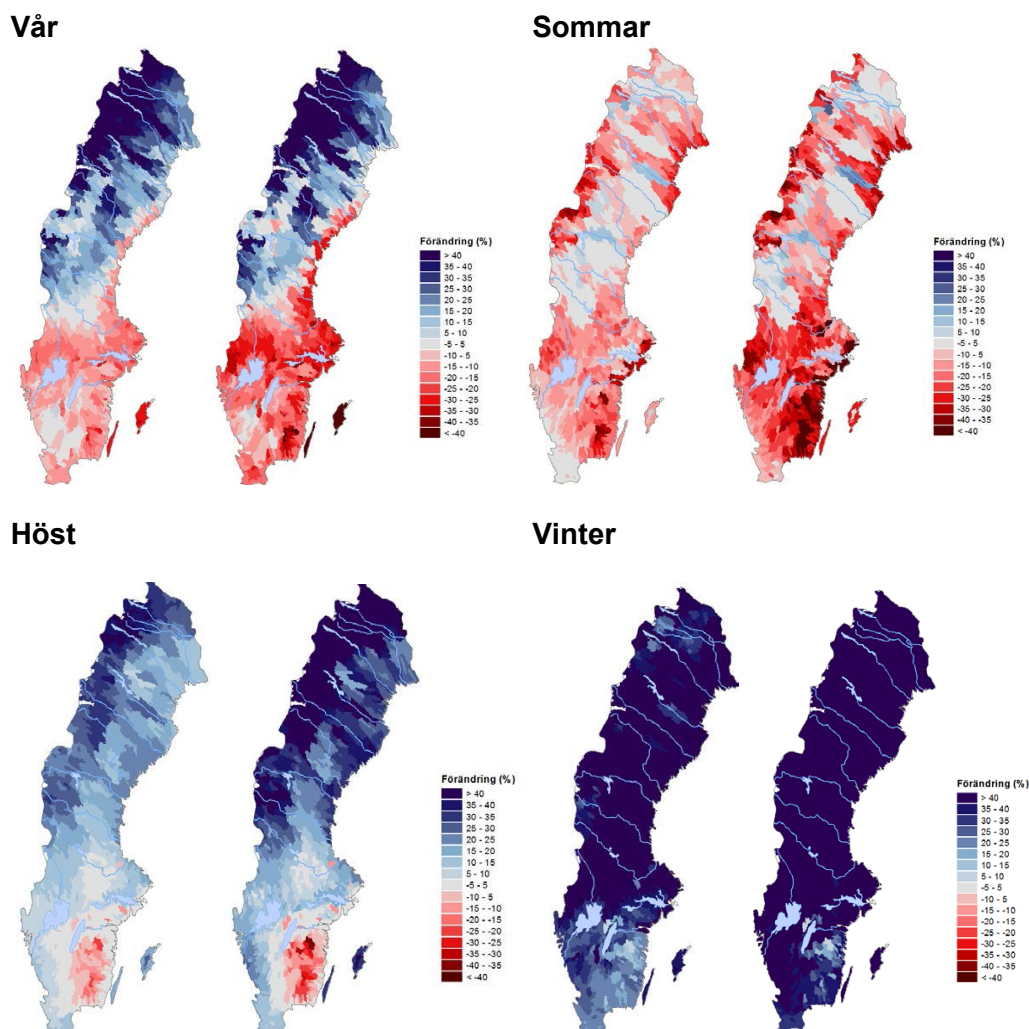
I högre grad än för temperaturen gäller att variationerna är stora mellan olika år och olika decennier. Nederbördsökningen för RCP4.5 beräknas bli allra störst under mars till maj i Norrland. I Götaland och större delen av Svealand beräknas ökningen bli liten eller ingen alls under sommar och höst.

I hela landet gäller att antalet dagar med kraftig nederbörd förväntas öka, för RCP4.5 med fyra till åtta dagar och för RCP8.5 med sex till tolv dagar. Att regnet i något högre grad faller i samband med åska kan också göra att nederbörden blir

⁸ Skogsstyrelsen gör i samarbete med SLU skogliga konsekvensanalyser (SKA) med några års mellanrum. Analyserna utgår från ett antal scenarier där Sveriges skogar nyttjas och sköts på olika sätt och visar vilka konsekvenser dessa skillnader kan innebära för skogtillstånd och skogstillväxt på 100 års sikt.

⁹ www.smhi.se/klimat/framtids-klimat/klimatscenarioer/

ojämnare fördelad i landskapet under sommaren. Som en följd av varmare vintrar med mer nederbörd blir snöfallet ojämnare och blötare. I medeltal minskar snötillgången över tiden. För RCP8.5 beräknas förändringsmönstret bli likartat trots att nederbördsökningen blir dubbelt så stor.



Figur 3.2. Förändring (%) av vattentillgång vår, sommar, höst och vinter mellan referensperioden 1963–1992 och perioden 2069–2098 för RCP4.5 (vänster) och RCP8.5 (höger). Ju rödare desto torrare och ju blåare desto blötare i medeltal.

Risken för sammanhängande perioder utan regn kommer att ändras relativt lite i Sverige, med en–två dagars förkortning av den i genomsnitt längsta regnfria perioden per år i större delen av landet och en viss ökning bara längs kusten längst i söder. Avdunstningen och växternas transpiration ökar emellertid till följd av högre temperaturer under växtsäsongen och risken för marktorka beräknas sammantaget öka under våren i nästan hela Götaland och Svealand och längs kusten i södra Norrland (figur 3.2). Under sommaren beräknas risken för marktorka öka i större delen av landet. Den beräknas ha ökat med mellan fem och 15 dagar redan till 2020–2030 jämfört med perioden 1963–1992, mer i öster och mindre i nordväst. Även under hösten beräknas risken för marktorka öka i östra Götaland.

Vintertid beräknas markvattentillgången öka i större delen av landet, liksom den gör höst och vår för stora delar av Norrland (figur 3.2).

Nettoeffekten av ökad nederbörd och avdunstning beräknas innebära genomsnittligt höjda grundvattennivåer med mellan en och ett tiotal centimeter i större delen av landet till mot slutet av seklet, varav en del alltså redan inträffat. Denna höjning av grundvattennivån märks således främst under vintern. På sommaren blir nivåerna istället i genomsnitt lägre, utom möjligen i delar av Norrlands inland. I de sydöstra delarna av landet kan grundvattennivåerna däremot komma att sjunka i genomsnitt över året.

Kortare snöperiod, regn istället för snö och mindre vårflood

Den del av året som det finns ett sammanhängande snötäcke blir minst en månad kortare i alla scenarierna för 2071–2100 relativt 1961–1990. I Skåne och längs Götalandskusten försvinner snön så gott som helt. Delar av Svealand och Norrlandskusten får mellan två och fyra månaders förkortning av snösäsongen.

Antalet nollgenomgångar – tillfällen då temperaturen passerar nollstrecket uppåt eller nedåt – kommer enligt SMHI:s bedömningar att minska totalt sett över året i hela landet. Under själva vintermånaderna ökar dock frekvensen i norra Sverige för både RCP4.5 och RCP8.5. Eftersom nederbörden vintertid ökar kan risken för en kombination av blöt snö och temperatur nära nollan öka.

I landets södra delar väntas mycket av vinternederbörden att falla som regn istället för snö. Det leder till att vattenflödena under vintern beräknas öka och att vårflooden blir mindre tydlig eller uteblir helt. Under vintern ökar risken för översvämning i många sydsvenska vattendrag och sjöar och då främst i system med stora tillrinningsområden. Även i de norra delarna av landet förväntas vårflooden minska och komma tidigare. Under somrarna visar klimatscenarierna däremot på lägre vattenflöden och längre perioder med låga flöden. Sammantaget beräknas översvämningsriskerna minska i medeltal.

De allra högsta vattenflödena (med en återkomsttid på 100 år) i vattendragen beräknas öka i stora delar av landet, utom i Norrlands inland och norra kustland samt nordvästra Svealand där de högsta flödena skapas av snösmältning under våren (Eklund m.fl. 2015).

4 Tillväxteffekter och förädlingsmöjligheter

4.1 Skattade effekter på skogstillväxt

Vid de senaste skogliga konsekvensanalyserna (SKA 15) använde Skogsstyrelsen och SLU modellpaketet Heureka för att skatta landets framtida skogstillstånd och skogstillväxt utifrån olika scenarier (jfr avsnitt 3.1 ovan). Utsläppsscenario RCP4.5 användes som referensscenario och RCP 8.5 som alternativt scenario. Båda scenarierna visade på mer än 20-procentigt ökad skogstillväxt i hela landet, framförallt till följd av längre vegetationsperiod (Claesson m.fl. 2015; Eriksson m.fl. 2015).¹⁰ Procentuellt beräknades ökningen bli högst i norr och i absoluta tal i söder.

En osäkerhet i modellen gäller effekten av sänkt tillgång på markvatten under vegetationsperioden i stora delar av landet (jfr figur 3.2). I Heureka finns en modul för att skatta effekten av markvattentillgången på skogstillväxten så som den ges av SMHI:s simuleringar av klimatutvecklingen runtom i landet under olika utsläppsscenarier. Modulen är baserad på den så kallade BIOMASS-modellen som i sin tur är parametriserad utifrån befintliga fältförsök där vattentillgångens inverkan på produktionen undersökts. Det är osäkert hur pass väl modellen fångar upp minskad skogstillväxt på olika marker under perioder med vattenunderskott. Det återstår fortfarande att testa om det på ett tillförlitligt sätt går att isolera perioder med vattenunderskott och jämföra tillväxten med normala förhållanden. För SKA-15-analysen användes medelvärden från nio klimatmodeller.

Andra modeller än Heureka pekar i mindre positiv riktning när det gäller klimatförändringarnas inverkan på produktionen. En nyligen gjord analys där modellen LPJ-GUESS användes pekade dels mot större tillväxtreduktion i södra Sverige till följd av perioder med vattenunderskott, dels att val av klimatmodell spelar stor roll (Jönsson och Lagergren 2019). En analys baserad på ForSAFE-modellen gav resultatet att tillväxten kan komma att avta i södra Sverige och indikerade att det är sommarnederbörden och inte årsnederbörden som spelar störst roll för tillväxten (Belyazid och Zanchi 2019). En finsk tillväxtframskrivning pekar mot att tillväxten ökar i norr och avtar i södra Finland, trots att skillnaden i framtida vattenbalans inte skiljer mycket från svenska förhållanden (Ge m.fl. 2011). Det finns behov av att fortsätta att utveckla befintliga modeller och att samarbeta kring att jämföra modellerna med varandra för att bättre kunna skatta framtida tillväxt och avverkningsmöjligheter.

Kommande resultat från årsringsmätningar i Riksskogstaxeringen kommer att ge en indikation på hur tillväxten påverkades år 2018 relativt mer normala år i olika landsdelar.

¹⁰ 21 respektive 37 procent till 2070–2100 jämfört med 1970–2000 vid lika virkesförråd och förutsatt 00-talets skogsbruk.

4.2 Möjligheter med förädling

Förädling för att tillvarata ökad tillväxtpotential

Gran och tall är bra på att ta tillvara en tidigare start av tillväxtperioden, då tillväxtstarten styrs av temperatursumman. På hösten styrs tillväxtavslutning och invintring främst av dagslängden. Det betyder att den ökade tillväxtpotentialen som klimatförändringen ger inte utnyttjas helt av autoktona genotyper, dvs icke-förädlade med ett lokalt ursprung. Av den anledningen arbetar man i förädlingsprogrammen av gran och tall med att långsiktigt anpassa skogsodlingsmaterialet för att kunna klara exempelvis mildare vintrar (Rosvall m.fl. 2016). För närvarande rekommenderar Skogforsk att man väljer skogsodlingsmaterial som är anpassat till det klimat som väntas råda om ungefär en halv omloppstid.¹¹ Vidare adresseras känsligheten för klimatskador från frost och vissa skadegörare som rotröta, förskate och askskottsjuka i förädlingen.

För gran och tall finns förädlingspopulationer om ungefär 1 000 träd per trädslag vilka uppdelas i cirka 20 separata delpopulationer. Ur förädlingspopulationerna väljer förädlarna genom avkommetester i fältförsök ut önskade träd med avseende på framförallt tillväxt, vitalitet och virkeskvalitet. De utvalda plusträden förädlas vidare eller massförökas i fröplantager. Förädlingen har ett återkommande cykliskt förlopp med fälttester, urval och korsning av plusträd till vidare förädling (Rosvall m.fl. 2016).

Behov av förädlingsprogram för fler trädslag

I slutet av 1940-talet anlades i Sverige den första omgångens fröplantager av utvalda plusträd av gran och tall. Den andra omgångens fröplantager anlades under 1980-talet och den tredje har snart anlagts, med början för ca tio år sedan. De skogar som växer idag och som har förnygrats med förädlat material kommer ofta från den andra omgångens fröplantager. Enligt Skogsstyrelsens statistik över produktion av skogsplantor (plantundersökningen) har skogsodling med förädlat material av gran ökat successivt från 37 procent 2001 till 64 procent 2018 (Skogsstyrelsen 2019a). För tall är motsvarande siffror 60 procent (2001) och 98 procent (2018). Under 2018 var 56 procent av den förädlade granen och all tall från svenska plantager.

Väl utbyggda förädlingsprogram finns för gran, tall, contortatall och vårtbjörk. För lärk, ek, bok, hybridasp, poppel, ask, fågelbär, sitkagran och Douglasgran finns en viss förädlingsaktivitet. För andra trädslag, som utgör en mycket liten andel av skogsodlingsmaterialet, finns knappt någon förädlingsverksamhet alls (Rosvall och Stener 2014). Bristen på förädlingsprogram och fröförsörjning för många trädslag försvårar möjligheten för skogsägare att kunna anpassa valet av skogsodlingsmaterial till klimatförändringar. Behov finns därför att utveckla olika slags förädlingsprogram för fler trädslag, särskilt för sådana som blir mer intressanta för skogsodling till följd av klimatförändringarna.

Klimatförändringarna innebär ändrade förutsättningar för skogsskador, med bland annat introduktion av nya skadegörare av insekter och svamp (se vidare kapitel 5 nedan). Dessutom kommer mönster i hur mottagliga värdräden är för redan

¹¹ <https://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/foryngra/genvag-till-battre-skog/foradling-och-klimat/> Skogskunskap. Hämtat 2019-12-05.

etablerade skadegörare att förändras, liksom de ekologiska samspel som påverkar skadegörarnas inverkan på sin omgivning (Boberg m.fl. 2014).

Olika individer (kloner) av ett trädslag skiljer sig ofta i sin motståndskraft mot skadegörare. Det gäller exempelvis askskottsjukan hos ask och törskatesvamp hos tall. Genetisk variation i resistens ger möjlighet att förädla för individer med låg mottaglighet för vissa skadegörare. Det är viktigt att i förädlingsprogrammen arbeta mer aktivt med resistensfrågan och försöka säkra att gener av betydelse för resistens mot problematiska patogener och skadeinsekter identifieras och bibehålls i så lång utsträckning som möjligt.

En portfölj av trädslag och frökällor kan sprida risker

De svenska förädlingsprogrammen har en uttalad målsättning att bibehålla en hög genetisk variation. En studie på tall visade att användning av förädlad material inte innebar en minskad genetisk variation på beståndsnivå jämfört med naturligt förryngrad skog på flera lokaler i landet (Garcia m.fl. 2015). Med tanke på den storskaliga och ökade användningen av förädlad material (jfr avsnitt ovan) är det angeläget att öka kunskapen om mängden genetisk variation i förädlad material och omgivande naturliga bestånd. Att användningen redan är hög är anledningen till att Skogsstyrelsen i den här rapporten inte föreslår någon målprecisering om ökad användning av förädlad material.

Det är fortsatt angeläget att förädlingsarbetet inte leder till en minskning i genetisk variation på landskapsnivå, inte heller på längre sikt då förädlade träd börjar bli föräldrar även till naturligt förryngrade träd (jfr Black-Samuelsson 2015). Gener som skulle kunna komma till nytta i framtiden får inte förloras i alltför stor omfattning på vägen. Det kan också finnas andra arter i skogen som är beroende av egenskaper hos lokala provenienser av skogsträd.

Då klimatförändringarna och tilltagande hot från både kända och okända skadegörare beaktas kan markägare rekommenderas att använda ett varierat skogsodlingsmaterial, framförallt genom att odla flera trädslag ("trädslagsportfölj"), men också genom att använda flera lämpliga frökällor ("frökälleportfölj") med bred genetisk variation för de vanligaste trädslagen. En viss andel kan även gärna vara oförädlad material om den naturliga föryngringen är liten i landskapet. Man kan även variera föryngringsmetoden (plantering, sådd och naturlig föryngring) och skötselsystemet (trakthyggesbruk och hyggesfritt skogsbruk) för att ytterligare sprida riskerna.

5 Ökande risker och möjliga motåtgärder

5.1 Introduktion

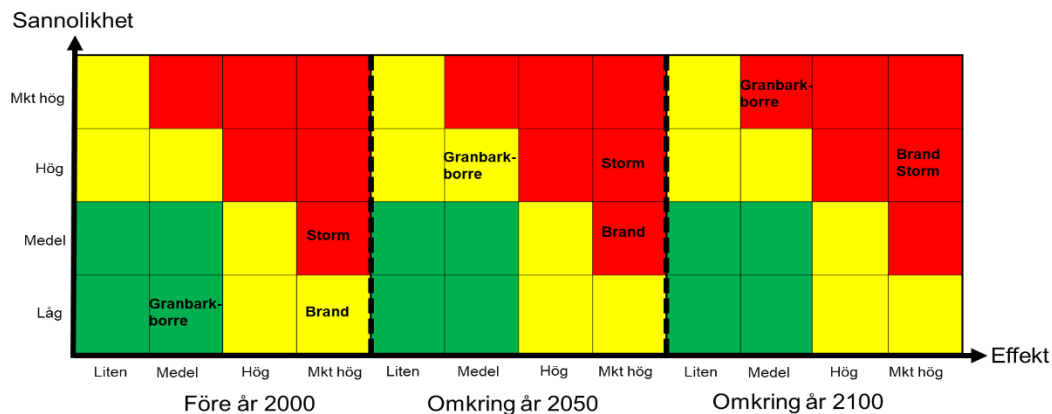
Samhällsekonomisk riskvärdering och exempel på kostnader för skogsbruket

Skogsstyrelsen har värderat olika klimatrelaterade risker med bäring på skogssektorn. Vi har värderat risker både utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv och ur ett företagsekonomiskt perspektiv, avgränsat för skogsbruket, och vi har bedömt hur riskerna förändras över tid – nuläge (före och omkring år 2000), medellång sikt (omkring år 2050) och lång sikt (omkring år 2100).

Risk är lika med sannolikheten för att ett visst scenario (t.ex. skogsbrand som drabbar minst 10 000 ha) ska inträffa gånger effekten av scenariot. Den samhällsekonomiska riskvärderingen bygger på kriterier från SMHI (SMHI 2019). Effekterna avser inte bara monetära effekter utan även påverkan på människors liv och hälsa samt på ekosystem (tabell 2). I figur 5.1 redovisar vi exempel på hur Skogsstyrelsen bedömer att några skogligt relevanta risker kan utvecklas över tiden om inte skogsbruket förebygger riskerna mer än vad som är fallet idag.

