Rapport 2025/08

Klimat- och sårbarhetsanalys 2025

Analys

SKOGSSTYRELSEN

© Skogsstyrelsen 2025

Dnr 2024/427

Projektledare och biträdande projektledare
Karin Östberg
Carin Nilsson

Projektgrupp/författare
Hillevi Eriksson
Per Hazell
Anja Lomander
Giuliana Zanchi

Omslag
Collage av skaderisker och dess konsekvenser i ett förändrat klimat
Bilder av Anja Lomander (körskador), Stefan Gunnarsson (tjälskador), Kristina Thuresson (vägsskador efter intensiva regn), Carin Nilsson (stormskador), Daniel Sjöholm (skogsbrand), Michael Ekstrand (uttorkad tallplanta, rotröta), Mostphostos (torksskadad gran, viltbetad talltopp), Mattias Sparf (granbarkborreskadat granbestånd), Åke Sjöström (renar som gått igenom skare), Ellinor Lindmark (skador av Greminiella, törskate), Nils Frank (skador av *Diplodia*), Lars Severö (snytbagge) samt infogad svart svan (ikon från Office).
Black Swan-teorin, utvecklad av N.N. Taleb (2007), beskriver oväntade och sällsynta händelser som får stora konsekvenser. Händelserna är svåra att förutsäga och ligger utanför vad som normalt förväntas, och de kan tex vara finanskriser eller naturkatastrofer. Teorin innebär även att människor ofta försöker hitta förklaringar i efterhand, vilket kan leda till en falsk känsla av förutsägbarhet.
Kritik mot teorin finns och kan sammanfattas med att teorin betonar oförutsägbarhet, medan en hel del av händelserna faktiskt kan beräknas. Vidare att den bygger på efterklokhet på så vis att händelser som inte kunde ha förutsetts i efterhand bedöms som att de har varit oundvikliga. Teorin ger varken möjlighet att skatta osäkerheter eller hantera vardagliga händelser (den har mer fokus på extremer) vilket gör att det finns en risk för, om den används för riskhantering, att vissa ”vanliga” risker kan råka förbises.

Skogsstyrelsens rapporter publiceras som PDF-filer på vår webbplats: www.skogsstyrelsen.se.
Här kan även tidigare publicerade rapporter, liksom böcker och övriga trycksaker laddas ner eller beställas.

Innehåll

Förord 5

Sammanfattning 6

Summary 8

Definitioner och begrepp 10

1 Inledning 13
- 1.1 Syfte och mål med klimat- och sårbarhetsanalysen 13
- 1.2 Klimatet förändras redan och påverkar skogen 15
- 1.3 Förutsättningar för arbete med klimatanpassning 17
- 1.4 Risker, mål, syften och åtgärder som identifierades i tidigare KSA 25
- 1.5 Kort sammanställning av befintliga kostnadsberäkningar 30
- 1.6 Målgrupper och läsanvisning 34

2 Metod för uppdatering av klimat- och sårbarhetsanalys 35
- 2.1 Generell beskrivning av metod 35
- 2.2 Val av risker för fördjupad analys 40
- 2.3 Val av tidsperioder, klimatscenarier och avgränsningar 43
- 2.4 Bedömning av konsekvenser i ett förändrat klimat 44
- 2.5 Åtgärder för klimatanpassning som svar på identifierade risker 45

3 Klimatrelaterade händelser som påverkar skog och skogsbruk i framtiden 47
- 3.1 Högre temperaturer, mer nederbörd och samtidigt ökad risk för torka 47
- 3.2 Längre vegetationsperiod och förskjutning av växtzoner 51
- 3.3 Färre dagar med frost i söder och färre dagar med isläggning i norr 54
- 3.4 Sannolikhet och risk i ett förändrat klimat 55

4 Exponering 57

5 Risker och åtgärder 58
- 5.1 Torka och torkstress 58
- 5.2 Stormar 63
- 5.3 Granbarkborrar och andra insekter 66
- 5.4 Skogsbrand 71
- 5.5 Svampangrepp 76
- 5.6 Erosion, ras, slamströmmar och skred 82
- 5.7 Övriga risker och aspekter 88

6 Riskanalys och diskussion 105
6.1 Riskernas relationer och beroenden är komplexa 105
6.2 Riskmatriser 107
6.3 Förebygga skadekostnader i ett långsiktigt hållbart skogsbruk 115
6.4 Identifierade behov framöver för att hantera riskerna 116

7 Slutsatser och förslag att ta med till uppdatering av handlingsplan 118
7.1 Slutsatser till nationell klimat- och sårbarhetsanalys 119

8 Litteratur och källförteckning 121

Bilaga 1: Underlag till workshop för bedömning av konsekvenser 134

Förord

Skogsstyrelsen har länge arbetat för att stödja en god klimatanpassning inom skogssektorn. Arbetet styrs sedan 2018 av förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete. Denna klimat- och sårbarhetsanalys genomförs som en uppdatering av tidigare klimat- och sårbarhetsanalys som togs fram 2019, i enlighet med nämnda förordning. Den uppdaterade analysen kommer därefter utgöra ett av flera underlag inför att uppdatera Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning av skogen och skogsbruket.

I Skogsstyrelsens klimat- och sårbarhetsanalys görs en analys av risker kopplade till klimatförändringar. Analysen kommer sedan att ligga till grund för att uppdatera myndighetsmål och handlingsplan för klimatanpassning för de kommande fem år, i linjen med instruktionerna i förordning 2018:1428.

Skogsstyrelsen har genomfört arbetet i projektform, och har till största delen använt befintlig statistik och information i genomförandet av analysen.

Det är min förhoppning att arbetet kommer till nytta i det fortsatta arbetet med att formulera mål och åtgärder för att det övergripande målet om klimatanpassning ska kunna nås i linje med Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning (Regeringens skrivelse 2023/24:97).

Jag vill tacka projektgruppen samt övriga medarbetare som har bidragit, särskilt de som har bidragit till kapitel 5.7 (Helena Dehlin, Magnus Magnusson, Cecilia Persson, Lars Berggren, Mattias Sandberg, Michael Lehorst samt Claes Uggla) för ett väl utfört arbete som kommer att vara ett viktigt bidrag till det fortsatta klimatanpassningsarbetet i skogen.

Jönköping maj 2025

Herman Sundqvist
Generaldirektör, Skogsstyrelsen

Karin Östberg
projektledare, Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Skogsstyrelsen har gjort en uppdatering av klimat- och sårbarhetsanalysen (KSA) från 2019. Analysen utgör underlag för vidare dialog och ny uppdatering av Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning i skogen och skogsbruket, i enlighet med förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete. Analysen kommer även lämnas vidare till den nationella klimat- och sårbarhetsanalysen som genomförs av Sveriges nationella expertråd för klimatanpassning.

Klimatförändringen förväntas fram till seklets slut leda till ett varmare och mer nederbördsrikt klimat i Sverige under hela året, enligt rådande klimatsimuleringar. Samtidigt förutspås nederbördsdistributionen bli mer varierad med fler intensiva skyfall och längre torrperioder. Dessa variationer påverkar särskilt grundvattenbildning och markfuktighet vilket kan leda till torka främst i östra Götaland, Öland, Gotland, Svealand och längs Norrlandskusten. Vegetationsperioden blir längre och startar tidigare, samtidigt som tjälen under vintern minskar. Den boreala zonen förskjuts norrut, medan södra Sverige får ett tempererat klimat. Den alpina zonen i fjällen väntas minska betydligt.

Skogsbruket står inför flera klimatrelaterade risker, som redan idag orsakar skador för minst 11 miljarder kronor årligen – en troligen mycket underskattad siffra. Fram till 2050 bedöms risk för fem av de sex undersökta skaderiskerna som betydande för både skogsbruket och samhället. För varje skaderisk har konsekvenserna av möjlig skada i framtiden bedömts i två workshopar inom Skogsstyrelsen och av analysgruppen. Konsekvenserna är bedömda utifrån dagens skogsbruk, och att inga ytterligare förebyggande klimatanpassningsåtgärder görs och har kategoriserats i fyra nivåer (från liten till mycket stor). Därefter har konsekvenserna ställts mot sannolikheten att klimatmässiga förutsättningar för skadan uppkommer. Sannolikheten baseras på en kvalitativ bedömning av klimatinformation från SMHI, även dessa i fyra nivåer (från låg till mycket hög). Risken utgörs av en kombination av sannolikhet och konsekvens i tre nivåer: låg, medelhög och hög risk.