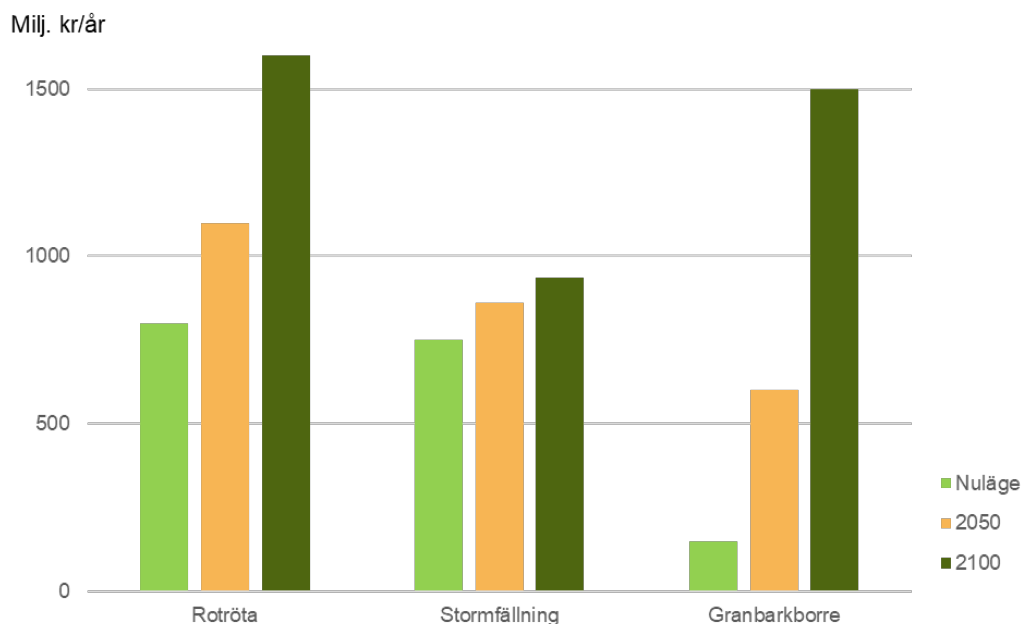
Tabell 2. Samhällsekonomisk effekt enligt kriterier från SMHI (SMHI 2019). Varje risk ska bedömas utifrån ekonomisk, social och ekologisk effekt. Den effekt som väger tyngst, dvs ligger längst ner i tabellen, är styrande.

	Ekonomisk	Social	Ekologisk
Liten	Kostnader som kan hanteras inom befintliga kostnadsramar för myndigheten/sektorn.	Störningar som påverkar några [få] personer.	Liten och tillfällig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga.
Medel	Kostnader som kräver omprioriteringar för myndigheten/sektorn.	Hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar [ett flertal] personer.	Måttlig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga.
Hög	Kostnader som är svåra att bära för myndigheten/sektorn.	Stora hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar många personer.	Allvarlig och långsiktig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga eller skada på riksintressen.
Mycket hög	Kostnader som är svåra för samhället att bära.	Fara för människors liv och hälsa eller omfattande skada på samhällsviktig verksamhet.	Allvarlig och irreversibel skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga eller omfattande skada på riksintressen.



Figur 5.1. Exempel på samhällsekonomisk värdering av några risker kopplade till skog om inte ytterligare motåtgärder vidtas. Sannolikheterna bygger på uppskattad frekvens av referensscenarion där "låg" < en gång vart hundra år, "medel" = [oregelbundet] en gång vart tionde till hundra år, "hög" = en gång vart tionde år och "mycket hög" > en gång vart tionde år. Nationella referensscenarier: brand: > 10 000 ha under ett år; stormfällning: > 5 milj. m³ under ett år; granbarkborrehärjningar: > 5 milj. m³ under ett år. Definitioner av olika klasser följer vägledning från SMHI (SMHI 2019). I bedömningen av effekter ingår påverkan på ekonomi, liv och hälsa samt ekosystem (jfr tabell 2).

Vissa av skogsbrukets skador är främst av ekonomisk art. Figur 5.2 åskådliggör hur kostnaderna för skogsbruket kan komma att öka om inte motstrategier vidtas för att motverka tre av de största skaderiskerna. Skogsstyrelsen bedömer att kostnaderna för granbarkborreangreppen riskerar att öka mest, men bedömer också att kostnaderna kommer att bli stora i absoluta tal för såväl stormfällningar som rotröta.



Figur 5.2. Exempel på ökade kostnader för skogsbruket om inte ytterligare motåtgärder vidtas. "Nuläge" representerar ungefär 1990–2010. Som jämförelse skattar Skogsstyrelsen skogsbrukets årliga kostnader för viltskador till 1,25 miljarder kronor (Skogsstyrelsen 2019d). Underlag till skattningsarna: se respektive stycke under avsnitt 5.2.

Även om skattningarna i figur 5.2 är grova och rymmer många antaganden belyser de storleksordningar och relativa skillnader samt antyder var brytpunkten kan gå för kostnadseffektiva anpassningsåtgärder. En åtgärd är kostnadseffektiv om kostnaderna för genomförande och produktionsbortfall är lägre än vad skadorna skulle ha kostat. Att få till stånd förfinade skattningar av kostnader och nyttor är ett viktigt utvecklingsområde.

Fokus för detta kapitel

I genomgången som följer har vi valt att lägga fokus på de problem som Skogsstyrelsen bedömer kommer att förvärras mest (jfr. Skogsstyrelsen 2016), samt på möjliga åtgärder för att motverka dessa.

Under benämningen åtgärdsunderskott lyfter vi fram de åtgärder som vi bedömer vara mest kostnadseffektiva sett till långsiktig nytta för skogsägarna (åtgärder för att förebygga skogsskador) respektive för samhället i stort (åtgärder för att förebygga skador på andra samhällsvärden). I de flesta fall handlar det om generellt formulerade skogsskötselåtgärder, det vill säga praktiska åtgärder som kan vara relevanta oavsett ägarkategori. Förutsättningarna att planera för och vidta åtgärder kan dock variera mellan bolags- och familjeskogsbruket. På samma sätt kan de relativa konsekvenserna av olika risker variera mellan olika ägarkategorier.

Skogsstyrelsen och andra myndigheter har ett ansvar att samla in data, utveckla och förmedla kunskap, samverka med varandra och på andra sätt bidra till, och skapa förutsättningar för, klimatanpassning på kort och lång sikt. Där så är särskilt påkallat lyfter vi fram åtgärder som är av mer övergripande och institutionell karaktär.

Begreppet resiliens är i hög grad relevant i resonemang om skog och klimatanpassning. I allmän mening kan det avse hur framförallt naturliga skogsekosystem klarar av eller är anpassade till abiotiska och biotiska störningar. I en snävare skoglig kontext kan det avse hur produktionsskogen kan stå emot skadegörare. Resiliens, med dess båda innebörder, är att betrakta som en nyckelkomponent för förståelsen av de problem och motåtgärder som diskuteras i det följande.

5.2 Stormfällning

Problembild och riskvärdering

Stormar och hårda vindar drabbar Sveriges skogar närmast årligen. I de flesta fall blir skadeverkningarna små med enstaka eller grupper av fällda träd, ofta i oskyddade kanter eller av träd som sedan tidigare är försvagade. Sammantaget faller det 100 000–1 000 000 kubikmeter ett sådant normalt år. Dessa stormar har vanligen liten effekt på samhällsnivå enligt SMHI:s kriterier (jfr tabell 2).

Mer sällan inträffar allvarliga stormar med mellan en till fem miljoner kubikmeter fälld skog. I genomsnitt sker detta en eller ett par gånger på en tioårsperiod. I sådana stormar fälls hela bestånd även om majoriteten av volymen faller som enstaka träd eller grupper. Påverkan blir nu medel enligt SMHI:s kriterier med bland annat störningar på infrastruktur.

Mycket svåra stormar som faller mer än fem miljoner kubikmeter inträffar ungefär vart tionde år. Här kan påverkan bli stor på skogen och med omfattande skador

på infrastruktur med mera samt betydande kostnader för omhändertagande av virke och reparationer av infrastruktur.

Vindklimatet påverkas sannolikt relativt lite av klimatförändringarna men stormskaderisken ökar ändå på grund av att tjälen minskar. Träden blir högre och bestånden kommer troligen att hålla mer virke vilket ökar stormskaderisken ytterligare. Markfuktigheten kommer även vara högre vintertid vilket innebär mer instabila förhållanden. Risken för rotröta kommer att öka vilket innebär ökad risk för att träd faller i stormar. Sammantaget innebär det en successivt ökande kostnad för både skogsbruk och samhälle.

Risken för omfattande stormfällningar är generellt högre i södra Sverige på grund av att träden är högre och att granandelen är högre. Större förekomst av höga vindhastigheter och sämre tjälning jämfört med norra Sverige ökar risken ytterligare. Ett varmare klimat kommer att innebära större ökning av antalet tjälfria dagar i norr än i söder och risken för vindfällning förväntas därför öka mer där än i söder. Omfattande stormskador på skogen innebär en stor press på skogsbruket att snabbt upparbeta det fällda virket för att rädda värdet och för att förhindra andra skador på skog och samhälle.

I SKA 15-analysen gjordes inget försök till kvantitativ skattning av hur risken för ökad stormfällning påverkas av minskad tjäle eller högre grundvattenstånd vintertid, bara av ändrad struktur i skogen (Eriksson m.fl. 2015). Vi gör här en mycket grov skattning att såväl små som stora stormfällningar blir 20 procent vanligare i Götaland och Svealand och 50 procent vanligare i Norrland till 2050. Vidare blir det 30 procent respektive tre gånger vanligare i söder respektive norr till 2100, jämfört med runt millennieskiftet, om skogsbruket från 00-talet bibehålls. I genomsnitt föll cirka tre miljoner kubikmeter per år under 1980–2010. Huvuddelen föll i stormarna Gudrun och Per i södra Sverige. Perioden 1950–1980 föll i genomsnitt 1,5 miljoner kubikmeter per år (Nilsson 2008). Skattningen är då att den genomsnittliga stormfällningen ökat till fyra miljoner kubikmeter i snitt till 2050 och fem miljoner kubikmeter till 2100. Kostnaden ökar då från dagens snitt på 700 miljoner kronor per år ($3,5 \text{ milj. m}^3 * 200 \text{ kr/m}^3$) till 800 miljoner kronor för år 2050 och knappt 1000 miljoner kronor år 2100.

Stormskador utgör ofta en startpunkt för omfattande barkborreskador, särskilt när stormtillfället följs av en varm och torr sommar. Denna kombinationseffekt har inte beaktats i det här avsnittet, däremot i granbarkborreavsnittet nedan.

Viss stormanpassning har under senare år redan börjat ske i praktiken. Skogsägarföreningarna råder sina medlemmar att inte överhålla granskogar. I stort sett samtliga företags och skogsägarföreningars skötselinstruktioner innehåller moment som innebär stormanpassning.

Åtgärder som kan motverka ökade kostnader

Genom att ändra skogsskötseln kan risken för stormskador minska. Trädslagsval, gallringsregim, omloppstid, placering av avverkningsyta med mera har stor betydelse. En stormanpassning av skogsskötseln innebär samtidigt vanligen en sänkning av skogen virkestillväxt. Även risken för skador på infrastruktur kan påverkas genom till exempel trädfria zoner vilken även det sänker tillväxten. Röjning bör normalt utföras vid två till fyra meters höjd och tillräckligt hårt för att de unga

träden ska utveckla rotsystemen. Vidare bör gallringsprogrammet påbörjas relativt tidigt för att underhålla utvecklingen av bestånd med hög rotstabilitet och möjliggöra att gallringsprogrammet avslutas i tid. Åtgärder behöver vidtas för att minska risken för rötinfektion. Gallring innebär att bestånden blir mindre vindstabila under cirka fem års tid. Stormskaderisken ökar påtagligt med beståndets höjd, vid 18–20 meter sker dock en drastisk ökning av skaderisken i södra Sverige (Valinger m.fl. 2006) varvid det allmänt rekommenderas att gallringar bör undvikas i bestånd över denna höjd. I norra Sverige saknas motsvarande data men skogsbruket tillämpar där ofta en maxhöjd på 16–18 meter för sista gallring, en gränssättning som till stor del är utformad utifrån praktiska erfarenheter. På flera håll tillämpas nu rådet att undvika gallring i höga bestånd, men det saknas till stor del statistisk analys som visar hur trenden ser ut.

Att minska omloppstiderna är ett sätt att motverka att träden under lång tid har de höjder som innebär starkt förhöjd risk för stormfällning, speciellt i kombination med vissa terränglägen. I en analys där ökade risker för stormfällning, rotröta och granbarkborreangrepp analyserades enskilt och sammantaget för granskog i södra Sverige drogs slutsatser att både volymproduktion och lönsamhet kan öka om gallringsintensiteten och omloppstiden minskas (Subramanian m.fl. 2016).

Efter Gudrun fann man att stormfällningsrisken var mindre i gran/björkblandbestånd än i rena granbestånd (Valinger och Fridman 2011). Blandning mellan gran och tall gav en betydligt svagare effekt. Även andra studier indikerar att inblandning av lövträd minskar risken för stormfällning i grandominerade bestånd medan ytterligare andra visar på liten eller motsatt effekt (se genomgång av Gardiner m.fl. 2013). Sammantaget bedömer vi att kunskapsläget indikerar att gran/björkblandning minskar vindfällningsrisken, men troligtvis kan enbart denna riskminskning inte väga upp björkens lägre volymproduktion. När även andra värden räknas in kan det troligtvis bli lönsamt i många fall (jfr granbarkborreavsnittet nedan). Nu börjar dessutom den tidigare brist på skogsskötselråd för odling av blandskog att rådaskas på.¹²

Nya skogskanter mot öppen mark ökar risken påtagligt för stormfällning. En tänkbar åtgärd som inte provats i någon högre grad i Sverige är att förbereda framtida beståndskanter i de zoner som man kan förutse kommer att bli vindutsatta i framtiden. Det handlar då om beståndskanter som gränsar till öppen mark eller ett bestånd som är mindre än 20–30 år äldre i en riktning från vilken hårda fällande vindar kan tänkas komma. Förberedda beståndskanter kan åstadkommas genom att röja och gallra särskilt hårt. I vissa fall kan man också plantera glesare för att istället ge mer plats åt naturlig föryngring och en brynbildning via buskar. Dessa förberedda zoner kan fungera som stabiliseringsbälten som minskar risken för att hela bestånd blåser ned vid svåra stormar (Nielsen 2001), såväl som enstaka granar när beståndet kommit upp i riskhöjd och grannbeståndet är slutavverkat. Inriktningen bör vara att göra åtgärder eller kombinationer av åtgärder på de platser där stormfällningsrisken, inklusive den medföljande ökade risken för barkborreskador, är så pass hög att åtgärden/åtgärderna i genomsnitt lönar sig. För skogsägaren blir föryngringen snarast billigare. Samhället får en kostnad i form av

¹² Se t.ex. intervju i Skogsvärden 2017:1, <https://www.skogssallskapet.se/kunskapsbank/artiklar/2017-04-06-urban-nilsson-professor-slu-dags-for-en-forandrad-foryngring.html>

en något lägre produktion, men också en vinst i form av brynmiljöer som är bra för den biologiska mångfalden (jfr Jordbruksverket 2018).

Etablerade kanter mot öppen mark är ofta mycket stormstabila men bakom kanten uppstår ibland svåra skador på grund av vindturbulens. Att skapa kantzoner med successivt ökande höjd på vegetationen kan vara ett sätt att lyfta vinden utan att skapa svår turbulens. En annan typ av stabiliserande kantzoner innebär att man gallrar barrskogen mycket hårt i denna zon.

En delanalys av generellt tillämpad skötsel för ökad stormfasthet i SKA 15 pekade på att sådan resulterar i betydligt mindre stormfällad skog, men den innebär samtidigt en minskad tillväxt och därmed en lägre möjlig avverkningsnivå. Resultaten tyder ändå på att skötselmetoder för ökad stormfasthet kan bli lönsamma om de begränsas till de bestånd eller delar av bestånd som har högre risk att råka ut för stormfällning (Eriksson m.fl. 2015). I den ekonomiska analysen måste man också beakta att fällning via storm ger lägre ekonomiskt utfall på flera sätt för markägaren, speciellt om den är en del av en större stormfällning i regionen (dyrare upparbetning, sämre tillfarter, viss tidspress, eventuellt lägre pris etc.). Till det adderas den ökade risken för granbarkborreangrepp om man inte hinner med att få ut allt virke i tid eller om det är träd vars stammar eller rötter är skadade av vinden men som inte fallit.

Åtgärdsunderskott: Även om rekommendationen att undvika sen gallring i bestånd med hög risk för stormfällning har börjat spridas i skogsbruket bedömer Skogsstyrelsen att den behöver tryckas på hårdare för att få bra genomslag. Vidare bedömer vi att åtgärder för att skapa mer stormtålig skog genom tidiga röjningar och gallringar bör vara en kostnadseffektiv åtgärd på bred front. Skogsstyrelsen bedömer att det finns betydande brister att åtgärda när det gäller röjnings- och gallringsprogrammets praktiska utformning och genomförande. Röjningar och gallringar utförs fortfarande i alltför liten omfattning och ofta senare än lämpligt.

Beståndskanter mot öppen mark kan utformas så att stormfällningsrisken i beståndet innanför minskar. Det går även att förbereda framtida kanter mot slutavverkad mark genom glesa planteringar eller särskilt hårda röjningar och gallringar. Idén att utveckla framtida kantzoner inne i större bestånd bygger på resonemang baserade på praktisk kunskap. Här saknas emellertid fältstudier av sambanden mellan kantzoners utformning i olika avseenden och stormfällningsrisken från olika delar av landet. När sådana studier genomförts kan man basera ett rådgivningsmaterial på resultaten.

5.3 Torka och brand

Problembild och riskvärdering

Som framgår av SMHI:s klimatskattningar (jfr avsnitt 2.2) så kommer sommarnerbörden sannolikt inte att minska, men den högre avdunstningen till följd av högre temperatur kommer ändå att leda till successivt större vattenunderskott i nästan hela landet under sommaren (figur 3.2). Dessutom ökar nederbördens variation så att den i medeltal blir mer begränsad i tid och rum, bland annat i form av åskskurar. Fler och längre perioder med brist på markvatten under tillväxtsäsongen har flera negativa effekter. Det sänker tillväxten i skogen, påverkar plantöverlevnaden i föryngringar och stressar träden så att de blir mer mottagliga för

insektsangrepp. Dessutom ökar risken för skogsbrand. Antändningsrisken ökar starkt då markytan är uttorkad.

Som beskrivits ovan (avsnitt 4.1) skattade SKA 15-analysen att tillväxteffekten av klimatförändringen blir positiv. Andra modeller väger in markvattentillgång på ett annat sätt och ger generellt sett mindre optimistiska resultat när det gäller klimatförändringens påverkan på tillväxten i södra Fennoskandien. Vattentillgången begränsar skogstillväxten fler dagar idag jämfört med för 40 år sedan och risken för att få torkskador på en skogsföryngring har ökat med 2,5–10 procent under denna tid.

Innan förmågan att övervaka från luften och att släcka skogsbränder var utvecklad brann det oftare i skogarna. Friska marker brann i genomsnitt ca en gång per sekel och torra marker två–tre gånger per sekel (Zackrisson 1977). Fuktig mark brann mer sällan. Runt förra sekelskiftet började skogsbolagen och samhället att släcka de bränder som uppstod i skogen med tanke på dess värde och riskerna för de närboende. Utveckling av vägnät och förändringar i skogens struktur bidrog sannolikt också till att brandfrekvensen avtog kraftigt.

Under 1900-talet var det relativt sett få större skogsbränder i Sverige om man jämför med till exempel Kanada och Ryssland. Några nämnvärda bränder under senare decennier är:

- 1983 Oskarshamn (Småland) 650 ha
- 1992 Torsburgen (Gotland) 1 000 ha, Vakö myr (Skåne/Småland) 1 500 ha
- 1999 Tyresta (Södermanland) 450 ha
- 2006 Bodträskfors (Norrbotten) 1 900 ha
- 2008 Ludvika (Dalarna) 800 ha
- 2014 Surahammar (Västmanland) 13 000 ha
- 2018 Många stora bränder i framförallt Norrland och Svealand: 25 000 ha.