På medellång sikt (runt år 2050) bedöms:

- **Risken för torkstress** i Götaland, Svealand och längs Norrlands Östersjökust att bli hög.
- **Risken för stormskador** i hela Sverige att fortsatt vara hög, vilket är i linje med bedömningen från 2019-års KSA.
- **Risken för granbarkborreskador** att öka till hög risk för hela landet, med en mer uttalad ökning i Götaland och Svealand. Bedömningen är i linje med den från 2019-års KSA men antas accelerera snabbare än vad den bedömdes göra 2019.
- **Risken för skada på grund av skogsbrand** att vara fortsatt hög och öka. Bedömningen är högre än den som gjordes i 2019-års KSA, vilket beror på att SMHIs klimatunderlag nu pekar på en högre sannolikhet för brandrisk i stora delar av landet.

- **Risken för skador från svampangrepp** i Sverige generellt att kunna klassificeras som låg. Bedömningen innehåller större osäkerheter än de övriga riskerna. I Norrbotten syns dock lokalt större problem med törskate.
- **Risken för skada till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar som uppkommit efter skogsskötselåtgärder** redan nu vara hög och öka.

Ytterligare risker som har identifierats är påverkan på biologisk mångfald, på lavförekomst och renskötsel (bland annat genom svårighet att använda flyttleder), samt skador på kulturmiljöer och tätortsnära skogar. De tätortsnära skogarna (ca 15 % av Sveriges skogsmark) spelar en viktig roll i klimatanpassningen genom att motverka översvämning och bidra med ekosystemtjänster i närhet till samhälle och människor. Bevarande av naturliga populationer och aktiv genetisk anpassning genom urval och förflyttning lyfts som potentiella verktyg för att anpassa framtidens skog till ett förändrat klimat.

Övergripande slutsatser:

- Klimatförändringen påverkar skogsbruket i grunden genom ökade skaderisker. Särskilt utpekas östra Götaland, Öland, Gotland, Svealand och Norrlandskusten som områden där torka och dess följder kan bli särskilt allvarliga.
- En central slutsats är att samverkande effekter – exempelvis torka som leder till granbarkborreangrepp och förhöjd brandrisk – kan förvärra konsekvenserna.
- Infrastruktur i skogslandskapet är sårbar vid extrem nederbörd efter skogsbruksåtgärder, vilket kan påverka samhällsfunktioner negativt.
- Behovet av planering av skogsbruksåtgärder ökar. Planeringen behöver vara platsspecifik utifrån de förutsättningar och behov som finns i landskapet och samhället.
- Klimatanpassning behöver ske sektorsövergripande och det är viktigt att undvika så kallad "missanpassning" (eng. *maladaptation*), det vill säga åtgärder som på kort sikt minskar risker men förvärrar dem på lång sikt, eller förvärrar dem för annan aktör, näring, samhället eller annat ekosystem i ett förändrat klimat, så att viktiga ekosystemtjänster för skogen och samhället påverkas negativt.
- Det finns ett stort behov av att ta fram mer detaljerade underlag och data. Dessa underlag behövs för att kunna utvärdera och följa klimatanpassningsåtgärder, samt för att kunna rapportera vidare enligt de åtagande Sverige har inom internationellt klimatarbete.
- Det behövs konkreta beräkningar av kostnader för klimatrelaterade skador i skogsbruket, samt uppskattningar av kostnader och konsekvenser av olika anpassningsåtgärder.
- Kunskapsspridning och tillsyn behöver utvecklas för att stödja klimatanpassning i skogsbrukets dagliga arbete för ett hållbart framtida skogsbruk.

Summary

The Swedish Forest Agency has updated its climate and vulnerability analysis from 2019. This analysis serves as a basis for further dialogue and a new update of the Swedish Forest Agency's action plan for climate change adaptation in forestry, in accordance with the regulation 2018:1428 on the climate adaptation work of government agencies. The analysis will also be forwarded to Sweden's National Expert Council for Climate Adaptation conducting the national climate and vulnerability analysis.

Climate change is expected to lead to a warmer and wetter climate in Sweden by the end of the century, according to current climate model simulations. At the same time, precipitation distribution is projected to become more variable, with more intense cloudburst and longer dry periods. These variations particularly affect groundwater accumulation and soil moisture, which can lead to droughts, especially in eastern Götaland, Öland, Gotland, Svealand, and along the Norrland coast. The growing season will be longer and start earlier, while periods of frozen ground during winter will decrease. The boreal zone will shift northward, and southern Sweden will get a temperate climate. The alpine zone in the mountains is expected to shrink significantly.

Forestry faces several climate related risks, which already cause damage amounting to at least 11 billion SEK annually, a figure that is likely to be significantly underestimated. By 2050, risks for five out of six assessed damages are rated as considerably important for both forestry and society. For each risk, the consequences of potential future damage were assessed during two workshops within the Swedish Forest Agency and by the project group. The consequences were assessed on current forestry practices, assuming no additional preventive climate adaptation measures were taken. Four levels were used for categorization, from small consequences to very big. The consequences were then set against the probability of climate conditions enabling the risk. The probability was based on a qualitative assessment of climate information from SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Institute), and these were also categorized in four levels, from low to very high. Risk was defined as a combination of probability and consequence, in three levels: low, medium and high:

In the medium term (around year 2050), it was assessed that:

- **The risk of drought stress** in Götaland, Svealand and along the northern coastline is high.
- **The risk of storm damage** in Sweden generally continues to be high, in line with former climate risk assessment in 2019.
- **The risk of spruce bark beetle damage** increases to a high level for all of Sweden, but with a more pronounced increase in Götaland and Svealand. The assessment at the national level is in line with the former assessment from 2019, but the risk in Götaland and Svealand is considered to accelerate faster than anticipated in the 2019 climate risk assessment.

- **The risk of damage due to forest fires** continues to be high and increase. This risk is higher than assessed in 2019, because the climate information provided from SMHI includes higher fire risk in the future in large parts of Sweden.
- **The risk of fungi damage** in Sweden is low in general, but this assessment exhibits larger uncertainties than the other assessments. However, locally in Norrbotten there is already today a large problem with *Cronartium pini*.
- **The risk of damage due to erosion, landslides and debris flow after forest management activities** is already now high and will increase.

Additional identified risks include effects on biodiversity, lichen, and reindeer herding (including difficulty using migration routes), as well as damage to cultural heritage sites and forests near urban areas. Urban forests (around 15% of Sweden's forest land) play an important role in climate adaptation by preventing flooding and providing ecosystem services close to communities. The preservation of natural populations and active genetic adaptation through selection and relocation are highlighted as potential tools for adapting future forests to a changing climate.

Overall conclusions:

- Climate change fundamentally affects forestry by increasing damage risks. Eastern Götaland, Öland, Gotland, Svealand, and the Norrland coast are particularly vulnerable to drought and its consequences.
- Effects may interact with each other, such as drought leading to bark beetle infestations and increased fire risk, and can then worsen the overall impact.
- Infrastructure in forested landscapes is vulnerable to extreme rainfall after forestry operations, which can negatively affect societal functions.
- The need for planning of forestry measures is increasing. Planning must be site-specific, based on conditions and needs in the landscape and society.
- Climate adaptation must be cross sectoral, and it is crucial to avoid so-called maladaptation, actions that reduce risks in the short term but worsen them in the long term, or worsen risks for other stakeholders, industries, society, or ecosystems in a changing climate, thereby negatively affecting vital ecosystem services for both forests and society.
- There is a significant need to develop more detailed data and information. These are necessary to assess and monitor the effect of climate change adaptation measures for reporting under international climate agreements.
- Calculations of costs for climate-induced forest damage are needed, as well as estimates of the costs and impacts of different adaptation measures.
- Dissemination of knowledge and law inspection should be strengthened to support climate adaptation in current forest management for a sustainable forestry sector in the future.

Definitioner och begrepp

Ord/Förkortning	Förklaring
AR5	Assessment Report 5, den femte omgången av FNs klimatpanels sammanställningar (som kom 2013/2014). Källa: IPCC. AR5. Websida.
CCA	Climate change adaptation, det begrepp som används för arbete och forskning om anpassning till ett förändrat klimat
DRR	Disaster Risk Reduction, begrepp för det arbete och forskning som har fokus på katastrof- och riskreducerande arbete
erosion	Avser här transport av jordmaterial på grund av högt vattenflöde eller hög vattenhastighet.
exponering	Exponering definieras som förekomsten av människor, försörjningsmöjligheter, arter eller ekosystem, miljöfunktioner, tjänster och resurser, infrastruktur eller ekonomiska, sociala eller kulturella tillgångar på platser och i miljöer som kan påverkas negativt av naturkatastrofer och klimatförändringar.[1]
hållbart skogsbruk	Ett hållbart skogsbruk utgår från de dimensioner som slogs fast i Brundtlandrapporten, och som även ligger till grund för de globala hållbarhetsmålen[2]: den ekonomiska, den sociala och den ekologiska dimensionen. För att skogsbruket ska räknas som långsiktigt hållbart behöver de planetära gränserna vägas in, det vill säga att brukande av skogen idag sker utan att äventyra eller kompromissa behoven från varken nutida eller kommande generationers möjlighet till brukande.
IPCC	FNs klimatpanel, som gör vetenskapliga sammanställningar av klimatforskning och forskning om utsläppsminskning och klimatanpassning. www.ipcc.ch
klimatanpassning	Klimatanpassning omfattar 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. Denna definition på klimatanpassning kommer Förordning 2018:1428. om myndigheters arbete med klimatanpassning. IPCC har följande definition, som skiljer sig lite från den svenska: “Adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities.” (Citerad från IPCC. 2018. Glossary of terms. wg2TARannexB.pdf (ipcc.ch), från 2018)
klimatrelaterad händelse	Klimatrelaterade händelser beskrivs som den potentiella förekomsten av en naturlig eller mänskligt orsakad fysisk händelse, trend eller fysisk påverkan som kan orsaka förlust av liv, skada eller annan hälsopåverkan samt skador på och förlust av egendom,