Kostnadsuppskattningar för såväl Gotlandsbranden som Västmanslandsbranden hamnade på i runda tal 50 000 kronor per hektar, varav hälften för förstört virke och hälften för släckning och kringkostnader för samhället. Kostnaden för det förstörda virket hamnade hos försäkringsbolag i den utsträckning skogsägarna var försäkrade. Torsburgen liksom en stor del av brandområdet i Västmanland blev reservat efter bränderna och kostnaderna för sänkt produktionsförmåga i marken har inte skattats.

Åtgärder som kan motverka ökade kostnader

När det gäller risken för sänkt tillväxt till följd av extrema torrår finns inte mycket annat att göra än att bättre ståndortsanpassa trädslaget på torr mark. År 2018 torkstressades även en hel del gran på dikad torvmark, vilket avspeglades i utbredda granbarkborreskador. Man kunde därför fundera på möjligheten att höja grundvattennivån på sådan mark, men det förefaller svårt att göra en sådan åtgärd utan att samtidigt åstadkomma sänkt tillväxt mer normala år. Våtmarksrestaurering får i normalfallet endast en lokal effekt på grundvattennivån i vanlig kuperad skogsteräng. I vissa flacka terrängtyper (Öland, Gotland, sandsedimentmarker) kan man emellertid tänka sig att en dikning i vissa fall kan inverka negativt på en större omgivande areal i ett torrare klimat än den höjer produktionen på målarealen. Vid

återvätning skulle effekten kunna vara den motsatta. Detta behöver analyseras vidare.

Eftersom brandrisken ökar med tiden ökar behovet av att vidta åtgärder för att motverka risken. Riktlinjer för brandskydd måste efterlevas inom skogsbruket. Samhällets förmåga att släcka snabbt behöver förbättras ytterligare, både nationellt och lokalt. Positiva exempel finns på lokala satsningar i form av inventering av utrustning på gårdar som kan bistå med släckning och framförallt bevattning av välganter och dylikt, vilket lett till att dessa resurser skulle kunna ”kallas in” i det lokala brandförsvaret. I viss mån kan återvätning av dikad mark också bidra till att skapa barriärer för brand i ett landskap och samtidigt minska tillgången på torr torv som kan brinna länge.

Åtgärdsunderskott: Skogsstyrelsen bedömer att ståndortsanpassningen av föryngringen på torra marker behöver bli betydligt bättre och ser då även den starka kopplingen till förbättrad viltförvaltning. Arbetet med brandskyddsforebyggande åtgärder behöver stärkas ytterligare liksom samhällets förmåga att snabbt släcka bränder.

Före 2014 var den genomsnittliga arealen oavsiktliga bränder betydligt under 1 000 hektar per år. Så stora bränder som Västmanlandsbranden och 2018-bränderna innebär risker för dödsfall på en helt annan nivå. Vi föreslår därför att arbetet med forebyggande åtgärder och ökad släckningskapacitet bör ha som mål att nå tillbaka till ett genomsnitt under 1 000 hektar per år.

5.4 Viltskador

Problembild och riskvärdering

Stora skador av vilt (här avses klövvilt dvs älg, rådjur, dovhjort och kronhjort) inträffar årligen. Det är många trädslag som drabbas men skadorna på tallungskog har de största ekonomiska konsekvenserna. Omfattningen av skadorna kan variera mellan år och tidsperioder men har under de senaste 40–50 åren legat på en sammanlagt hög nivå. Skadorna leder till nedsättning i tillväxt och försämrad virkeskvalitet.

Vid höga skador undviker skogsägarna att föryngra med känsliga trädslag. Tall väljs ofta bort till förmån för till exempel gran eller andra trädslag som skadas i mindre omfattning. Granplantering på tallmarker sker ofta, särskilt i södra Sverige, även på marker där gran är ett mindre lämpligt trädslagsval. Även i bestånd där tall används i föryngringen tenderar andelen tall att minska till följd av betesskadorna och att gran och björk fyller i de luckor som uppstår. Överanvändningen av gran riskerar att ge stora skador i framtiden av andra skadegörare, inte minst granbarkborre.

Även den biologiska mångfalden påverkas genom att många beteskänsliga trädslag har svårigheter att växa upp till träd och att föryngra sig. Flera av dessa trädslag, särskilt rönn, asp, sälg och ek, är sin tur viktiga för många andra arter.

Höga klövviltstammar innebär även kostnader i andra samhällssektorer. I synnerhet gäller detta för vägtrafiken där det sker ett stort antal trafikolyckor med vilt

varje år med personskador och fordonsskador som följd. Stora kostnader tillkommer för att sätta upp och underhålla stängsel utmed vägarna.

Antalet klövvilt styrs huvudsakligen av mänskliga beslut. Det älgförvaltningssystem som etablerades 2012 för att reglera älgstammen har hittills inte lyckats nå de mål som skogsbruket tillsammans med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen satt upp för tolerabla skadenivåer. Kronhjort förvaltas ofta inom kronhjortsskötselområden. Förvaltningen av övriga hjortdjur hanteras huvudsakligen genom länsstyrelsernas och Naturvårdsverkets beslut.

Dagens nivå på betesskador i ungskogarna har beräknats kosta skogsägarna 1,25 miljarder kronor och hela skogssektorn (skogsbruket och skogsindustrin) 7,2 miljarder kronor per år (Skogsstyrelsen 2019d). I dessa beräkningar utelämnades flera typer av viltskador som betesskador på plantskog under en meter och barkskador på äldre skog eftersom det inte fanns underlagsdata att räkna på. Därutöver kommer det ett antal indirekta poster som är mycket svåra att beräkna. Viltbetesskadorna beräknas minska tillväxten med 6,4 miljoner kubikmeter per år.

Klimatförändringarna kommer sannolik inte innebära att situationen förbättras. Med ökande temperatur kommer älgstammen förmodligen att förskjutas något norrut. Samtidigt kommer troligen rådjur, dov- och kronhjort att öka i söder och sprida sig norrut. På sikt kan vitsvanshjorten sprida sig i påtaglig omfattning från Finland till norra Sverige och vidare söderut. Förvaltningsproblematiken ökar när flera arter ska hanteras parallellt. Sammantaget kan man förvänta sig att klimatförändringen medför att skadorna av klövvilt ökar något i omfattning om viltförvaltningen i praktiken förblir oförändrad. En grov skattning är att skadorna ökar med 5–10 procent till 2050 och 10–20 procent till slutet av detta sekel.

Åtgärder som kan motverka ökade kostnader

Förvaltningssystemet har avgörande betydelse för mängden klövvilt och för de skador som viltet orsakar. En grundläggande förutsättning är att förvaltningssystemet reformeras så att skador på skog tillmäts större betydelse för besluten om tilldelning. Vidare måste flerartsproblematiken inom förvaltningen lösas. En bättre ståndortsanpassning av föryngringen förutsätter att viltförvaltningen i praktiken förändras, antingen genom ett bättre genomförande och högre avskjutning där så krävs, eller genom ett nytt förvaltningssystem. Ytterligare en möjlighet är att nya kostnadseffektiva tekniker för antingen viltrepellerande plantbehandling eller mobil stängsling utvecklas.

Åtgärdsunderskott: Åtgärder måste vidtas så att betesskadorna på tall- och lövplantor minskar kraftigt där de är höga idag. Detta är nödvändigt för att på bred front kunna klimatanpassa skogsbruket via ståndortspassning och större trädslagsvariation.

Vi föreslår en målprecisering i linje med Skogsstyrelsens viltskadepolicy: Varje år skadas högst fem procent av tallplantorna av viltbete på vanlig mark och högst två procent på marker med låg bonitet.¹³

¹³ <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruka-skog/skogsskador/skogsstyrelsens-viltskadepolicy.pdf>

5.5 Insektsskador

Problembild och riskvärdering

De flesta befintliga skadeinsekter, till exempel granbarkborren, tallstekeln, barrskogsnunnan och fjällbjörkmätaren gynnas troligen av klimatförändringarna, om än skadehändelser även fortsatt kommer att ske ojämnt i tid och rum (Eriksson m.fl. 2016). Under senare decennier har dessutom en rad nya skadeinsekter dykt upp, exempelvis gransköldlusen, den lilla granbarkborren, den blåsvarta björkstekeln, lärkborren och lärksäcksmalen.

Granbarkborren kan på flera sätt förväntas gynnas kraftigt av klimatförändringarna (Jönsson 2009). Tidigare vår och ökad temperatur leder till tidigare svärmning på våren och kortare utvecklingstid. Därmed ökar sannolikheten att årets avkommor också svärmar och i sin tur får fullt utvecklade avkommor. Datasimuleringar talar för att detta kommer att vara normaltillståndet i södra halvan av Sverige från perioden 2071–2100 och framåt. Norrland har vid det laget ungefärligen övertagit Götalands och Svealands situation idag.

Delar av Centraleuropa har redan idag de klimatförhållanden som väntar södra Sverige. Vid ett möte i EU-kommissionens *Standing Forestry Committee* i december 2018 rapporterade några europeiska länder följande om granbarkborreskador:

- Frankrike: minst 1 milj. m³ 2018
- Tyskland: 11 milj. m³ 2018
- Polen: minst 1 milj. m³ 2018 (i nationalparken Bialowieza 1,7 milj. m³ sedan 2013)
- Tjeckien: minst 0,7 milj. m³ per år sedan 2003, sedan 2016 över 3 milj. m³ per år och med en ökande trend¹⁴
- Slovakien: sedan slutet av 1990 en tydligt ökande skadetrend – 1990-talets värsta år dog 0,7 milj. m³, på 00-talet 2,7 milj. m³ och på 2010-talet 3,5 milj. m³

För Sveriges del ser en närhistorisk översikt ut som följer (barkborredödad skog, milj. m³ för respektive period eller år):¹⁵

- 1960–1970	< 1,0	
- 1971–1982	3,9	Framförallt Svealand
- 1994–2001	0,4	Götaland och Svealand
- 2006–2010	3,5	Götaland
- 2009–2011	2,3	Norrland
- 2015–2017	1,3	Norrland ¹⁶
- 2018	3,5	Götaland och Svealand
- 2019	7,0	Götaland och Svealand

Ökad temperatur i kombination med oförändrade eller lägre nederbörds mängder under april–juli medför att granskogen blir torkstressad. När granen lider av torkstress (på grund av torrt väder eller på grund av att den ligger stormfälld på

¹⁴ Skadorna i Tjeckien överstiger 20 miljoner kubikmeter. <https://www.skogsindustrierna.se/siteassets/dokument/presentationer/virkesforum-2019/granbarkborrar-i-centraleuropa.-tomas-hlasny-czech-university-of-life-sciences.pdf>

¹⁵ M. Schröder, SLU, opubl. sammanställning.

¹⁶ Om även skog som dödade av dubbelögad bastborre räknas med blir volymen 5,0 milj. m³ för perioden 2009–2017 enligt Skogsstyrelsens bedömning.

marken med liten eller ingen rotkontakt) har den svårt att snabbt styra kåda till de sår som granbarkborren gnager. Under sådana förhållanden är förökningskapaciteten hos granbarkborren hög.

Granbarkborren använder ämnen i kådan för att tillverka sitt feromon som lockar till sig artfränder. När granen är så torkstressad att den inte kan försvara sig kommer honornas ”fullsatt-signal” snabbt att bli dominerande och inflygande nya baggar angriper nästa gran istället. Resultatet blir relativt glesa angrepp med gott om mat till larverna och hög förökningsframgång. Populationen ökar snabbt. Om en övervintrande hona som börjar lägga ägg på våren får tio döttrar som sedan svärmar i juli och får vars tio döttrar, har den ursprungliga honan fått 100 dotterdöttrar i september som övervintrar. Trots att hälften av dessa dör under vintern kan skadorna bli ytterst omfattande året därpå även om torkstressen skulle vara avsevärt lägre då.

När granskogen är vital och granbarkborrepopulationen låg sker uppförökningen nästan bara i färska vindfällan. När vindfällan tagit slut tvingas granbarkborren angripa vitala granar, vilket leder till täta angrepp med låg förökningsframgång. Populationen minskar kraftigt och är efter ett par år nere på en låg nivå igen. Detta brukar anses vara skogens ”normaltillstånd” i balansen mellan granen och granbarkborren. Frågan är hur vanligt detta kommer att vara i framtiden. Under extremt torra år som 2018 kommer dessa små spridda populationer av granbarkborre att ha tillgång till obegränsade mängder av lämpligt yngelsubstrat i form av torkstressade granar.

Stora angrepp som utlöses av torka kan drabba stora delar av Europa samtidigt och sänka virkespriserna på den internationella marknaden, så som skett 2019 efter torrsommaren 2018. Skogsindustrin i särskilt södra Sverige är för närvarande starkt beroende av gran. Lokala angrepp av granbarkborre kan öka skogsägarnas benägenhet att avverka äldre granskog. Detta innebär risk för ojämna virkesflöden till industrin.

I SKA 15 gjordes bedömningen att utsläppsscenarierna RCP4,5 till RCP8,5 i kombination med ett skogsbruk utan utvecklade motstrategier, sannolikt resulterar i mångdubbelt större granbarkborreskadorna mot slutet av seklet (Eriksson m.fl. 2015). Det beror på en kombination av mer gran på torr mark i södra Sverige, mer stormfällning och snabbare uppförökning till följd av varmare och torrare somrar.

Enbart skadorna åren efter Gudrun beräknas ha kostat 1,2 miljarder kronor (Skogsstyrelsen 2017). Efter 2015 har skadorna ökat ytterligare. Den ökande trenden för barkborreskadorna gör det svårt att sätta ett startvärde för kostnaderna. Om man utgår från att skadorna efter Gudrun inträffade under åtta år hade vi då en kostnad på i snitt 150 miljoner kronor per år. Den snabba ökningen gör det svårt att skatta kostnaderna framöver. Med tanke på att norra Sverige successivt kommer att få södra Sveriges klimat bedömer vi grovt att kostnaderna stiger till i snitt 600 miljoner kronor per år till runt 2050 och till över 1,5 miljarder kronor per år mot slutet av seklet, såvida inte skogstillståndet och/eller motåtgärderna förbättras jämfört med idag. Framförallt handlar det om att minska granandelen på de mest utsatta markerna och reducera stormfällningsrisken.

I olika former av naturskyddade områden med betydande andel äldre granskog kan angreppen av granbarkborre fortgå utan att tillräckliga motåtgärder sätts in.

Detta beror på att dessa områden inte lyder under Skogsvårdslagen och inte omfattas av bekämpningsreglerna. Skötselreglerna för skyddade områden saknar ofta skrivningar om att granbarkborren ska bekämpas genom saneringshuggningar eller andra åtgärder. Totalt sett utgör dessa områden så begränsade arealer att det inte har någon betydande inverkan på omfattningen av ett granbarkborreutbrott. Bristen på bekämpningsåtgärder i dessa områden upplevs ändå som en betydande inkonsekvens av markägare som tvingas till kostsamma saneringsåtgärder på sina marker. Markägare som har sin skog i nära anslutning till ett skyddat område upplever ofta en stor hjälplöshet där granbarkborrar kan sprida sig från det naturskyddade området och skada den egna skogen. Denna situation är även långsiktigt bekymmersam för naturvården då det påverkar skogsägares vilja att avstå mark till olika former av naturskydd. Granbarkborrehärjningar kan också vara ett omedelbart problem för naturvården när områden som har avsatts för att skydda gammal granskog drabbas så hårt att syftet med skyddet går förlorat.

Snytbaggen skiljer ut sig då den är en viktig skadegörare på unga plantor. Larven utvecklas i avverkningsstubbar av barrträd, medan vuxna snytbaggar livnär sig på tunn bark. Plantor på barrträdshyggen är därför särskilt utsatta för skador. I södra Sverige är det idag vanligt med upp till 80 procent plantdödlighet på grund av snytbagge om inga motåtgärder vidtas. Snytbaggens generationstid varierar med klimatet från drygt ett år i södra till tre eller fyra år i nordligaste Sverige. Sannolikheten att en planta ska överleva gnag av snytbagge är starkt beroende av diametern på plantans stam. Ju grövre planta desto mindre risk att bli ringbarkad.

I norra Sverige har skador av snytbagge uppmärksamats först under 2000-talet, då höga skadenivåer noterades i södra Norrland och längs hela Norrlandskusten upp till 200 meter över havet (Hellqvist och Nordlander 2012). Det är troligt att snytbaggeproblemen kommer att öka både i omfattning och geografiskt efterhand som klimatet blir varmare. Gnag på stammen kan hindras med hjälp av fysiska skydd. Skador kan också begränsas genom att lämna skärmträd, markbereda och plantera i mineraljord (och inte i humus). Ju fler åtgärder som används på samma hygge desto bättre skyddseffekt.

Lärken brukar ofta ses som ett viktigt alternativ till tall eller gran. Men ju mer lärk som planteras desto mer ökar risken för skadeinsekter och andra skadegörare (rotröta, *Phytophthora* spp., lärkskytte m.fl.) även på detta trädslag.

Lärkborren är en barkborre som är snarlik granbarkborren till utseende och levnadssätt, men helt knuten till lärk (*Larix* spp.). Lärkborren observerades för första gången i Sverige 2008, då skador upptäcktes i sydvästra Skåne på ett hybridlärkbestånd som fått nedsatt vitalitet på grund av hög grundvattennivå 2007. Fram till 2019 har lärkborren spridit sig även till Blekinge och Halland. I västra halvan av Skåne är arten vanligt förekommande, troligen eftersom även lärken (främst i form av hybridlärk) också är vanlig där. Lärkbestånd har på senare år ofta planterats efter gran, särskilt på större skogsegendomar.

Lärksäckmalen är en barrätande småfjäril som i sitt ursprungsområde i Alperna kan ha massuppträdande under ett par år, för att sedan åter minska i antal. Skadorna brukar då endast resultera i tillväxtförluster. Norr om Alperna blir angreppen ofta starkare. I Tyskland har totalskador i vissa bestånd observerats, särskilt

när de av lärksäckmalen nedsatta lärkarna angripits av lärkborre eller rotröta. I Sverige var den redan för 100 år sedan spridd över hela landet där lärkträd planterats. Skadorna har varit ganska måttliga tills det senaste decenniet då mycket kraftiga skador observerats lokalt i västra Götaland.

Lilla granbarkborren är en barkborreart med ursprung i Alperna. Den etablerade sig i södra Finland efter andra världskriget och har sedan långsamt spridit sig norrut. 2012 upptäcktes den i nordöstra Norrbotten och är nu på spridning åt söder och sydväst. 2018 gick spridningsfronten i höjd med Boden. Lilla granbarkborren kan utvecklas på alla gran- och tallarter inklusive contortatall. Med nuvarande spridningstakt kan den förväntas nå Sundsvall omkring år 2040. Det är troligt att spridningstakten ökar efter hand som arten vandrar söderut.

Åtgärder som kan motverka ökade kostnader

Granskogens vitalitet är avgörande för både när masshärjningar uppkommer och när de ebbar ut. Vitaliteten styrs till stora delar av vädret, men också av skogsskötsel och ståndortsanpassning. Ståndortsanpassning är en nyckelfaktor för att kunna hantera granbarkborren och behålla granen på lång sikt.