[1] IPCC. 2022. Kapitel 16 i Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.
[2] United Nations. 17 Sustainable development goals. https://sdgs.un.org/goals (hämtad 20250504)

	infrastruktur, försörjningsmöjligheter, tillhandahållande av tjänster, ekosystem och miljöresurser.[3]
KSA	Klimat- och sårbarhetsanalys
missanpassning	Eng. maladaptation. Missanpassning inkluderar de förändringar i naturliga eller mänskliga system som oavsiktligt ökar sårbarheten för klimatstimuli; en anpassning som lyckas inte minska sårbarheten utan ökar den i stället. Fri översättning från IPCC. 2018. Glossary of terms
geomorfologi	Vetenskapen som studerar jordens yttre former, landskapets utseende och de processer som formar dem över tid. Det handlar om att förstå hur berg, dalar, slätter, kuster och andra landformer har bildats och förändrats genom naturliga krafter.
ras	Det innebär att jord rör sig nedför en sluttning genom att de enskilda delarna (jordkorn, stenar med mera) rör sig fritt i förhållande till varandra. Ras sker i grov jord (sand, grus, morän).
resiliens och klimatresiliens	Resiliens är förmågan hos ett system att klara av en potentiellt stor störning med avseende på de värden som systemet levererar, och att återhämta sig och att därefter vidareutvecklas.[4] Inom skogsbruket kan en störning till exempel vara ett skadeangrepp, torka, storm eller brand. I EU:s strategi för klimatanpassning nämns även begreppet ”climate resilience” vilket översätts med klimatresiliens, och mer specifikt syftar på resiliens i förhållande till kommande klimatförändringar och deras indirekta effekter i form av ökade risker för olika störningar (se ovan).
skred	Avser en sammanhängande jordmassa som kommer i rörelse. Skred är vanligast i silt- och lerjordar.
slamström	Avser vattenmättade jordmassor (även träd och växtdelar) som snabbt rör sig längs bäckraviner. Slamströmmar inträffar oftast i samband med intensiva nederbördstillfällen eller vid dämning av vatten.
sårbarhet	Sårbarhet representerar benägenhet att påverkas negativt och består av två element: känsligheten och förmågan att klara av att anpassa sig. Känsligheten kan sammanfattas av i vilken utsträckning systemet påverkas av en viss exponering för klimatförändringar. Känsligheten kan utgöras av naturliga eller/och fysiska förutsättningar samt även mänskliga aktiviteter som påverkar den fysiska strukturen av systemet. Förmågan att klara av att anpassa sig avser samhällens och gemenskapers förmåga att förebygga eller hantera nuvarande och framtida klimatpåverkan. Förmågan påverkas av bland annat kunskap, ekonomi, teknologi, juridik och organisation.
topografi	Läran om jordytans former och egenskaper. Det handlar om att beskriva och kartlägga både naturliga och människoskapade

[3] IPCC. 2022. Kapitel 16 i Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability..
[4] se till exempel MSBs sammanfattning av resiliens i rapporten Resiliens - Begreppets olika betydelser och användningsområden. 2013. MSB569 – 201.

	element i ett landskap, samt hur dessa är placerade i förhållande till varandra och i höjdled.
vegetationsperiod	Vegetationsperiodens start är det första dygnet i den första sammanhängande perioden om sex dygn där alla de sex dygnen har dygnsmedeltemperatur över 5 °C. Vegetationsperiodens sista dag är dagen före den första perioden om sex dygn efter den 1 juli då alla sex dygn har en dygnsmedeltemperatur under +5,0°C. Om ingen sådan period förekommer efter den 1 juli slutar vegetationsperioden den 31 december. Indikatorn ger exempelvis, tillsammans med vegetationsperiodens längd, en uppfattning om framtida förhållanden för när jordbrukare kan så och skörda. Indikatorn baseras enbart på beräkningar av temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning. Källa: SMHI. Vegetationsperiod. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/fenologi/vegetationsperiod

1 Inledning

Denna klimat- och sårbarhetsanalys genomförs som en uppdatering av tidigare klimat- och sårbarhetsanalys som togs fram 2019, i enlighet med Förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete, §6. Denna uppdaterade analys kommer därefter utgöra ett av flera underlag inför att uppdatera Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning av skogen och skogsbruket[5].