Hittills har det inte funnits några lagliga restriktioner mot att föryngra med gran på typiska tallmarker. Skogsstyrelsen har förberett ett förslag där det i allmänna råd anges att gran inte godtas som huvudplanta på torra och magra marker samt på marker med tunt jordtäckje (Skogsstyrelsen 2018). En dominerande del av huvudplantorna på utpräglade tallmarker bör vara tall.

Idag är betetrycket av klövvilt så högt att det i stora delar av landet är svårt eller omöjligt att föryngra med tall. Detta ökar risken för barkborreskadorna på två sätt. Dels riskerar en viss del av granskogsarealen att kroniskt dras med sämre vitalitet och dels blir den sammanlagda granskogsarealen i landskapet mycket stor.

Resultatet blir att det står granskog på mark där granen lätt drabbas av torkstress och andra skador. Särskilt problematiska är marker med sand och grus, organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark. Granbestånd på sådana marker blir lätt barnkammare åt granbarkborren även under år med gynnsammare väder för granen. Uppfödning här sprider barkborreskadorna till marker där granen står på rätt ståndort. Ju större andel gran det finns i ett landskap desto lättare hittar granbarkborren granar som är lämpliga att angripa.

Om problemen med granbarkborre ska kunna hållas på en hanterbar nivå på lång sikt måste därför först klövviltstammarna regleras ner till en nivå som tillåter föryngring av fler trädslag på sin respektive optimala ståndort (jfr. betesskadeavsnittet ovan).

Att eftersträva stor spridning i åldrar och trädslag, på ett fortfarande ståndortsanpassat sätt, kan medverka till att på lång sikt minska riskerna för insektsskador över lag, då många arter låter sig hejdas när inte målträdsdraget är ensamt dominerande (Jactel och Brockerhoff 2007, Schlyter 2012). Trädslagsrena granbestånd drabbas hårdare än blandskogar av granbarkborreangrepp (Facoli 2014, Kausrud m.fl. 2011, Hlásny m.fl. 2019). Av blandskogarna hade de med lövträd lägst andel barkborreangrepp (Facoli 2014). Experiment har visat att doft av fel trädslag minskar angrepp av bland annat granbarkborre (Kärvemo m.fl. 2016).

Att sprida riskerna blir extra viktigt i Götaland (och i viss mån även Svealand), där klimatet är på väg mot det som har rått i Central- och Västeuropa. I framförallt södra delen av landet borde alltså riskerna i högre grad än idag kunna spridas på fler produktiva trädslag än gran, tall och björk. För att det ska ske behöver strategierna för trädslagsval ändras i såväl föryngring som röjning och gallring.

Med god skogsskötsel kan man hålla granbestånd vitala och minska risken för stormfällning och självgallring och därmed granbarkborre (jfr 5.2 ovan).

På medellång sikt bör åtgärder för att hålla populationen av granbarkborre så låg som möjligt prioriteras. Hit hör exempelvis upparbetning av grupper av färska vindfällen, avverkning av granbestånd med nedsatt vitalitet och rutinmässig användning av feromonfällor över stora landskapsavsnitt. En viss tillförsel av stormfällda träd i närområdet kan möjligen medföra att predatorer på skadeinsekter snabbare kan föröka upp sig. Röjning och gallring i granbestånd bör utföras i rätt tid för att uppnå och bibehålla högsta möjliga vitalitet i granbeståndet.

På kort sikt är den effektivaste bekämpningsåtgärden att hitta angripna granar, avverka dem och transportera till industri medan hela populationen befinner sig i träden. Detta görs effektivast upprepade gånger under perioden maj–augusti eftersom svärmsaktiviteter normalt pågår under hela den tiden. Den svagaste länken i detta är att hitta angripna granar i tid. Detta är svårt, eftersom man endast känner igen nyangripna granar på det rödbruna gnagmjöl som granbarkborren producerar och som faller ner och lägger sig runt stambasen. Angripna granar brukar ha gröna barr i minst en till två månader innan de vissnar, och då är den nya generationen barkborrar redan färdigutvecklad. Det finns ett stort behov av att utveckla metoder för att snabbt identifiera angreppen tidigt. Exempel på sådana metoder kan vara att lära hundar att känna igen doften av nyangripna granar, utnyttja färgskillnader i satellitbilder eller att utveckla autonoma drönare med automatisk igenkänning av gnagmjölsfärgen. Det är i sammanhanget viktigt att skogsägare i tillräckligt hög utsträckning följer de rekommendationer som ges av forskare, myndigheter och markägarföreträdare.

Åtgärdsunderskott: Viktigast att lyfta i detta sammanhang är åtgärder som motverkar riskerna på lång sikt. En dominerande del av huvudplantorna på utpräglade tallmarker bör vara tall. Skötselinsatser kan göras för att motverka framtida stormfällning av gran i utsatta lägen. Riskerna med trädslagsspecifika skadegörare kan motverkas genom att mer blandskog och fler trädslag används, det sistnämnda speciellt i södra Sverige. Vidare behöver kunskapen om granbarkborren och dess angrepp, och om motåtgärder på kortare och längre sikt, fortsätta att utvecklas, liksom benägenheten att efterfölja myndigheters och forskares råd i samband med pågående angrepp.

Regelverk för skyddade områden med hög andel granskog bör ses över så att mer effektiva åtgärder kan sättas in i dessa vid omfattande angrepp av granbarkborre.

De senaste två decennierna insektdödades i snitt en miljon kubikmeter skog varje år. Om 2018 och 2019 räknas bort halveras snittet. SMHI bedömer att sommaren 2018 var exceptionell. Samtidigt förväntas somrarna att gradvis bli torrare i stora delar av landet. Mot bakgrund av de föreslagna insatserna och att en viss andel av de mest känsliga bestånden redan slagits ut föreslår vi som målprecisering att i snitt högst en halv miljon kubikmeter skog insektsdödas per år under 2020-talet.

5.6 Skadegörare som nyligen kommit eller kan vara på väg

Problembild och riskvärdering

Ett varmare klimat ökar risken för att nya skadegörare kan etablera sig, både sådana som är inhemska i sydligare delar av Europa och sådana som är exotiska. Europeiska arter sprider sig ofta på egen hand i takt med att klimatet blir mer gynnsamt, medan exotiska arter främst sprids via handelsvaror. När en främmande art väl fått fotfäste kan den fortsätta att sprida sig för egen maskin.

Den *blåsvarta björkstekeln* är ett belysande exempel. Dess invandring och spridning visar flera faser som ofta förekommer när en art expanderar till nya områden, nämligen långsam etablering, massförekomst i gynnsamt klimat följt av kraftig nedgång till för arten normala nivåer. Arten är utbredd men sällsynt i stora delar av Centraleuropa. Den etablerade sig i Danmark på 1970-talet och upptäcktes vid Skanör i sydvästligaste Skåne 2002. Den spred sig långsamt därifrån och i samband med den ovanligt varma sommaren 2013 uppträdde den i stora mängder söder om en linje från Landskrona till Simrishamn.¹⁷ I stort sett alla björkar söder om denna linje var då kalättna. Spridningen norrut av kalättningszonen fortsatte med omkring tre mil per år, men från 2015 började antalet kalättna björkar att minska. 2019 förekom kalättning endast på enstaka platser längs med kusterna upp till mellersta Halland i väster och nordöstra Skåne i öster, men i övrigt har arten minskat kraftigt. En orsak till minskningen kan vara att även minst en av artens naturliga fiender har invandrat till Sverige (Anderbrandt och Broad 2019).

Den *ungerska gransköldlusen*, som i kombination med sotsvamp tvingade fram nödåvverkning av 300 000–400 000 kubikmeter medelålders granskog i södra Skåne 2010, uppvisade ett liknande mönster som den blåsvarta björkstekeln, då populationen till synes kraschade året därpå (Eriksson m.fl. 2016). Före 2010 hade den aldrig noterats i Sverige, men man kunde se på grenarna att angreppen hade påbörjats året innan.

Tallvedsnematoden har sitt ursprung i Nordamerika, där den lever i inhemska tallarter utan att göra skada. I Europa finns en liknande art i våra inhemska tallar som inte heller gör skada. I sina naturliga värdträd lever nematoderna huvudsakligen på svamphyfer som finns i den vattentransporterande splintveden. När tallvedsnematoden lever i icke-amerikanska tallar äter den även av splintveden och tallen torkar ihjäl.

Tallvedsnematoden kom till Portugal 1999, troligen via importerat virke från Kina, som i sin tur fått in den från Japan, som fick den från USA i början av 1900-talet. I Portugal försökte man utrota den, men utan framgång. Nu är tallvedsnematoden spridd i hela landet och Portugal gör enorma insatser, delvis finansierade av EU, för att hålla en två mil bred buffertzon mot hela gränsen till Spanien fri från tallvedsnematoden.

Överallt där tallvedsnematoden finns, sprids den med skalbaggar av släktet *Monochamus*, tallbockar, däribland både kronbocken och den i Sverige vanliga tallbocken. Nematoden kryper in i andningsrören (trakéerna) på den nykläckta

¹⁷ Skogsstyrelsen.se, Information om blåsvarta björkstekeln <https://www.skogsstyrelsen.se/brukaskog/skogsskador/insekter/blasvart-bjorkstekel/>

kronbocken när den ligger i sin puppkammare inne i veden. När kronbocken gnagt sig ut ur veden flyger den till närmaste tall och äter tunn frisk bark uppe i kronan. Då kryper nematoderna ut ur trakéerna och infekterar tallen via såren i barken. I Portugals varma sommarklimat dör en infekterad tall inom sex veckor. Därefter är den nydöda tallen ett perfekt yngelsubstrat för nästa generation av kronbocken (De Sousa m.fl. 2011).

I svalare och fuktigare klimat kan man förvänta sig att döendet går betydligt långsammare eftersom torkstressen inte blir värre än att tallen håller sig vid liv. Latenta infektioner kan sannolikt pågå under decennier (Gruffudd m.fl. 2019). Under en extremt varm och torr sommar kan latenta infektioner övergå i akut stadium med utbredd talldöd och mycket stor spridning av kronbocken och tallbocken som följd. Ännu är risken för större infektioner ytterst liten, men ju varmare och längre somrar vi får, desto högre blir den.

Om tallvedsnematoden skulle ta sig till Sverige riskerar konsekvenserna att bli dramatiska. Risken för omfattande skador på tall blir stor. Denna risk ökar med varmare klimat. Staten skulle få stora kostnader för provtagning och analys av proverna. Skogsindustrin skulle få restriktioner beträffande handel inom och utanför EU av icke värmebehandlat virke. Virkestransporter ut ur upprättade buffertzoner (se nedan) skulle förbjudas eller få mycket strikta restriktioner. Om stora delar av Sverige skulle räknas som infekterat skulle det vara svårt att vidmakthålla det förbud mot import av rundvirke från Nordamerika som råder idag. Detta skulle ytterligare öka risken att få in andra organismer som kan göra skada på skog. Infekterat pallvirke har hittats ett flertal gånger i svenska hamnar men hittills verkar tallvedsnematoden inte ha tagit sig ut i skogen.

För den enskilde skogsägaren skulle utbrott av tallvedsnematod innebära mycket stora ekonomiska förluster när alla barrträd oavsett ålder måste tas bort (jfr nedan). Om tallvedsnematod skulle påträffas i ett naturskyddat område skulle alla naturvärden knutna till levande barrträd försvinna.

En analys visade att rent klimatologiskt skulle den amerikanska tallbarkborren, (*Dendroctonus ponderosae*) mycket väl kunna överleva i Europa (Bendz m.fl. 2019). Den skulle då kunna angripa såväl contortatallen som vår vanliga tall (Erbilgin m.fl. 2019). Även här skulle den troligtvis gynnas av klimatförändringen.

Åtgärder för att motverka spridning

De exotiska skadeinsekter (och nematoder) som innebär störst risk för Europas skogar regleras av lagstiftning som är gemensam för hela EU. I Sverige är Jordbruksverket ansvarig myndighet för dessa så kallade karantänskadegörare. Den karantänskadegörare som sannolikt skulle bli allvarligast för svenskt skogsbruk är tallvedsnematoden.

Om tallvedsnematoden påträffas ska den utrotas. Utrotning sker genom avverkning och destruering (flisning eller värmebehandling) av alla potentiella värdväxter (nästan alla sorters barrträd) inom 500 meters radie runt platsen där tallvedsnematoden påträffades. En buffertzon med 20 kilometers radie ska upprättas där alla döende potentiella värdträd ska avverkas och destrueras. Årlig provtagning ska med 99 procents säkerhet kunna garantera att förekomsten av

tallvedsnematoden i de potentiella värdväxterna i buffertzonen är lägre än 0,1 procent. Inom tre kilometer ska minst fyra gånger så många prover tas än i zonen 3–20 kilometer. Om ingen tallvedsnematod påträffats inom fyra år anses utrotningen vara lyckad.

Åtgärdsunderskott: Med tanke på att Jordbruksverket har en färdig krisplan kan man se det som att det inte finns mer att göra när det gäller akutåtgärder. För att motverka risken att tallvedsnematoden och andra nya skadeinsekter etablerar sig här bör det ha hög prioritet för Sverige att fortsätta det internationella samarbetet som syftar till att minimera risken för spridning av skadegörare via handel med biomassa och jord.¹⁸

5.7 Rotröta och andra patogener

Problembild och riskvärdering

Rotröta är ett samlingsnamn för ett antal svampsjukdomar som orsakar röta i stam och rötter. Den absolut mest dominerande svampen är rottickan som finns i några olika former. Både tall gran och andra barrträd kan angripas (beroende på vilken form det rör sig om) men skadorna på gran är vanligen långt allvarligare än de på tall. Rottickan angriper när veden på stambas och grova rötter blottläggs genom någon form av barkskada, men kan även infektera färska stubbar och sprida sig till omgivande träd genom rotkontakter. Infektionsrisken är beroende på temperatur och när dygnets medeltemperatur ligger under fem grader anses infektionsrisken vara liten. Avverkning utanför vegetationsperioden medför därmed en betydligt lägre spridningsrisk än avverkning under vegetationsperioden.

Den förväntade ökade temperaturen kommer med oförändrat skogsbruk att innebära ökad risk för infektion av rotticka, framförallt till följd av att fler avverkningar sker under vegetationsperioden. Effekten vid RCP 4.5 beräknas bli ökad röt förekomst i landets granar – från cirka åtta procent i brösthöjd 1993–2001 till upp emot 12–15 procent mot slutet av seklet (Eriksson m.fl. 2015). För en större klimatförändring motsvarande RCP 6.0 bör det istället handla om en dryg fördubbling i andelen skadat virke; de ekonomiska förlusterna skulle då gå från omkring 800 miljoner kronor per år via 1,1 miljarder kronor per år omkring år 2050 till 1,6 miljarder kronor per år omkring år 2100.

Ju större granandel i landskapet och ju vanligare det är att avverkad granskog förnygras med granskog, desto lättare sker spridningen mellan granar. Med ett fortsatt skogsbruk som under 00-talet (föryngring, skötsel) beräknas granandelen öka i Götaland, ligga relativt still i Svealand och minska i Norrland. För södra Norrland kan den trenden möjligen redan ha vänt till följd av ökade viltbetesproblem vid föryngring. Andra patogena svampar som kan tänkas ställa till med större problem eller åtminstone förändra sina angreppsmönster är diplodia och greminiella. Utöver detta finns en lång rad andra kända patogener. Flera av dessa patogener, men inte alla, gynnas av fuktig väderlek. För närvarande är dock inte skadorna så svåra att särskilda målområden behöver formuleras. Den effektivaste åtgärden för att hindra spridning av greminiella är sannolikt att hålla efter aspsly i unga

¹⁸ Se vidare Jordbruksverkets hemsida.

tallbestånd. Även här är skadorna sannolikt inte så svåra att det behöver formuleras ett särskilt mål.

En svår skadegörare som uppmärksammas allt mer de senaste åren är de former av törskatesvampen som angriper ungar tallar. Angreppen är omfattande i framför allt Norrbotten men är även svåra i Västerbotten. Tallungskogarna är ofta även skadade av älg och andra skadegörare varvid begreppet *multiskadad ungskog* har använts (Skogsstyrelsen 2019c). Törskateangreppen tenderar att vara svårare på fuktiga och mer produktiva marker vilket kan innebära att klimatförändringarna är en drivande faktor bakom spridningen. Det finns dock fortfarande allt för många oklarheter om de bakomliggande faktorerna för att det ska gå att formulera drivande mål.

Åtgärder som kan motverka ökade kostnader

Val av trädslag, ståndort, trädslagsblandning, tidpunkt för gallring och avverkning, stubbehandling med mera har stor inverkan på infektionsrisken, vilket gör att utvecklingen kan gå att bromsa.

Stubbehandling i samband med avverkning (föryngringsavverkning och gallring) är en effektiv åtgärd mot rotröta. Risken för infektion avgör lönsamheten. De modeller som används för att bedöma infektionsrisk och därmed lönsamheten för behandling bygger på underlag från 1900-talet skogar i riksskogstaxeringen. Dessa modeller bör uppdateras utifrån både dagens klimat och det som är att vänta i framtiden.

Att blanda ut granen med andra trädslag tycks i vissa fall kunna vara ett verksamt sätt att minska infektionsrisken. Det behövs fortsatt analys av hur, och var, blandskog kan förväntas motverka rotrötespridning på ett effektivt sätt. Man kan också helt byta trädslag på marker där granen varit svårt infekterad. Åtgärderna innebär å ena sidan en lägre möjlig tillväxt för det andra trädslaget jämfört med gran, å andra sidan en lägre risk för rottickeangrepp (plus stormfällning och granbarkborreangrepp) under det kommande beståndets livstid. Även skaderisker för det alternativa trädslaget bör vägas in. Via riskspridning på ett flertal trädslag minskar risken att en stor del av en fastighets virkesförråd slås ut av ett angrepp av en viss skadegörare. En blandskog av tall, gran och björk på mellanmarker kanske inte alltid ger den högsta produktionsnivån i ett enskilt bestånd, men det ger optioner för framtiden beroende på hur respektive trädslag utvecklas.

Risken för rötangrepp ökar vid granplantering på torra marker. Om sådan plantering kan begränsas innebär det samtidigt att risken för granbarkborreskador motverkas (jfr avsnitt 5.5 ovan).

För flertalet skadegörare finns en genetisk komponent hos träden som avgör hur svårt de skadas. Detta innebär att skogsträdsförädlingen kan vara ett verksamt verktyg att minska skadorna. Att bedriva förädling mot många skadegörare samtidigt är för närvarande komplicerat och dyrt. Den effektivaste åtgärden på kort sikt torde vara att följa skadeutvecklingen och sortera bort kloner med stor benägenhet att skadas ur förädlingspopulationer och fröplantager.

Åtgärdsunderskott: Fler barrträdsdominerade bestånd bör stubbehandlas när slutavverkning och gallring görs under vegetationsperioden. Vidare bör granföryngring på torr mark undvikas. Föryngring med löv- eller blandskog kan vara ett alternativ om rötandelen var hög i det avverkade beståndet.

5.8 Översvämning, körskador och transportproblem

Problembild och riskvärdering

Större slutavverkningar kan i vissa fall orsaka eller förvärra översvämningar nedströms. Ju större hyggesarealen är inom ett tillrinningsområde till en känslig punkt nedströms, desto större blir risken för negativ vattenbelastning.

En skog kan fånga över hälften av ett regn i kronorna (Lundmark 1986). Vid en häftig nederbördsepisod (t.ex. 50 millimeter under ett dygn över ett hygge på 10 ha som ligger inom ett och samma avrinningsområde) kan mängden vatten som ska rinna av via surdrag, bäck eller dike mer än fördubblas (+ 2 500 m³) under dygnet som följer jämfört med om skogen hade varit kvar. Arealen på utströmningsområdena ökar då snabbt. Kompakterad mark eller täta jordar som förhindrar att ytvatten perkolerar ner kan också ge stående vattensamlingar. Dessa flöden och höjda vattennivåer kan skada vägar och järnvägar med underdimensionerade flödesvägar eller vägtrummor och kan även skada annan infrastruktur och byggnader nära utströmningsområdet. Risken för händelser som ger skador ökar successivt med klimatförändringarna som medför ökande nederbörd och mindre tjäle vintertid och högre extremflöden sommartid (kapitel 3). Vad gäller årliga vårflöden så minskar de i södra Sverige till följd av allt mer snöfattiga vintrar. I norra Sverige motverkas den tendensen, åtminstone under en övergångsperiod, av vinternederbörd.

Successivt ökade grundvattennivåer under vintern (jfr figur 3.2) och allt mindre vintertjäle ökar risken för körskador och de negativa effekter de kan medföra. Körskador i form av spårbildning kan försämra olika kvaliteten på avrinnande vatten och sjövattnen nedströms med avseende på slam, organiskt material, näringsämnen och kvicksilver. Djupa körskador kan ge en oönskad avvattning som skadar naturvärden i det påverkade området. Tillsammans med markberedning medför körskador allt för ofta skador på skogslandskapets många forn- och kulturlämningar (jfr omslagsbild). Avskurna rötter kan bidra till rotröta. Markkompaktering på finjordsrik mark kan minska skogstillväxten (Wästerlund 1983). Slutligen innebär körskador försämrade framkomlighet för det rörliga friluftslivet och en negativ bild av skogsbruket.

Ovan nämnda vattenrelaterade skador är svåra att kostnadsberäkna då ingen systematisk insamling av kostnader sker, vare sig för skador eller återställandeåtgärder. Vidare är det svårt att sätta ett pris på de skador på biologisk mångfald, kulturarv och fiskevatten som orsakas av körskador. I många fall kan inte skadorna repareras. En tydligare kostnad skulle kunna uppstå om Skogsstyrelsen ökade antalet vitesföreläggande i samband med förbud mot körskador.

Generellt är det idag ovanligt med översvämningsproblem på själva skogsmarken. Risken för översvämning kommer sannolikt att vara fortsatt låg i ett förändrat klimat, med undantag för lågt liggande områden kring bland annat Väner och

Mälaren (SOU 2007:60). En framtidsanalys av 75 översvämningsutsatta vattendrag i landet visade att oavsett om man tittar på 50-års- eller 200-årsmaxflöden består arealen med störst översvämningsrisk huvudsakligen av jordbruksmark och tätbebyggda områden.

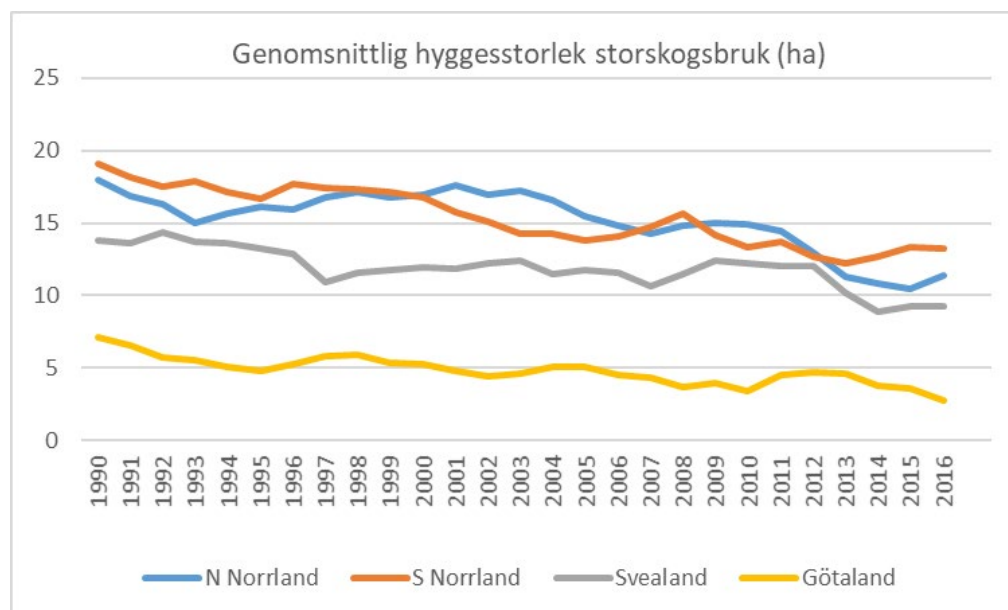
Tillgängligheten på virke påverkas negativt när fuktiga områden och områden som omges av fuktiga områden blir svåra att komma åt vintertid utan att riskera fastkörning och körsador. Kostnaden för minskad tillgänglighet till områden som blir svårare att komma åt när vintrarna blir varmare är också svår att skatta, men det borde vara möjligt, åtminstone för större skogsägare.

Att köra på blöta och fuktiga marker utan att skydda marken leder till hög bränsleförbrukning och längre körtider samt till kostnader för stillestånd och bärgning vid fastkörning.

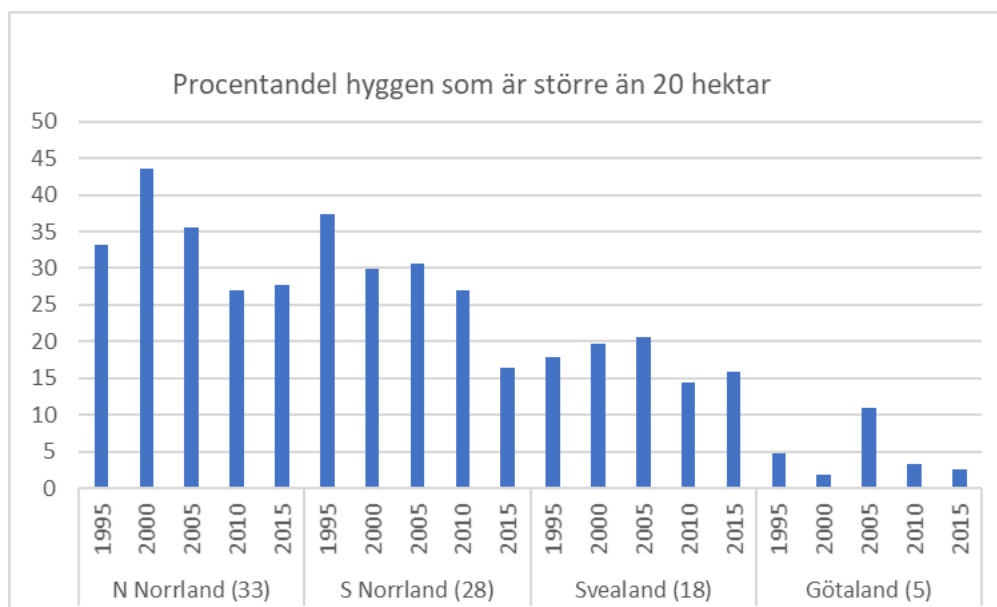
Atgärder som kan motverka ökade kostnader

Skador nedströms en slutavverkning kan begränsas om avverkningen förbereds mer ingående med avseende på möjliga avrinningseffekter. Det är viktigt att sätta den sammanlagda hyggesarealen inom ett avrinningsområde i relation till avrinningsområdets totala areal. Generellt bör man undvika att ta upp flera stora hyggen inom ett och samma avrinningsområde eftersom det ofta finns någon känslig punkt nedströms där skada kan uppstå om ett extremflöde inträffar. Även mindre hyggen kan skada om det finns en känslig punkt nedströms, till exempel en väg utan vägtrumma eller ett hus i anslutning till utströmningsområdet eller en lågpunkt på kompakterad eller tät mark.

Den genomsnittliga hyggesstorleken har minskat sedan 1990-talet (figur 5.3). Fortfarande tar emellertid storskogsbruket upp relativt många stora hyggen i Norrland och Svealand. Andelen av hyggesarealen som bestod av hyggen över 20 hektar var drygt 25 procent i norra Norrland och drygt 15 procent i södra Norrland och Svealand den senaste femårsperioden (figur 5.4).



Figur 5.3. Utveckling av genomsnittlig hyggesareal för storskogsbruket. Källa: Sören Wulff, SLU.



Figur 5.4. Andel av total hyggesareal som utgörs av hyggen som är över 20 ha för respektive landsdel (femårsmedeltal). Källa: Skogsstyrelsen, avverkningsanmälningar.

När man bygger nya vägar bör man ta höjd för ökande risker för extrema nederbördsepisoder och dimensionera vägtrumorna för dem. En ökad samverkan mellan markägare kring byggandet av skogsbilvägar kan medverka till att vägarna får en bättre placering i terrängen och att de medger bättre ingångar på fastmark för terrängfordonen vid olika ingrepp. Vidare behöver vägar byggas och underhållas med varmare och blötare vintrar i åtanke.

För att undvika körsador kan man exempelvis använda fuktighetskartor, höjddata och väderprognoser vid drivningsplanering och bra tekniker vid själva drivningen. Sådana tekniker handlar framförallt om risning och på vilken mark man kör många respektive få gånger på hygget. Det kan också handla om dyrare tekniker som kavling och användning av bärbara broar eller stockmattor för att skydda marken eller till och med byggande av fasta broar som håller några år. De kan ändå vara värda sitt pris då de tillgängliggör virke som annars skulle varit låst och/eller motverkar risken för olika svåra miljöskador som nämnts ovan och som dessutom bryter mot miljöbalken i flera fall. Det är även viktigt att entreprenörerna har rätt utbildning och ges tid (betalas) för att förhindra körsador. Skogsbruket har antagit en branschpolicy som syftar till att motverka körsador och bedriver baserat på den ett genomförandearbete på olika sätt. Exempelvis finns nu drivningsmetoderna *Spårlös avverkning* hos Sydved, *MMM* hos Sveaskog, *Risa Rätt* hos Billerud Korsnäs och *Spårlös Drivning* hos Holmen. Södra tillhandahåller en markskoningsgaranti till låg kostnad vid avverkningsuppdrag.

Högre grundvattennivåer vintertid har, parallellt med ökat fokus på högre produktion i skogen, aktualiserat behovet av dikesrensning på markavvattnade områden, där dikessystemet delvis fyllts igen med mossa och annat material. Skogsbruket har bedömt att dikesrensning behövas av flera skäl. Produktionshöjningen som dikningen medfört ska upprätthållas eller återställas. Områdena ska kunna slutavverkas och virket transporteras ut utan alltför stora problem med körningen. En föryngring ska kunna åstadkommas trots att grundvattennivån höjs efter

avverkning. Drygt 0,6 miljoner hektar av den dikade fastmarken och ca 0,3 miljoner hektar av torvmarken bedömdes behöva rensning av Hånell (2004).

Samtidigt visar sammanställningar av tillgänglig forskning att de flesta dikade marker har så stora nettoemissioner av växthusgaser att aktiv återvätning alternativt fortsatt försumpning vore den bästa åtgärden ur klimatsynpunkt (Hjerpe m.fl. 2014). Slutavverkning kan i så fall gärna göras först, men helst då under en torr sommar eller en kall vinter. I vissa fall kan miljövärdena i området eller i vattnen nedströms vara sådana att rensning är olämpligt. Själva dikesrensningen kan försämra kvaliteten på avrinnande vatten på liknande sätt som körskador på samma mark. I vissa fall har torven brutits ned eller ändrat struktur så pass mycket att en rensning inte räcker för att bibehålla en fungerande avvattning.

Finska studier visar på tillväxtökningar med mellan noll och 1,8 kubikmeter per hektar och år i talldominerade bestånd och mellan 1,5 och två kubikmeter per hektar och år i grandominerade bestånd under 15–20 år efter dikesrensning (Sarkola m.fl. 2012). En ännu inte publicerad surveystudie av 14 tall- och granbestånd i Sverige, belägna på både torv och mineraljord, visar på en genomsnittlig tillväxtökning på 1,6 kubikmeter per hektar och år under 25 år efter dikesrensning i bestånd med en stamvolym på 50–200 kubikmeter per hektar.¹⁹ I bestånd med högre volym erhöles ingen tillväxtökning.

Sammantaget behövs således en kunskapshöjning kring vilka dikade objekt som verkligen lämpar sig för dikesrensning och en utredning av hur samhället ska skapa incitament för igenläggning eller fortsatt försumpning om det bedöms vara bäst ur klimatperspektiv. Vid rådgivning till markägare som avser att dikesrensa ska målbilderna för hänsynsfull dikesrensning användas.

Åtgärdsunderskott: Skogsbruket behöver utveckla kapaciteten och en rutin för att bedöma risken för skadlig avrinning vid slutavverkning. Även om de genomsnittliga hyggesstorlekarna har minskat över tid kvarstår ett behov av att minska förekomsten av stora hyggen per avrinningsområde i Norrland och Svealand.

För att motverka uppkomsten av körskador behövs ett fortsatt genomförandearbete i enlighet med branschpolicyn inom skogsnäringen. Ett speciellt behov finns av att nå entreprenörer som arbetar direkt åt icke föreningsanslutna skogsägare med information och utbildning kring målbilder och tekniker.

Ett stöd för markägare som vill samverka kring byggande av skogsbilväg vore önskvärt.

Det behövs ökad kunskap kring effekter av markavvattning, dikesrensning och återvätning på klimat, biologisk mångfald och produktion. Baserat på nuvarande och tillkommande kunskap behöver markägarincitamenten för brukandet av dikad torvmark ses över. Vidare finns frågor kring våtmarkers betydelse för brandskydd och omgivningens hydrologi som behöver belysas.

¹⁹ U. Sikström, Skogforsk, muntl. meddelande.

5.9 Erosion och ras

Problembild och riskvärdering

Analysen visar att skogsbrukets inverkan på erosions-, ras- och skredhändelser med stora risker och samhällskostnader som följd redan idag händer för ofta för att betraktas som undantagsfall (Lundström m.fl. 2016). Klimatförändringarna ökar sannolikheten att de blir vanligare.

I områden med marker med högt innehåll av sand eller silt (mo och mjäla) i kombination med stark marklutning är sannolikheten högre för att erosion eller ras ska förekomma. Risken ökar vid avverkning och markberedning eftersom det kan skapas spår i vilka erosionen kan ta fart. Dessutom ökar avrinningen – slutavverkningar kan öka avrinningen med i princip 100 procent och gallringar med bortåt 20 procent.

Enligt det GIS-underlag för *branta instabila områden samt raviner* som Skogsstyrelsen tagit fram tillsammans med Statens geotekniska institut utgör dessa områden närmare en halv miljon hektar (Lundström m.fl. 2016). Cirka fem procent av vattendragen berörs. En analys av underlaget visar att dessa marker består av 84 000 hektar mark med mycket stark lutning (> 25 grader) och 381 000 hektar angränsande mark med stark lutning (10–25 grader) (sand- eller siltdominerade jordarter).

Erosion och ras kan påverka områden utanför branterna genom att de täcks över av jordmassor. Dessa områden benämns i ovan refererade kartunderlag för konsekvensområden. I de fall enbart skogsmark berörs skulle man förenklat kunna säga att raset inte har någon större påverkan. Av 68 400 identifierade konsekvensområden innehåller 42 procent vägar, järnvägar, byggnader eller vattenskyddsområden. Det totala antalet byggnader som beräknas ligga inom konsekvensområdena beräknas till knappt 120 000 stycken, varav 50 000 bostäder, 1 500 industrier, 2 400 byggnader för samhällsfunktioner och drygt 60 000 ospecificerade komplementbyggnader.

Klimatförändringarna förstärker riskerna för erosion och ras genom att förekomsten av tjäle minskar och grundvattennivåerna ökar vintertid. Tillfällen med extremt hög nederbörd i kombination med tjälfria förhållanden kommer att öka (jfr avsnitt 3.2).

Nästan 4 100 av avverkningarna som anmälades under 2018 ingick helt eller delvis i de karterade områdena, vilket motsvarar närmare sex procent av antalet inkomna avverkningsanmälningar. Av dessa bedömdes 1 720 kunna medföra en förhöjd risk för erosion eller ras med direkt påverkan på byggnader, infrastruktur eller vattentäkt. Härutöver finns risker av lägre allvarlighetsgrad såsom försämrad framkomlighet i skogsterrängen och grumlat vatten. För närvarande finns ingen rutin för särskilda anpassningskrav eller rådgivning i Skogsstyrelsens ärendehandläggning när det gäller risker kopplade till erosion och ras.

Enligt Trafikverket utlöser skogsbruksåtgärder varje år flera erosions- eller rasincidenter med skador på vägar eller järnvägar.²⁰ Oftast är det byggande av skogsbilväg eller terrängkörning i samband med till exempel avverkning som främst ligger bakom erosion och ras (och slamströmmar), men även avlägsnande av bindande, skyddande och vattensugande vegetation i samband med avverkning kan vara utlösande orsak. I de flesta fall har effekterna varit av enbart ekonomisk och praktisk art, men det har förekommit tillbud där människoliv hade kunnat gå till spillo, exempelvis då en avverkning kom att avvattnas ut i en basväg i Silje nära Sundsvall.²¹ Vattenflödet skapade en flera hundra meter lång ravin i basvägen med stora jordmassor som begravnade en tomt samt delar av riksväg 86. För att stävja händelser som denna har Skogsstyrelsen med flera berörda myndigheter drivit ett projekt om stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering (t.ex. Jontell m.fl. 2016 och Lundström m.fl. 2016).

Kostnaderna för att återställa skadade vägar kan bli avsevärda. För driftsområde Norra Värmland – det av Värmlands sex driftsområden med störst andel ras – sker två–tre större ras varje år med en kostnad för återställande på 1,5–2 miljoner kronor. Mindre underhållsåtgärder som erosionsskydd och spolningar tillkommer och uppskattas till en halv miljon kronor per år i området. Det finns totalt cirka 110 driftsområden i landet och en skattning är att fem till tio procent av dessa är lika utsatta och med likartade förhållanden som norra Värmland.²² Typ av väg har också betydelse för kostnaderna. Enbart återställandet av E14 som år 2006 spolades bort i Ånn kostade 7–8 miljoner kronor. Till detta ska läggas kostnader för stillestånd, förseningar av gods- och persontrafik samt omledning av trafik.

I Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) skattades kostnaderna för samtliga stora skador på vägnätet på grund av höga flöden, erosion, ras och skred mellan åren 1995–2007 till 1 200 miljoner kronor, det vill säga cirka 90 miljoner kronor per år.

Skogsbruket debiteras idag endast i undantagsfall för de kostnader som det orsakar i form av erosion och ras,²³ men detta är inte givet om kommande händelseutveckling visar på ett mönster av underlåtenhet att agera på tillgänglig kunskap.

Skogsstyrelsen bedömer att klimatändringarna kan komma att öka skogsbrukets och samhällets kostnader för skador orsakade av erosion och ras betydligt om inga ytterligare åtgärder vidtas. Parallellt ökar även riskerna för att människor kommer till skada. Det kan handla om upp till dubbelt så höga kostnader 2050 och flerdubbelt högre kostnader mot slutet på seklet, jämfört med början av 2000-talet, om inget görs i motverkande syfte.

²⁰ Förutom Trafikverkets noteringar saknas det sammanställningar över hur stor andel av erosions- och rasrelaterade skador på infrastruktur, bebyggelse med mera som kan knytas till skogsbruksåtgärder. Detta är en brist som delvis beror på oklar ansvarsfördelning mellan myndigheter.

²¹ Sundsvalls tidning 2006-10-25. <https://www.st.nu/artikel/en-flod-av-sand-och-lera-pa-vag-mot-86-an>

²² H. Nordlander, Trafikverket, muntl. meddelande.