1.1 Syfte och mål med klimat- och sårbarhetsanalysen

Skogsstyrelsen är enligt Förordning 2018:1428 om myndigheters arbete med klimatanpassning[6] skyldig att genomföra en klimat- och sårbarhetsanalys (KSA) vart 5 år.

Syftet med klimat- och sårbarhetsanalysen är att belysa händelser som kan uppstå till följd av ett förändrat klimat, dess konsekvenser samt skogens och skogsbruket sårbarheter och att utföra en riskbedömning för hur allvarliga olika händelser och konsekvenser är, utifrån olika tidsperspektiv[7].

Klimat- och sårbarhetsanalysen ska sedan ligga till grund för att uppdatera myndighetsmål och handlingsplan för klimatanpassning, i enlighet med förordningen (Figur 1.1).

Utdrag ur Förordning 2018:1428

Klimat- och sårbarhetsanalys

6 § Arbetet med klimatanpassning ska omfatta att klimatförändringens påverkan på myndighetens verksamhet utreds i en klimat- och sårbarhetsanalys.

Analysen ska hållas aktuell genom att den ses över och uppdateras vid väsentliga förändringar i verksamheten eller minst vart femte år. Analysen ska identifiera bestämmelser i lagar och andra författningar som påverkar myndighetens arbete med klimatanpassning.

7 § Klimat- och sårbarhetsanalysen ska ligga till grund för klimatanpassningsarbetets inriktning och utformning enligt 8-10 §§.

Figur 1.1: Utdrag ur Förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete

De övergripande målen med denna klimat- och sårbarhetsanalys är att:

[5] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder, Skogsstyrelsens rapport 2019/23. Mer information om mål och åtgärder finns i kapitel 1.4
[6] Förordning 2018:1428 om myndigheters arbete med klimatanpassning
[7] SMHI. Lathund för klimatanpassning – Klimat och sårbarhet. Websida.

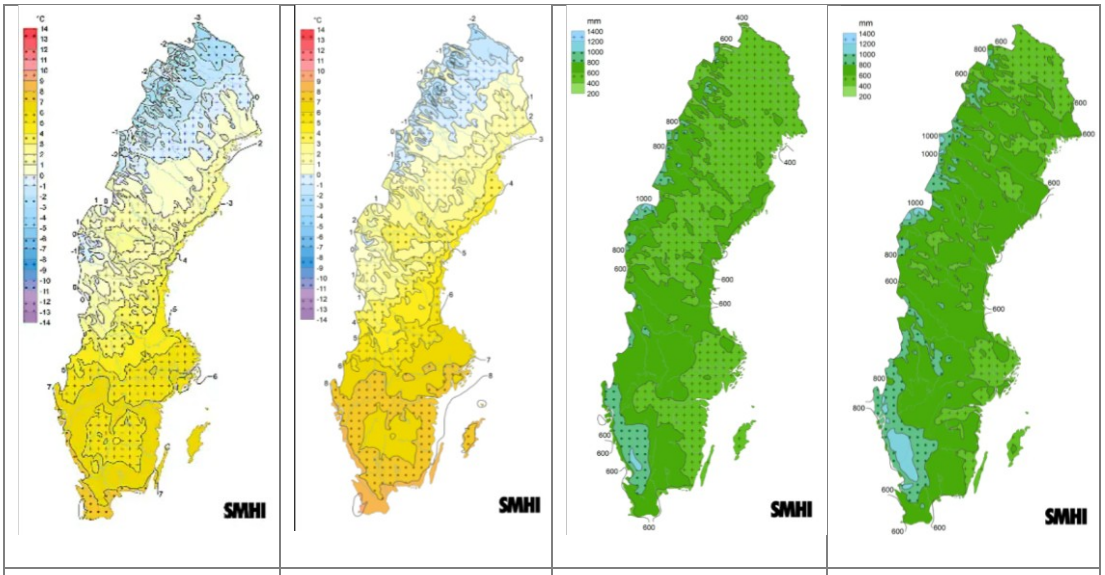
- Sammanfatta kunskapen om de klimatrelaterade risker för skogen och skogsbruket som ett förändrat klimat medför
- genomföra förankringsdialoger inom Skogsstyrelsen och beskriva de risker som skogen och skogsbruket står inför
- sammanställa ovanstående i rapportform (i denna rapport)