²³ Undantag finns dock i form av ett rättsfall från Ödeshög där fastighetsägaren fick betala skadestånd till vägverket samt betala hälften av rättegångskostnaderna i samband med bortspolande av hundra meter väg.

Åtgärder för att motverka ökade risker kopplade till särskilt instabila marker

Utpekade riskområden behöver drivningsplaneras med högre kvalitet än idag, normalt via barmarksplanering i fält. Drivning bör alltid ske på tjälad mark eller när det är torrt. På en stor del av riskområdena kan omställning till någon form av hyggesfritt skogsbruk vara en bra lösning. Då behålls hela tiden den armering som levande rötter ger. På talldominerad mark kan istället små hyggen kombinerat med täta fröträdsställning vara ett alternativ.

Skogsbruket och berörda myndigheter behöver förbättra sina riskanalyser. Eventuellt behöver nya restriktioner utvecklas för körning och avverkning för marker i riskzonen. Arbete av det slaget har påbörjats inom den myndighetsgemensamma arbetsgruppen för naturolyckor som leds av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Parallellt pågår visst arbete med att identifiera och värdera riskområden innanför och utanför den nuvarande kartläggningen.

Ställer man om den del av den särskilt instabila arealen med infrastruktur och vattentäkt i riskzonen skulle det kunna handla om i storleksordning 200 000 hektar, men karteringen och skattningarna behöver utvecklas vidare. En övergång till hyggesfritt kan innebära att virkesleveransen minskar uppåt 30 procent över lång tid (jfr Hannerz m.fl. 2017). Nettoinkomsten minskar dock inte lika mycket eftersom kostnaderna för föryngring sänks. En ökad debitering av faktiska kostnader för återställande, skadestånd eller rättegångskostnader (jfr ovan) innebär att det sammantaget kan vara ekonomiskt motiverat att ställa om till hyggesfritt skogsbruk i känsliga områden.

Vid byggnation av skogsbilvägar eller drivning på riskmarker som lutar över 25 grader (84 200 ha) bör man alltid konsultera geotekniker.

Nuvarande lagstiftning (Miljöbalken, Skogsvårdslagen och Plan- och bygglagen) är inte anpassad för erosions- och rasrisker. Det saknas även praxis för tillsyn och rådgivning. Som en följd av detta är det inte heller klart huruvida staten eller den enskilde ska stå för kostnaderna i de fall områden av Statens geotekniska institut eller annan expertinstans bedömts som farliga eller olämpliga att kalavverka på utifrån risk för samhällsviktiga funktioner. Detta behöver utredas vidare. En möjlighet är även att återinföra någon form av skyddsskogsbegrepp i Skogsvårdslagen. Det finns också ett behov av att förtydliga hänsynen till mark och vatten inom dessa riskområden i Skogsvårdslagen.

Vidare behövs en ökad samverkan mellan myndigheter och olika verksamhetsutövare och övergripande förståelse för olika ansvarsområden. Exempel på detta är Trafikverkets behov av att känna till avverkningar inom branta instabila områden för att på så sätt kunna ha en beredskap längs till exempel vägar som kan finnas i området, ifall något skulle hända. Detsamma gäller att erosions- och rasrisker till följd av skogsbruk kan behöva inkluderas i kommunala översiktsplaner.

Åtgärdsunderskott: Det är angeläget att skogsägare informeras om var det är hög risk för erosion och ras vid olika skogliga åtgärder och hur riskerna kan begränsas. Det kan handla om att bibehålla en armering av levande rötter i marken och att köra skonsamt på dessa marker, exempelvis genom att drivning enbart sker på tjälad eller torr mark. Där erosion eller ras kan medföra skador på infrastruktur,

tomter, hus, vattenverk, reningsverk eller biologiskt värdefulla vatten bör man normalt undvika att kalavverka, och körning som krävs för olika skogliga åtgärder bör planeras noggrant. På talldominerade objekt kan en kombination av små hyggen med täta fröträdsställningar vara ett alternativ.

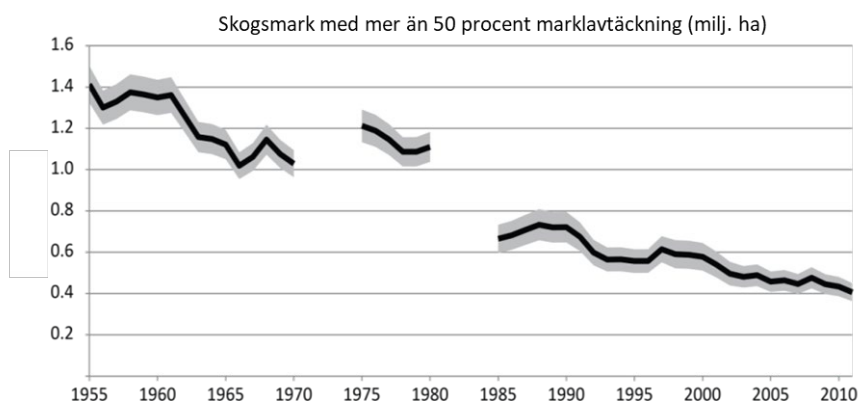
Frågor om ansvar och skyldigheter för de fall det krävs anpassad avverkning/drivning på särskilt instabil mark för att undvika skador för tredje man behöver besvaras. Rutiner för hantering av branta, instabila marker vid avverkningsanmälan behöver utarbetas.

5.10 Påverkan på flyttleder och vinterbetesmarker för ren

Problembild och riskvärdering

Renskötseln påverkas negativt av klimatförändringen, bland annat genom att risken för hård skare och isskorpa på vinterbetesmarkerna ökar (jfr Löf m.fl. 2012). Vidare medför klimatförändringarna att samebyarnas flyttleder kan behöva kompletteras med nya sträckningar. Varmare klimat innebär också att tillgången på bärande isar och möjligheten att flytta renarna på snö minskar över tiden.

Skogsvårdslagen (31 §) reglerar vilken hänsyn till renskötseln som ska tas av skogsbruket. Skogsbruksåtgärder inom renskötselområdet ska utföras så att tillgången på sammanhängande betesområden och till vegetation som behövs för samling, flyttning och rastning av renarna inte minskar över tiden. Detta innebär att renen ska kunna gå från sommarlanden i väst till vinterlanden i öst och tillbaka igen. Sett över lång tid är det uppenbart att olika former av markanvändning har påverkat betesområdena negativt. Exempelvis har hänglavsskogarna minskat påtagligt. Andelen lavmarker har minskat med bortåt 70 procent sedan 1950-talet i vinterbetesområdena (figur 5.5).



Figur 5.5. Skogsmark av "lavtyp med mer än 50 procent marklavstäckning" har minskat med drygt 70 procent mellan 1955 och 2013 (Sandström m.fl. 2016).

Stora hyggen, markberedning, gödsling av lavmarker, avverkning av hänglavsbärande skog och plantering av contorta har bidragit till att minska och fragmentera vinterbetesområdena. Samtidigt har röjning och gallring som utförts i rätt tid förbättrat läget på sina håll i den brukade skogen. Väl skött skog kan på detta sätt vara till större nytta än helt oskött skog.

Sammantaget finns ett behov av att restaurera mark- och hänglavsområden inom vinterbetesområdena och flyttlederna för att motverka de problem med födotillgång och flyttning som förstärks av milda vintrar.

Åtgärder för att motverka de ökande problemen

Tidigare brist på hänsyn avspeglas i minskade och fragmenterade betesmarker inom renskötseområdet och det finns därför ett behov av förbättrad hänsyn. Genom en utvecklad långsiktig samplanering mellan renskötseln och skogsbruket kan tillgången på vinterbete säkras och en negativ utveckling motverkas (Löf m.fl. 2012). Storskogsbruket har särskilt goda möjligheter att tillse att mark- och hänglavstillgången blir tillräckligt stor.

Avverkningen av hänglavsbärande skog i vinterbetesområden kan reduceras så att hänglavstillgången bibehålls eller ökar.

Fläckmarkberedning eller ingen markberedning kan användas på viktiga lavmarker som används som vinterbetesmark eller flyttled av renskötseln. Skonsam markberedning, där högst 20 procent av markytan störs av behandlingen, kan även tillämpas på andra viktiga lavbärande marker i vinterbetesområden, det vill säga marker som behövs för en god tillgång på sammanhängande vinterbetesmark för respektive sameby. Dessa möjligheter till hänsyn gäller inom ramen för kraven på godkänd förnygring.

Röjning och gallring som anpassas efter markens beskaffenhet och görs i rätt tid kan underlätta för renskötseln på olika sätt. Genom röjning och gallring öppnas bestånd upp och ljusinsläppet ökar vilket är positivt för marklaven. Riktad och hård röjning och gallring i flyttleder underlättar flytten av en renhjörd betydligt. Studier visar också att det går att återetablera marklav genom att sprida lavfragment (Kivinen m.fl. 2010).

Contortatallen har ett växtsätt som både påverkar framkomlighet och renbete negativt och är olämplig i områden som är viktiga för renskötseln. Det kan gälla flyttleder och områden som tidigare använts som betesområden för renskötseln och som behöver restaureras för det syftet.

Skogsbruket kan låta bli att gödsla viktiga lavmarker och att ta upp stora hyggen då de påverkar flyttlederna och förändrar sammanhanget i vinterbetesområdet. Man kan vidare låta bli att bygga nya skogsbilvägar i dessa områden om de skapar nya störningsmoment som överväger den nytta som även renskötseln kan ha av vägarna.

En simuleringsstudie av renskötselanpassad skogsskötsel visade att det går att vända trenden med minskande areal lavrik skogsmark och förbättra förflyttningssmöjligheterna längs flyttleder – med endast liten påverkan på lönsamheten för skogsbruket (Lundström 2016).

Åtgärdsunderskott: Skogsbruket bör i högre grad än idag använda fläckmarkberedning eller ingen markberedning alls på lavmarker som används inom renskötseln. Avverkningen av hänglavsbärande skog i vinterbetesområden bör reduceras

så att hänglavstillgången bibehålls eller ökar i varje sameby där tillgången tydligt krympt över tid.

Skogsbruket bör prioritera röjning och gallring av viktiga marklavområden och inte plantera contorta på renbetesmarker kring flyttleder och i viktiga vinterbetesområden. Vidare bör skogsbruket upphöra med gödsling och att ta upp stora hygen på viktiga marklavområden.

GPS-kartläggning av renens rörelser under olika år kan användas som huvudsakligt underlag för vilka marker som kan betecknas som *viktiga* i långtidsplaner i detta avseende. Riksskogstaxeringen och nyutvecklade marklavinventeringar kan användas för uppföljning.

5.11 Påverkan på skogens biologiska mångfald

De pågående klimatförändringarna påverkar redan arters utbredningsområden i stor skala runtom i världen (Settele m.fl. 2014). Till exempel fann en metaanalys av utbredningsområdena för omkring 800 arter (främst leddjur) en genomsnittlig nordförflyttning med 1,7 kilometer per år (Chen m.fl. 2011). En tidigare metaanalys av ett hundratal arter av fåglar, fjärilar och alpina örter visade på en genomsnittlig förflyttning norrut på 0,6 kilometer per år (Parmesan och Yohe 2003). För trädslag är direkta bevis på motsvarande utbredningsförändringar mer begränsade (Zhu m.fl. 2012, Skogsstyrelsen 2019b), vilket kan indikera att trädens relativt långa generationsperioder medför en tydlig eftersläpning för deras del.

Simuleringar visar att klimateffekterna kommer att förvärras och hota många arter och ekosystem (O'Neill m.fl. 2017). Upp till 50 procent av fågelarterna och 40 procent av grod- och kräldjursarterna i världen bedöms vara starkt hotade redan vid tvågradersmålet (vid RCP4.5; Foden m.fl. 2013). Rörliga och lättspredda arter kommer att kunna följa med klimatförändringarna om de hittar rätt miljöer i övrigt längs vägen, medan andra kommer att släpa efter, framförallt många växtarter (Parmesan och Hanley 2015).

Om tvågradersmålet nås genom tillräckliga utsläppsminskningar kan 60–70 procent av de globalt skyddade områdena fortsätta att ha en starkt skyddande funktion; utan tillräckliga utsläppsminskningar endast 20–30 procent (Warren m.fl. 2018). De högre delarna av intervallen förutsätter att det finns en god grön infrastruktur med väl fungerande spridningskorridorer.

För Sveriges del är det påvisat att flyttfåglarna kommer allt tidigare.²⁴ Vid Ottenby passerar fåglarna i genomsnitt 4–5 dagar tidigare nu än för 40 år sedan. Svensk fågeltaxering visar att häckningen under de senaste decennierna har gått bättre för arter med relativt sett varma utbredningsområden, som exempelvis gransångare, steglits och svarthätta, jämfört med arter med relativt kalla utbredningsområden, som lappsparv och snösparv.

En studie över ett tjugotal vedlevande mossarter förutspår att populationerna av små, nordliga och östliga mossarter kommer att minska i framtiden i Sverige till följd av klimatförändringarna och populationer av arter som befinner sig nära

²⁴ <http://www.fageltaxering.lu.se/resultat/indikatorer/miljomalsindikatorer/>

gränsen för sitt utbredningsområde riskerar att konkurreras ut (Löbel m.fl. 2018). Exempelarter är grön sköldmossa, skogsspärrmossa, barkflikmossa, vedflikmossa, timmerskapania och mikroskapania. Vanliga, lättspridda och konkurrenskraftiga arter som långfliksmossa och stubbspretmossa kan komma att breda ut sig på andra vedlevande arters bekostnad och spridda sig norrut och österut. För långfliksmossa ser bryologer denna tendens redan idag.

För insekter kan en liknande utveckling förutspås. Nordliga arter får tuffare konkurrens, medan arter som idag har sin nordgräns i Sverige kommer att kunna utöka sitt utbredningsområde. Detta är en pågående förändring som redan har observerats för många arter under en period. Ett exempel på en sådan art är långhorningen rödhjon. I Artportalen kan man se att arten på senare år hittats på många platser längs västkusten. Före millennieskiftet förekom arten bara i landets sydostligaste delar. Men även vissa sydligare arter kan komma att missgynnas. Det kan exempelvis gälla vissa arter av solitära bin som kan riskera att komma i otakt med blomningen av de speciella växtarter som de är beroende av (Naturvårdsverket 2016).

Ett varmare och fuktigare (vintertid) klimat ökar också sannolikheten att främmande arter får lättare att etablera sig i Sverige. Vissa främmande arter brukar ses som ett positivt tillskott till faunan, exempelvis kartfjäril och sälgskimmerfjäril, medan andra är betydligt mera problematiska, som exempelvis blåsvarta björksteckeln och lärkborren (jfr avsnitt 5.5 om skadegörare ovan) och harlekinnyckelpigan.

I Sverige, liksom på andra nordliga breddgrader beräknas temperaturhöjningen bli större än det globala medeltalet. De geologiska förutsättningarna är dock likartade i stora delar av landet. Över större delen av landet finns det en variation av magra till kalkrika marker på såväl torra som fuktiga marker, med tall, gran, björk och asp som dominerande trädslag, och liknande dominerande markvegetationstyper (lavmark, lingon, blåbär, gräs, lågört och högört). Samtidigt är vissa naturtyper ovanliga, till exempel orörd barr-, bland- och lövskog i södra och nordöstra Sverige, liksom orörda skogsomgivna våtmarker på bördig torvmark, vilket försvårar migrationen för arter som är knutna till dessa (jfr Schwartz 1993).

Flera lövträd (bok, ek, lind, alm etc.) har sin nuvarande nordgräns i södra eller centrala Sverige, men utbredningsgränserna kommer successivt att flyttas norrut. För de arter som är beroende av gamla träd och grov död ved av dessa arter kan migrationen försenas relativt klimatförändringen då det tar tid för träd att bli gamla. Därtill betas lövplantor hårt av stora populationer av älg, rådjur och hjort idag.

Ett betydande hot som klimatförändringen medför i Sverige är att den genomsnittliga vattentillgången beräknas minska sommartid i markens övre skikt i nästan hela landet (figur 3.1). Det kan få storskalig påverkan på tillgången till kontinuerligt fuktiga miljöer. Utöver detta ökar risken för sammanhängande torrperioder då nederbörden sommartid i högre utsträckning begränsas till häftiga åskregn, som dessutom är mer oregelbundna även i rumsskalen. Återhämtningen för fuktkrävande arter försvåras när frekvensen för torrperioder ökar (Hylander m.fl. 2015).

Utöver klimatet är markanvändningen och speciellt intensiteten i markanvändningen av avgörande betydelse för bevarande av biologisk mångfald. Snabbare tillväxt och kortare omloppstider kan leda till mindre grov död ved och sämre substratkvalitet beroende på hur intensivt skogsbruk som bedrivs (Weslien m.fl. 2009). Dessutom blir skogen tätare och mörkare och andelen med mark utan fältskikt ökar successivt. Om ett livsavgörande substrat i en passande miljö för en viss organism inte finns, så kan arten inte leva där även om klimatet i sig skulle bli optimalt för arten i fråga. Detsamma gäller om artens spridning förhindras av stora mellanliggande arealer med för arten livsfientlig miljö.

Med klimatförändringarna blir därför skogsbrukets vardagshänsyn ännu viktigare för skogens biologiska mångfald. Enstaka reservat och nyckelbiotoper kan förstöras av stormar, skogsbrand eller barkborrehärjningar, men om hela skogslandskapet har en god matrix med död ved i olika nedbrytningsstadier, avsiktligt veteraniserade träd, hänsynsytor, kantzoner med mera, så kan även många känsliga arter röra sig i landskapet och kolonisera nya områden efterhand som klimatet ändras (Franklin och Lindenmayer 2009). Denna utveckling skulle även gynnas av en ökad satsning på blandskog, framförallt i stora delar av Götaland och på igenlagd jordbruksmark i övriga landet.

Åtgärder för att motverka riskerna

Arbetet med att förbättra spridningsmöjligheterna för känsliga arter och artgrupper behöver fortsätta, liksom kunskapsutvecklingen på området. De ansatser som finns till övergripande strategisk planering på landskapsnivå (i praktiken län eller Skogsstyrelsedistrikt) kan med fördel stärkas och involvera företrädare för de största skogsägarna där så inte redan sker. En sådan landskapsplanering kan synliggöra vilka naturtyper och substrat det råder brist. Planeringen kan ge underlag för information till skogsägare och entreprenörer och kan göra det lättare att prioritera mellan olika naturvårdsinsatser.

Problem med återkommande uttorkning av fuktiga miljöer skulle kunna motverkas dels genom återvätning av utdikad mark, dels genom ökad tillämpning av ett hänsynsfullt hyggesfritt skogsbruk som bevarar fuktiga miljöer intakta, till exempel i stråk längs med kantzoner vid vattendrag, våtmarker och sjöar. Vidare ökar behovet av skyddszoner runt fuktkänsliga miljöer som sparas vid hyggesupptagning, till exempel kärr, källmiljöer och branter. Ett hänsynsfullt hyggesfritt skogsbruk kan värna kontinuiteten i fuktkänsliga miljöer.

Greiser m.fl. (2019) visar att skuggiga raviner och gamla skogar i nordsluttning som har svalare sommarkvar, senare snösmältning och mindre temperatursvängningar jämfört med omgivningen kan fungera som refugier för nordliga skogsväxter som missgynnas av ett varmare klimat.²⁵

Sydligare arter kan i ökande grad komma att konkurrera med nordliga arter i den fjällnära skogen eftersom skogen inte flyttar uppåt längs fjällsidorna i takt med klimatförändringarna. Det tar långt tid för träd att bli gamla och en skog att

²⁵ Forskarna har markerat områden med ”mikrorefug-potential” på en karta över delar av Värmland, Västmanland och Dalarna som kan användas för naturvårdsplanering inom skogsbruket.

formas. Betydelsen av naturvårdande skötsel och skydd av klimatrefugier ökar därmed inom denna region.

Åtgärdsunderskott: För att bättre skydda fuktberoende hotade arter behöver skyddszonerna breddas utmed naturliga vattendrag och runt känsliga miljöer som småkärr, branter och källor. Våtmarker behöver restaureras i ökad utsträckning. Äldre skog på nordsluttningar och i skuggiga raviner kan fungera som klimatrefugier för nordliga arter och har därför ett ökat skyddsbehov.

Åtgärder för ökad biologisk mångfald i produktionsskogen behöver utvecklas och användas rutinmässigt. Ekologiska briststrukturer såsom hålträd, högstubbar, solexponerade ytor och död ved i olika stadier kan exempelvis skapas på ett kostnadseffektivt sätt i samband med ordinarie skogsskötsel. Genom att förstärka matrixen knyts värdekärnor samman och förutsättningen för hotade arter att sprida sig norrut ökar.

Insatser för att öka förutsättningarna för hotade skogsarter att sprida sig norrut i ett ändrat klimat behöver genomföras på ett systematiskt sätt och kan med fördel knytas samman med pågående arbete med grön infrastruktur.

Mot bakgrund av vad vi bedömer är praktiskt görbart, beaktat den klimatpolitiska vägvalsutredningens²⁶ förslag om återvätning för klimatnyttans skull, föreslår vi ett preciseringsmål om 20 000 hektar återvätning av dikad skogsmark under 2020-talet.

²⁶ Klimatpolitiska vägvalsutredningen, kommittédirektiv M 2018:17.

6 Uppföljning av klimatanpassningsmål

Skogsstyrelsen ska årligen redovisa till SMHI och regeringskansliet hur arbetet med klimatanpassning fortlöper. I detta ingår att bedöma statusen på de föreslagna effektmålen. Detta är möjligt med hjälp av de uppföljningsbara preciseringar som är knutna till målen. En fördjupad utvärdering av preciseringarna ska göras minst vart femte år. I tabell 3–5 nedan redovisar Skogsstyrelsen hur respektive precisering kan följas. En utgångspunkt har varit att använda indikatorer som enkelt kan följas med hjälp av data från Riksskogstaxeringen eller andra system för inventering och datafångst som Skogsstyrelsen redan använder sig av.

Tabell 3. "Skador begränsas i närtid genom väl fungerande system för övervakning och krisberedskap."

Precisering	Uppföljning
Mängden insektsdödad skog är i genomsnitt högst 500 000 kubikmeter per år under 2020-talet	Skogsstyrelsens/SLU:s uppgiftsinsamling
Barrskogsdominerad skog stubbehandlas mot rotröta i hög omfattning vid föryngringsavverkning och gallring under vegetationssäsongen	Enkätundersökningen (nivån för hög omfattning bestäms i samverkan med sektorn, ökas med tiden)
Den genomsnittliga skogsbrandsarealen är i genomsnitt högst 1 000 hektar per år under 2020-talet; avsiktliga naturvårdsbränningar ingår inte	Skogsstyrelsens uppgiftsinsamling

Tabell 4. "Skador förebyggs långsiktigt och kostnadseffektivt genom att skogen är ståndortanpassad och stormsäker och har hög grad av variation."

Precisering	Uppföljning
Andelen tall är minst 80 procent i föryngringar på torr mark i respektive landsdel från och med andra halvan av 2020-talet	Återväxtuppföljningen
Varje år skadas högst fem procent av tallplantorna av viltbete på vanlig mark och högst två procent på marker med låg bonitet	Älgbetesinventeringen
Blandskogs- och lövandelen bibehålls eller ökar under 2020-talet i samtliga landsdelar jämfört med 2010-talet	Riksskogstaxeringen
Det finns väl underbyggda råd om hur man kan skapa stormtåliga hyggeskanter via beståndsanläggning och -skötsel senast år 2024 och en utbredd kännedom om dessa råd bland skogsägare.	Lägesbeskrivning, intervjuer

Tabell 5. "Skogsbruket utvecklas så att skador på miljö och andra samhällsvärden inte ökar över tid".

Precisering	Uppföljning
Skogsbruket tillämpar planering och teknik så att det blir färre körskador i skogen under 2020-talet än under 2005–2015	Hänsynsuppföljningen
Alternativ till trakthyggesbruk och noggrant planerad körning tillämpas vid huvuddelen av anmäld avverkning på brant, instabil mark där erosion, ras eller skred kan skada samhällsviktiga funktioner eller vattendrag med registrerade höga miljövärden	Uppföljning av avverkningsanmälda objekt (som berör områden karterade som särskilt instabil mark) via GIS, telefonintervjuer eller upprättade överenskommelser
Under 2020-talet minskar hyggesarealen per avrinningsområde jämfört med 2010-talet så att vattenrelaterade skador nedströms motverkas	Avverkningsanmälningar/Riksskogstaxeringen kombinerat med GIS-analys
Skogsbruksåtgärder som har negativ påverkan på vinterbetestillgång och flyttleder för renskötelsen minskar och en positiv påverkan via riktad röjning och gallring ökar under 2020-talet jämfört med tidigare	Riksskogstaxeringen, Enkätundersökningen, intervjuer med berörda aktörer
Under 2020-talet återställs totalt minst 20 000 hektar dikad skogsmark till våtmark	Uppföljning inom återställningsprojektet

7 Handlingsplan för Skogsstyrelsen

7.1 Klimatanpassning som en del i den löpande verksamheten

Intentionen med förordningen om klimatanpassning är att få till stånd adekvata anpassningsåtgärder inom alla sektorer i samhället. Föreliggande handlingsplan beskriver hur Skogsstyrelsen avser att verka för att nå de föreslagna effektmålen för skogssektorn (kapitel 2). Att verka för att framtidens skogar kan stå emot skador och möta andra klimatrelaterade förändringar är grundläggande åtaganden för att leva upp till skogspolitikens intentioner.

I praktiken finns frågor om klimatanpassning redan med i många processer på Skogsstyrelsen. Inte minst gäller det myndighetens arbete med beredskapsfrågor och skadesamordning där Skogsstyrelsen även kommer att förstärka kapaciteten att bekämpa framförallt granbarkborren. Också när det gäller mer långsiktiga aspekter är Skogsstyrelsens ambition att klimatanpassning ska vara en integrerad del i myndighetens löpande verksamhet, både på avdelningarna nationellt och på distrikten.

I det följande lyfter Skogsstyrelsen fram några insatser som särskilt är ägnade att driva på när det gäller klimatanpassning. Insatserna avser perioden 2020–2024.

7.2 Aktiviteter för att driva på arbetet med klimatanpassning

Lyfta frågor om långsiktiga anpassningsåtgärder inom ramen för ordinarie sektorsdialoger

En viktig del i arbetet med att ta fram förslag på mål och anpassningsåtgärder har varit att föra dialog med centrala aktörer inom sektorn. Denna process kan fortsätta, och utvidgas, genom att knyta samman frågor om skogsskador med klimatanpassning inom ramen för Skogsstyrelsens ordinarie sektorsdialoger.²⁷ Skogsstyrelsen kan förmedla kunskap och stötta företagen och föreningarna i deras arbete med att begränsa och förebygga klimatrelaterade skador. Skogsstyrelsen kan särskilt bidra med att lyfta fram betydelsen av långsiktiga anpassningsåtgärder. Sektorsdialogerna innebär samtidigt en möjlighet för Skogsstyrelsen att få en ökad förståelse för olika skadeproblem, hur skogsnäringen hanterar problemen och vilket stöd de behöver i det arbetet.

Integrera klimatanpassning i kunskapssatsningen Hållbar tillväxt i skogen och andra satsningar inom Skogsprogrammet

Skogsstyrelsen kan bidra till att integrera frågor om klimatanpassning i olika satsningar inom Skogsprogrammet, däribland Hållbar tillväxt i skogen. Denna fleråriga satsning ska bland annat ta hand om förslag från Samverkansprocess Skogsproduktion och är tänkt att vara en tillväxtfrämjande helhet av produktion och miljö. Satsningen ska bidra till ökad kunskap internt och externt om hållbar produktion och till att denna kunskaps omsätts i praktiken så att faktiska resultat uppnås i form av ökad leverans av virkesråvara, biologisk mångfald och andra kvaliteter. Att tydligt ha med klimatanpassning är givet i en satsning av detta slag.

²⁷ Sektorsdialogerna är en metod för att på ett systematiskt och strukturerat sätt samverka med enskilda företag och organisationer på både lokal och nationell nivå. Under 2019 genomförde Skogsstyrelsen ett hundratal dialogmöten.

Bidra med kunnsande om klimatanpassning i internationella processer

Skogsstyrelsen kan i sitt internationella arbete lyfta frågor om klimatanpassning och medverka i kunskapsutbyte och policyutveckling. Nordiska ministerrådet och Samnordisk skogsforskning kan fungera som plattformar för vidare kontakter med näringen, myndigheter och forskningsorganisationer inom vårt geografiska när-område. Andra möjligheter att driva eller samarbeta i frågor om klimatanpassning finns inom exempelvis Kolarcticprogrammet, Barentssamarbetet, EU:s Östersjöstrategi, *Forest Europe*, *Forest Bioeconomy Network* och *European Forest Institute*. Skogsstyrelsen kan också bistå Jordbruksverket med expertkompetens i det internationella samarbetet med att förhindra spridning av skadegörare och patogener via handel med biomassa och jord.

Samverka med MSB och andra myndigheter och organisationer för att förebygga och begränsa skadehändelser

För att förebygga och begränsa direkta och indirekta skador till följd av extrema väderhändelser är det av stor vikt att ansvarsfördelning och kommunikation mellan olika myndigheter är tydlig och effektiv. Skogsstyrelsen avser särskilt att fördjupa samarbetet med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) inom riskområdena storm, skogsbrand samt översvämning och ras- och skred. Tillsammans, och i samverkan med andra berörda aktörer såsom lokala räddningstjänster och företrädare för skogsbruket, kan myndigheterna med hjälp av löpande informationsutbyte och GIS-verktyg bidra till att utveckla och levandehålla riktlinjer för att undvika antändning, upptäcka bränder tidigt och förbättra släckningskapaciteten. Ett fördjupat samarbete med MSB rymmer också gemensamma utvecklingsprojekt för att öka kunskapen om och implementeringen av skogsskötselstrategier som kan minska risken för stormskador (t.ex. förberedda hyggeskanter), skogsbrand och erosionsskador på samhällsviktiga funktioner belägna nedanför brant skogsterräng. När det gäller stormskador kan en möjlig ingång vara att använda GIS för att analysera vilka faktorer som påverkar risken för vindfäll i exponerade beståndskanter. Skogsstyrelsen ser vidare ett tydligt behov av att samverka med bland andra Sveriges geologiska undersökning, Statens geotekniska institut, Trafikverket samt forskningsorganisationer.

Pågående projekt om klimatanpassning

Skogsstyrelsen driver eller medverkar redan i en rad projekt om klimatanpassning. Dessa och andra utvecklingsprojekt kan bidra till att övergripande ambitioner om klimatanpassning omsätts i reella och effektiva åtgärder ute i landskapet.

- *Utveckla GIS-baserade planeringsunderlag och beslutstöd för att förebygga effekter av torka och översvämning.* Går det att med GIS och drönare precisera var i landskapet risken för angrepp av granbarkborre är som störst efter en sommar med långvarig torka? Hur och var minska risken för hastig avrinning med effekter på bebyggelse nedströms? Dessa frågor belyses i två projekt som finansieras av SMHI.
- *Införa konsekvensbaserade vädervarningar.* Detta projekt leds av SMHI, och Skogsstyrelsen bidrar med expertkunskap om stormskador på skog.
- *Effektivisera drivning och minska körskador på mark med dålig bärighet.* Det pågår ett kunskapsutbyte mellan skogliga aktörer i Sverige och Norge om bland annat ny teknik och nya arbetssätt som kan bidra till effektivare drivning och mindre körskador på mark med dålig bärighet. Utbytet ingår i

ett Interregprojekt mellan Västernorrland-Jämtland och norska Trøndelag där Skogsstyrelsen är med som en part.

- *Ta fram en klimatanpassningsplan för ett modellområde i Norrbotten.* Detta är en deluppgift för Skogsstyrelsen inom klimatanpassningsprojektet IMPRESS som leds av ryska WWF och som ligger inom ramen för Kolarcticprogrammet.

7.3 Exempel på frågor att uppmärksamma i kommande arbete med klimatanpassning

Insatserna ovan är att betrakta som åtaganden för Skogsstyrelsen. Härutöver finns en mängd frågor som Skogsstyrelsen ser ett behov av att uppmärksamma i kommande arbete med klimatanpassning internt eller i kontakter utåt.

- *Skatta kostnader och nyttor av klimatanpassning.* Anpassningsåtgärder bör vara kostnadseffektiva. Det är därför angeläget att kunna skatta både vad det kan kosta att vidta en åtgärd, inklusive eventuellt produktionsbortfall, och vad det kan kosta i form av skador att inte vidta en åtgärd givet olika riskscenarier. De bedömningar som Skogsstyrelsen har redovisat i denna rapport är grova. Det finns ett behov av förfinade skattningar av kostnader och nyttor på företagsekonomisk nivå, för skogssektorn och för samhället i stort.
- *Analysera vilken mix av styrmedel som är mest kostnadseffektiv för att klimatanpassa skogsbruket.* Skogspolitiken bygger på principen frihet under ansvar. Förslagen på anpassningsåtgärder är följaktligen rekommendationer. Ur samhällsekonomisk synvinkel kan det dock finnas skäl att analysera om ekonomiska och juridiska styrmedel skulle kunna bidra ytterligare till att få till stånd klimatanpassningsåtgärder samt vilken styrmedelsmix som i så fall vore mest kostnadseffektiv.
- *Skapa formella förutsättningar för att bekämpa skadegörare i skyddade områden.* Skötselföreskrifter för skyddade områden är ofta statiska i den meningen att de inte ger tillräckligt utrymme att vidta anpassningsåtgärder. Denna problematik har ställts på sin spets de senaste åren i och med granbarkborrens härjningar. Det finns ett behov av att skapa formella förutsättningar att revidera skötselföreskrifter så att det i vissa lägen går att bekämpa granbarkborren och andra skadegörare.
- *Följa metodutveckling för inventering av lavtillgång i vinterbetesmark för ren.* För att underlätta samspelet mellan skogsbruk och renskötsel behövs bra planeringsunderlag. Ett led i detta kan för Skogsstyrelsens del vara att följa metodutveckling rörande lavkartering, identifikation av utbredning av och sammanhang för viktiga vinterbetesområden samt mätning av hänglavstillgång inom Riksskogstaxeringen.
- *Utveckla rådgivning kring anläggning och underhåll av skogsbilvägar med särskilt beaktande av miljöaspekter.* Att säkerställa tillgång till och god kvalitet på skogsbilvägar behövs för att utveckla skogsbruket och få en extra tyngd givet förändrade väderbetingelser med ökad risk för hastiga skyfall. En insats kopplad till detta kan vara att utveckla rådgivning kring dimensionering av vägtrummor vid nybyggnation eller restaurering av skogsbilvägar utifrån ett nytt instrument som beräknar vattenflöden i olika punkter i bäckar eller surdrag.

- *Följa och medverka i planering av nationellt skogsskadecentrum.* För att ytterligare kraftsamla vad gäller hantering av skogsskador finns skäl att följa och medverka i planeringen av ett nationellt skogsskadecentrum.

7.4 Kommunicera och följa upp arbetet med klimatanpassning

Skogsstyrelsen ska årligen redovisa till SMHI och regeringskansliet hur arbetet med klimatanpassning fortlöper. I detta ingår att bedöma statusen på de föreslagna effektmålen. Bedömningen ska baseras på en översiktlig genomgång av preciseringarna i enlighet med tabellerna 3–5 i föregående kapitel. En fördjupad utvärdering av målen ska göras senast år 2024. Det årliga uppföljningsarbetet ska ingå som en del i Skogsstyrelsens samlade arbete med årsredovisning. Parallellt ska Skogsstyrelsen använda interna informationskanaler liksom hemsidan och andra publika kanaler för att förmedla ny kunskap om såväl klimatrelaterade risker som motstrategier. Detta kan för distriktens del innebära att medverka på konferenser, rådgivningsträffar och andra sammankomster på regional och lokal nivå.

8 Litteraturförteckning

- Anderbrandt O, Broad GR. 2019. The European birch sawfly, *Arge pullata* (Hymenoptera: Argidae) in Sweden and the first national record of its parasitoid *Scolobates testaceus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Entomologisk Tidskrift 140:59-64.
- Andersson B. 2010. Skogsträdsförädlingen anpassas till ett varmare klimat. Skogforsk, Resultat nr 9.
- Androsiuk P, Shimono A, Westin J m.fl. 2013. Genetic status of Norway spruce (*Picea abies*) breeding populations for northern Sweden. Silvae Genetica 62:127-136.
- Belyazid S, Zanchi G. 2019. Water limitation can negate the effect of higher temperatures on forest carbon sequestration. European Journal of Forest Research 138:287-297
- Bentz B, Jönsson AM, Schroeder M, Weed A m.fl. 2019. *Ips typographus* and *Dendroctonus ponderosae* Models Project Thermal Suitability for Intra- and Inter-Continental Establishment in a Changing Climate. Frontiers in Forests and Global Change. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00001>
- Black-Samuelsson S. 2015. Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsens rapport 2015:3.
- Boberg J, Klapwijk M, Stenlid J, Björkman C. 2014. Skadegörarna utmanar skogen. Syntes från Future Forests, SLU. 2014. www.futureforests.se.
- Chen IC, Hill JK, Ohlemuller R, Roy DB, Thomas CD. 2011. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. Science. 333:1024-1026.
- Claesson S, Andersson B, Bergh J m.fl. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008. Skogsstyrelsens rapport 2008:25.
- De Sousa E, Rodrigues JM, Naves P, Bonifacio L. 2011. Management and Control of the Pine Wood Nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Portugal. I Nematodes: Morphology, Functions and Management Strategies, kap. 6, 22 sid. Nova Science Publishers Inc.
- Erbilgin N, Klutsch JG, Najeeb H m.fl. 2019. Chemical similarity between introduced and native populations of Scots pine can facilitate transcontinental expansion of mountain pine beetle in North America. Biological Invasions. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02159-7>
- Eriksson H, Bergqvist J, Hazell P m.fl. 2016. Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket. Skogsstyrelsens rapport 2016:2.