Resultatet av denna rapport kommer att utgöra underlag för att i nästa steg:

- genomföra förankringsdialoger med externa aktörer i sektorn och beskriva de risker som skogen och skogsbruket står inför
- identifiera och prioritera åtgärder för att klimatanpassa skogen och skogsbruket
- uppdatera handlingsplanen för klimatanpassning med aktiviteter i linje med identifiering och prioritering.

1.2 Klimatet förändras redan och påverkar skogen

De senaste trettio åren har visat sig vara ca 1,2 grad varmare[8] och runt 8,2 % blötare[9] än de trettio tidigare åren. Detta framkommer när SMHI sammanställde observationer för temperatur och årsnederbörd för 1961–1990 och1991–2020 (Figur 1.2). Totalt har medeltemperaturen i Sverige ökat med 1,9 grader Celsius sedan 1861-1890, och det är särskilt vintrar och vårar som blivit mellan 2,3 och 2,6 grader mildare[10]. Samtidigt har årsmedelnederbörden ökat. Skillnaden mellan de senaste 30-års perioderna visar att västkusten samt stora delar av södra och norra delarna av Norrland fått en ökad årsmedelnederbörd (Figur 1.2). Vintern är den säsong som har haft en tydlig ökning i medelnederbörd.



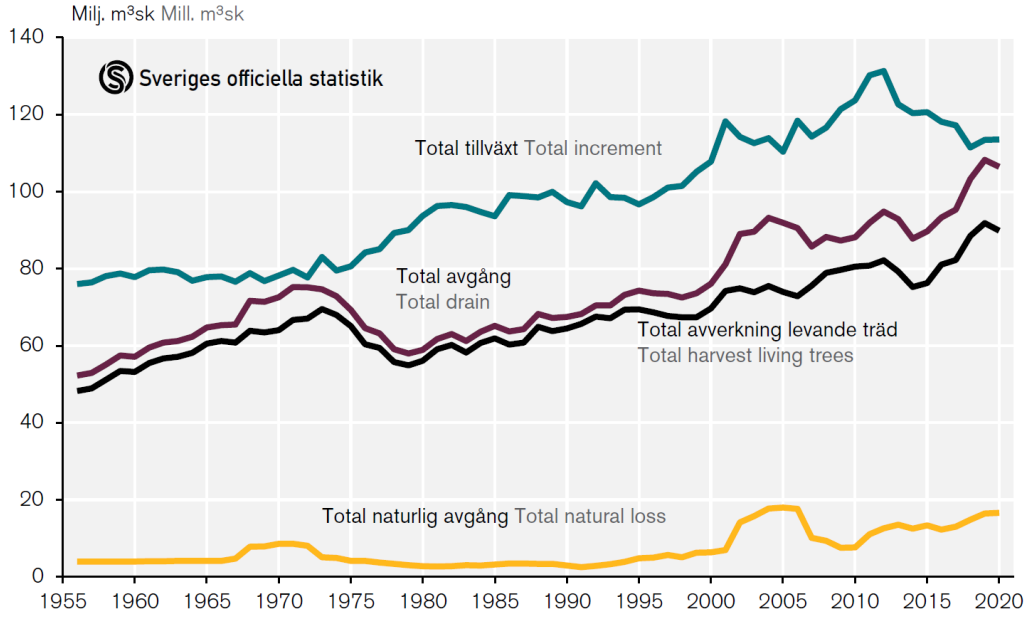
Årsmedeltemperatur under perioden 1961-1990	Årsmedeltemperatur under perioden 1991-2020	Årsmedelnederbörd under perioden 1961-1990	Årsmedelnederbörd under perioden 1991-2020

Figur 1.2 Årsmedeltemperatur och årsmedelnederbörd för de två normalperioderna 1961-1990 och 1991-2020, baserat på observationer. Sammanställt av SMHI[11].