- Eriksson H, Fahlvik N, Freeman M, Fries C m.fl. 2015. Effekter av ett förändrat klimat. SKA 15. Skogsstyrelsens rapport 2015:12.
- Foden WB, Butchart SHM, Stuart SN m.fl. 2013. Identifying the World's Most Climate Change Vulnerable Species: A Systematic Trait-Based Assessment of all Birds, Amphibians and Corals. PLOS ONE 8:1-13 (e65427).
- Franklin JF, Lindenmayer DB. 2009. Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. PNAS 106:459-350.
- García GMR, Floran V, Östlund L m.fl. 2015. Genetic diversity and inbreeding in natural and managed populations of Scots pine. Tree Genetics & Genomes 11:28 (<https://doi.org/10.1007/s11295-015-0850-5>).
- Ge Z-M, Kellomäki S, Peltola H, Zhou X. 2011. Impacts of changing climate on the productivity of Norway spruce dominant stands with a mixture of Scots pine and birch in relation to water availability in southern and northern Finland. Tree Physiology 31:323-38.
- Grieser C, Ehrlén J, Meineri E, Hylander K. 2019. Hiding from the climate: Characterizing microrefugia for boreal forest understory species. Global Change Biology 00:1-14 (Doi:10.1111/gcb.14874).
- Gruffudd HR, Schröder T, Jenkins TAR, Evans HF. 2019. Modelling pine wilt disease (PWD) for current and future climate scenarios as part of a pest risk analysis for pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer) Nickle in Germany. Journal of Plant Diseases and Protection 126:129-144.
- Hannerz M, Nordin A, Saksa T (red.). 2017. Hyggesfritt skogsbruk – en kunskapssammanställning från Sverige och Finland. Future Forests rapportserie 2017:1.
- Hasselqvist ME, Lidberg W, Sponseller RA m.fl. 2017. Identifying and assessing the potential hydrological function of past artificial forest drainage. Ambio (DOI 10.1007/s13280-017-0984-9).
- Hellqvist C, Nordlander G. 2012. Snytbaggeskador i Norrland. Preliminär sammanställning av resultat från sex års inventeringar 2006-2011. SLU, Institutionen för ekologi, Uppsala.
- Hjerpe K, Eriksson H, Kanth M m.fl. 2014. Utsläpp av växthusgaser från torvmark. Jordbruksverkets rapport 2014:24.
- Hlásny T, Krokene P, Liebhold A m.fl. 2019. Living with barkbeetles: impacts, outlook and management options. European Forest Institute. From Science to Policy 8.
- Hylander K, Ehrlén J, Meineri E. 2015. Microrefugia: Not for everyone. Ambio 44:1654-7209.
- Hånell B. 2004. Miljöriktig användning av askor. Rapport från Värmeforsk.

- Iverson LR, Schwartz MW, Prasad A. 2004. How fast and far might tree species migrate under climate change in the eastern United States? *Global Ecology and Biogeography* 13:209-219.
- Jactel H, Brockerhoff EG. 2007. Tree diversity reduces herbivory by forest insects. *Ecology Letters* 10:835–848.
- Jontell A, Kock Hansson G, Niord F, Öhman A. 2016. Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering. Genomgång av ansvar vid utförande av skogliga förändringar, ansvar för tillsyn samt ansvar vid inträffad skada. Skogsstyrelsens rapport 2016:8.
- Jordbruksverket. 2018. Övergångszoner mellan skogs- och jordbruksmark. Ett samverkansprojekt inom miljömålsrådet 2017. Jordbruksverkets rapport 2018:14.
- Jönsson AM, Appelberg G, Harding S, Bärning L. 2009. Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Global Change Biology* 15: 486-499.
- Jönsson AM, Bärning L. 2011. Future climate impact on spruce bark beetle life cycle in relation to uncertainties in regional climate model data ensembles. *Dynamic Meteorology and Oceanography* 63:158–173.
- Jönsson AM, Harding S, Bärning L, Ravn HP. 2007. Impact of climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden. *Agricultural and Forest Meteorology* 146:70–81.
- Jönsson AM, Lagergren F. 2018. Effects of climate and soil conditions on the productivity and defence capacity of *Picea abies* in Sweden. An ecosystem model assessment. *Ecological Modelling* 384:154-167.
- Kivinen S, Moen J, Berg A, Eriksson Å. 2010. Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 39:269-278.
- LRF 2013. Skogen och klimatet. LRF skogsägarnas agenda för klimatet. <https://www.lrf.se/politikochpaverkan/skogspolitik/lrf-om-skog-och-klimat/>
- Lundström A. 2016. Formulering och utvärdering av renskötselanpassad skogs-skötsel med integrerad geografisk information från beteslandsindelning. SLU, Examensarbete vid institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 453.
- Lundström K, Andersson M, Olsson P, Hedfors J. 2017. Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering. Metodik för identifiering av slänter och raviner känsliga för vegetationsförändringar till följd av skogsbruk eller exploatering. Skogsstyrelsens rapport 2016:10.
- Löbel S, Mair L, Lönnell N m.fl. 2018. Biological traits explain bryophyte species distributions and responses to forest fragmentation and climatic variation. *Journal of Ecology* 106:1700-1713.

Löf A, Sandström P, Stinnerbom M m.fl. 2012. Renskötsel och klimatförändring: risker, sårbarhet och anpassningsmöjligheter i Vilhelmina norra sameby. Forskningsrapport i statsvetenskap vid Umeå universitet 2012:4.

Naturvårdsverket. 2016. En varmare värld. Världseffekten och klimatets förändringar. Tredje upplagan. Monitor nr 23.

Nilsson C. 2008. Windstorms in Sweden – variations and impacts. Avhandling: Meddelande nr 197. Geografiska institutionen vid Lunds universitet.

O'Neill BC, Oppenheimer M, Warren R m.fl. 2017. IPCC reasons for concern regarding climate change risks. *Nature Climate Change* 7:28-37.

Parmesan C, Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421:37-42.

Regeringens proposition 2017/18:163. Nationell strategi för klimatanpassning.

Rosvall O, Andersson Gull B, Berlin M m.fl. 2016. Skogsskötselserien nr 19, Skogsträdsförädling. Skogsstyrelsens förlag.

Rosvall O, Stener L-G. 2014. Förvaltning av lövträdens genresurs – anpassning till förändrat klimat och behov. Rapport från Skogforsk.

Sametinget. 2017. Klimatanpassning – Handlingsplan för samiska näringar och samisk kultur. <https://www.sametinget.se/112462>.

Sandström P, Cory N, Svensson J m.fl. 2016. On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *A Journal of the Human Environment* 45:415-429.

Sarkkola S, Hökkä H, Ahti E m.fl. 2012. Depth of water table prior to ditch network maintenance is a key factor for tree growth response. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27:649-658.

Schlyter F. 2012. Semiochemical diversity in practice: Anti-attractant semiochemicals reduce bark beetle attacks on standing trees – a first meta-analysis. *Psyche*, Doi:10.1155/2012/26862.

Schwartz MW. 1993. Modelling effects of habitat fragmentation on the ability of trees to respond to climatic warming. *Biodiversity and Conservation*. 2:51-61.

Settele J, Scholes R, Betts R, m.fl. 2014. Terrestrial and inland water systems. I *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*.

Skogsstyrelsen. 2010. Skogsträdsförädling. Skogsskötselserien nr 19.

Skogsstyrelsen. 2018. Föreskrifter för anläggning av skog. Regeringsuppdrag. Skogsstyrelsens rapport 2018:13.

Skogsstyrelsen 2019a. Produktion av skogsplantor 2018. Sveriges officiella statistik, statistiska meddelanden, JO0313 SM 1901.

Skogsstyrelsen 2019b. Fördjupad utvärdering av Levande skogar 2019. Skogsstyrelsens rapport 2019:2.

Skogsstyrelsen. 2019c. Multiskadad ungskog i Västerbottens- och Norrbottens län. Möjliga åtgärder för att mildra problemen. Skogsstyrelsens rapport 2019:10.

Skogsstyrelsen. 2019d. Skogsbrukets kostnader för viltskador. Återrapportering till regeringen. Skogsstyrelsens rapport 2019:16.

SMHI. 2015. Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat. Klimatologi 2015:12.

SMHI. 2019. Vägledande dokument från SMHI till myndigheter som omfattas av klimatanpassningsförordningen. SMHI:s dnr 2019/2443/1.1.

SOU 2007:60. Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.

SOU 2014:50. Med miljömålen i fokus – hållbar användning av mark och vatten. Delbetänkande av Miljömålsberedningen.

Subramanian N, Bergh J, Johansson U m.fl. 2016. Adaptation of Forest Management Regimes in Southern Sweden to Increased Risks Associated with Climate Change. *Forests* 2016:7.

Valinger E, Fridman J. 2011. Factors affecting the probability of windthrow at stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 262:398-403.

Warren R, Price J, VanDerWal J m.fl. 2018. The implications of the United Nations Paris agreement on climatic change for globally significant biodiversity areas. *Climatic change* <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2158-6>.

Weslien J, Finé L, Jónsson JÁ m.fl. 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* 24:333-347.

Wästerlund I. 1983. Trädens tillväxtförluster vid gallring p.g.a. jordpackning och rotskador i stickväg. En sammanställning och bearbetning av litteraturuppgifter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift* 2:97-109.

Zackrisson O. 1977. Influence of forest fire on the north Swedish boreal forest. *Oikos* 29:22-32.

Zhu K, Woodall C W, Clark J S. 2012. Failure to migrate: lack of tree range expansion in response to climate change. *Global Change Biology* 18:1042-1052.

AV SKOGSSTYRELSEN PUBLICERADE RAPPORTER:

2012:1	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan	2015:7	Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2014
2012:2	Förstudierapport, dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärning	2015:8	Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdetablering.
2012:3	Hänsyn till kulturmiljöer – resultat från P3 2008–2011	2015:9	Ångermanälvsprojektet – förslag till miljöförbättrande åtgärder i mellersta Ångermanälven och nedre Fjällsjöälven
2012:4	Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark	2015:10	Skogliga konsekvensanalyser 2015–SKA 15
2012:5	Skogsbrukets frivilliga avsättningar	2015:11	Analys av miljöförhållanden – SKA 15
2012:6	Långsiktiga effekter på vattenkemi, öringsbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot försurning	2015:12	Effekter av ett förändrat klimat–SKA 15
2012:7	Nationella skogliga produktionsmål – Uppföljning av 2005 års sektorsmål	2015:13	Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdetablering
2012:8	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan – Är det en fungerande modell för samebyarna vid samråd?	2016:1	Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden – Metodik och genomförande
2012:9	Ökade risker för skador på skog och åtgärder för att minska riskerna	2016:2	Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket
2012:10	Hänsynsuppföljning – grunder	2016:3	Kunskapssammanställning skogsbruk på torvmark
2012:11	Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring	2016:4	Alternativa skogsskötselmetoder i Vildmarksriket – ett pilotprojekt
2012:12	Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO	2016:5	Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2015
2013:1	Återväxtstöd efter stormen Gudrun	2016:6	METOD för uppföljning av miljöhänsyn och hänsyn till rennärningen vid stubbskörd
2013:2	Förändringar i återväxtkvalitet, val av förnygring-smetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012	2016:7	Nulägesbeskrivning om nyckelbiotoper
2013:3	Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Kulturpolytaxen 2012	2016:8	Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Genomgång av ansvar vid utförande av skogliga förändringar, ansvar för tillsyn samt ansvar vid inträffad skada
2013:4	Hänsynsuppföljning – underlag inför detaljerad kravspecifikation, En delleverans från Dialog om miljöhänsyn	2016:9	Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Exempelsamling
2013:5	Målbilder för god miljöhänsyn – En delleverans från Dialog om miljöhänsyn	2016:10	Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Metodik för identifiering av slänter och raviner känsliga för vegetationsförändringar till följd av skogsbruk eller exploatering
2014:1	Effekter av kvävegödsling på skogsmark – Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen	2016:11	Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering – Slutrapport
2014:2	Renbruksplan – från tanke till verklighet	2016:12	Nya och reviderade målbilder för god miljöhänsyn – Skogssektors gemensamma målbilder för god miljöhänsyn vid skogsbruksåtgärder
2014:3	Användning och betydelsen av RenGIS i samrådsprocessen med andra markanvändare	2016:13	Målanpassad ungskogsskötsel
2014:4	Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2013	2016:14	Översyn av Skogsstyrelsens beräkningsmodell för bruttoavverkning
2014:5	Förstudie – systemtillsyn och systemdialog		
2014:6	Renbruksplankoncept – ett redskap för samhällsplanering		
2014:7	Förstudie – Artskydd i skogen – Slutrapport	2017:2	Alternativa skötselmetoder i Råndalen – Ett projekt i Härjedalen
2015:1	Miljöövervakning på Obsytorna 1984–2013 – Beskrivning, resultat, utvärdering och framtid	2017:4	Biologisk mångfald i nyckelbiotoper – Resultat från inventeringen – ”Uppföljning biologisk mångfald” 2009–2015
2015:2	Skogsmarksgödsling med kväve – Kunskaps-sammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling	2017:5	Utredning av skogsvårdslagens 6 §
2015:3	Vegetativt förökat skogsodlingsmaterial	2017:6	Skogsstyrelsens återväxtuppföljning – Resultatet från 1999–2016
2015:4	Global framtida efterfrågan på och möjligt utbud av virkesråvara	2017:7	Skogsträdens genetiska mångfald: status och åtgärdesbehov
2015:5	Satellitbildskartering av lämnad miljöhänsyn i skogsbruket – en landskapsansats	2017:8	Skogsstyrelsens arbete för ökad klimatanpassning inom skogssektorn – Handlingsplan
2015:6	Lägsta ålder för förnygringsavverkning (LÅF) – en analys av följder av att sänka åldrarna i norra Sverige till samma nivå som i södra Sverige	2017:9	Implementering av målbilder för god miljöhänsyn – Regeringsuppdrag

2017:10	Bioenergi på rätt sätt – Om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder – En översikt initierad av Miljömålsrådet	2019:2	Fördjupad utvärdering av Levande skogar 2019
2017:12	Projekt Mera tall! – 2010–2016	2019:3	Den skogliga genbanken – från storhetstid till framtid
2017:13	Skogens ekosystemtjänster – status och påverkan	2019:4	Åtgärder för en jämnställd skogssektor
		2019:5	Slutrapport Tillvarata jobbpotentialen i de gröna näringarna – Naturnära jobb
2018:1	Produktionshöjande åtgärder – Rapport från samverkansprocess skogsproduktion	2019:6	Nya målbilder för god miljöhänsyn vid dikesrensning och skyddsdikning
2018:2	Effektiv skogsskötsel – Delrapport inom Samverkan för ökad skogsproduktion	2019:7	Återkolonisering av hjortdjur inom brandområdet i Västmanland
2018:3	Infrastruktur i skogsbruket med betydelse för skogsproduktionen: Nuläge och åtgärdsförslag – Rapport från arbetsgrupp 2 inom projekt Samverkansprocess skogsproduktion	2019:8	Samverkan Tiveden
2018:4	Åtgärder för att minska skador på skog – Rapport från samverkansprocess skogsproduktion	2019:9	Samlad tillsynsplan 2019
2018:5	Samlad tillsynsplan 2018	2019:10	Förslag till åtgärder på kort och lång sikt för att mildra problem i områden med multiskadad ungskog i Västerbottens- och Norrbottens län
2018:6	Uppföljning av askåterföring efter spridning	2019:11	Föryngringsarbetet efter skogsbranden i Västmanland 2014
2018:7	En analys av styrmedel för skogens sociala värden – Regeringsuppdrag	2019:12	Utveckling av metod för nyckelbiotopsinventering i nordvästra Sverige
2018:8	Tillvarata jobbpotentialen i de gröna näringarna – Naturnära jobb – Delredovisning av regeringsuppdrag	2019:13	Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder – Kunskapsunderlag
2018:9	Slutrapport – Gemensam inlämningsfunktion för skogsägare – Regeringsuppdrag	2019:14	Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder – Vägledning
2018:10	Nulägesbeskrivning av nordvästra Sverige	2019:15	Underlag för genomförande av direktivet om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor
2018:11	Vetenskapligt kunskapsunderlag för nyckelbiotopsinventeringen i nordvästra Sverige	2019:16	Skogsbrukets kostnader för viltskador
2018:12	Statistik om skogsäggande/Strukturstatistik	2019:17	Omvärldsanalys svensk skogsnäring
2018:13	Föreskrifter för anläggning av skog – Regeringsuppdrag	2019:18	Statistik om formellt skyddad skogsmark, frivilliga avsättningar, hänsynsytor samt improduktiv skogsmark – Redovisning av regeringsuppdrag
2018:14	Tillvarata jobbpotentialen i de gröna näringarna – Naturnära jobb – Delredovisning av regeringsuppdrag	2019:19	Attityder till nyckelbiotoper – Nulägesbeskrivning 2018
2018:15	Förslag till åtgärder för att kompensera drabbade i skogsbruket för skador med anledning av skogsbränderna sommaren 2018 – Regeringsuppdrag	2019:20	Kulturmiljöer – en självklar del i skogslandskapet
2019:1	Indikatorer för miljö kvalitetsmålet Levande skogar	2019:21	Kulturmiljöer – en självklar del i skogslandskapet Skogssektorns gemensamma målbilder för god miljöhänsyn – nya och reviderade målbilder. Målbilder för kulturmiljöer/övriga kulturhistoriska lämningar
		2019:22	Samlad tillsynsplan 2020
		2019:23	Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder

AV SKOGSSTYRELSEN PUBLICERADE MEDDELANDEN

Under 2017 slogs Skogsstyrelsens publikationer Rapport och Meddelande ihop till en med namnet Rapport.

2012:1	Förslag på regelförenklingar i skogsvårdslagstiftningen	2015:4	Renskogsavtal och lägesbeskrivning i frågor om skogsbruk – rennäring
2012:2	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning	2015:6	Utvärdering av ekonomiska stöd
2012:3	Beredskap vid skador på skog	2016:1	Kunskapsplattform för skogsproduktion – Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder
2013:1	Dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennäring	2016:2	Analys av hur Skogsstyrelsen verkar för att miljömålen ska nås
2013:2	Uppdrag om förslag till ny lagstiftning om virkesmätning	2016:3	Delrapport – Främja anställning av nyanlända i de gröna näringarna och naturvärden
2013:3	Adaptiv skogsskötsel	2016:4	Skogliga skattningar från laserdata
2013:4	Ask och askskottsjukan i Sverige	2016:5	Kulturarv i skogen
2013:5	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – Förslag och ställningstaganden	2016:6	Sektorsdialog 2014 och 2015
2013:6	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – omvärldsanalys	2016:7	Adaptiv skogsskötsel 2013–2015
2013:7	Ökad jämställdhet bland skogsägare	2016:8	Agenda 2030 – underlag för genomförande – Ett regeringsuppdrag
2013:8	Naturvårdsavtal för områden med sociala värden	2016:9	Implementering av målbilder för god miljöhänsyn
2013:9	Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning	2016:10	Gemensam inlämningsfunktion för skogsägare
2014:1	Översyn av föreskrifter och allmänna råd till 30 § SvL – Del 2	2016:11	Samlad tillsynsplan 2017
2014:2	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder	2017:1	Skogens sociala värden i Skogsstyrelsens rådgivning och information
2015:1	Förenkling i skogsvårdslagstiftningen – Redovisning av regeringsuppdrag	2017:2	Främja nyanländas väg till anställning i de gröna näringarna och naturvärden
2015:2	Redovisning av arbete med skogens sociala värde	2017:3	Regeringsuppdrag om jämställdhet i skogsbruket
2015:3	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15	2017:4	Avrapportering av regeringsuppdrag om frivilliga avsättningar

PUBLICERING OCH BESTÄLLNING AV SKOGSSTYRELSENS RAPPORTER

Skogsstyrelsens rapporter publiceras som pdf-filer på vår webbplats: www.skogsstyrelsen.se/om-oss/publikationer/

Äldre publikationer kan beställas eller laddas ned i webbutiken: shop.skogsstyrelsen.se/sv/publikationer/

Skogsstyrelsen publicerar dessutom foldrar, broschyrer, böcker med mera inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen Skogseko.

Beställning av publikationer och trycksaker:
Skogsstyrelsen,
Böcker och broschyrer
551 83 JÖNKÖPING

Telefon: 036-35 93 40, 036-35 93 00 (vx)
e-post: bocker@skogsstyrelsen.se
webbutik: shop.skogsstyrelsen.se/sv/

Skogsstyrelsen redovisar i den här rapporten effektmål för klimatanpassning, förslag på anpassningsåtgärder samt en handlingsplan för hur Skogsstyrelsen ska verka för att nå målen. Målen bygger på en klimat och sårbarhetsanalys för skogssektorn. Rapporten är en redovisning av det beting som följer av förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.