Trädtillväxten i svenska skogar ökade från 1950-talet till 2010-talet, vilket kan förklaras som en effekt av olika faktorer, såsom förändrad skogsskötsel, ett varmare klimat, kvävenedfall och ökad koldioxidhalt[12]. Sedan mitten av 2010-talet syns dock en avtagande trend i skogens biomassatillväxt i statistiken från Riksskogstaxeringen, och en ökande trend i naturlig avgång sedan 2010-talets början

[8] Se tabell 1, ur Schimanke *et al*. 2022. Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021. SMHI rapport. Klimatologi 69.
[9] Se tabell 3, ur Schimanke *et al.* 2022. Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021, SMHI rapport, Klimatologi 69.
[10] Schimanke et al. 2022. Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021, SMHI rapport, Klimatologi 69.
[11] SMHI. Normalperioden 1961-1990 och Normalperioden 1991-2020. Websidor.
[12] Elfving B. och Appiah Mensah A. (2024). Skogen växer snabbare och snabbare - men varför? Fakta Skog, SLU.

(Figur 1.3). Utrymmet mellan total avgång (naturlig avgång[13] och avverkning; vinröd linje i figuren) och total tillväxt (turkos linje) har dessutom inte varit så litet sedan början av 1970-talet. Avverkning av skog har ökat de senaste åren (svart linje), samtidigt som även den naturliga avgången ökat (orange linje). Forskare på SLU[14] har studerat möjliga orsaker till minskning i tillväxt och konstaterar att det kan vara de enskilda trädens tillväxt som har avtagit, vilket syns i mätningar av årsringar. En möjlig förklaring till tillväxtminskningen kan vara den allt varmare och torrare luften, som gör att klyvöppningarna på barren stängs, och fotosyntesen avtar (se kapitel 5.1 Torka och torkstress för mer detaljer).



Figur 1.3 Utveckling av tillväxt och avgång i den svenska skogen. Källa: SLU Riksskogstaxeringen

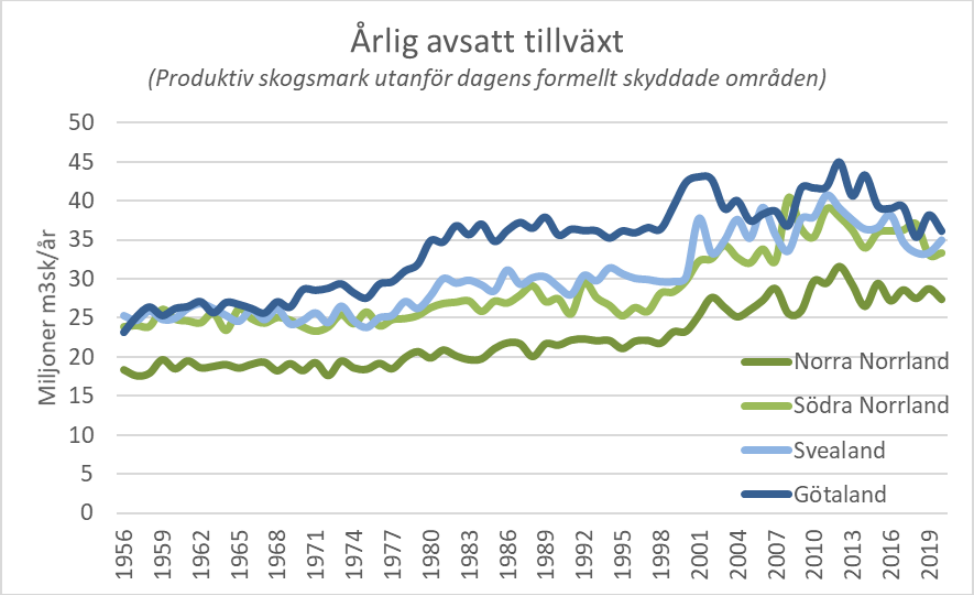
Regionalt har den totala tillväxten minskat mest i Götaland och Svealand (Figur 1.4). Minskningen kan skönjas sedan tidigt 2010-tal (blå linjer i figuren). För Götaland syns redan en avtagande tillväxt mellan millenniumskiftet och 10 år framåt, som sedan hämtas igen, för att återigen gå ner under 2010-talet.

En trolig förklaring till den senaste nedåtgående trenden i Götaland och Svealand är den negativa effekten av torråren under 2010-talet[15].

Samtliga regioner har haft en successivt ökad tillväxt av biomassa i skogen mellan 1956 och 2019. En mellanårsvariation runt 1-3 miljoner m^3sk/år är synlig för femårsmedelvärdena i figuren för hela tidsperioden, men den nedgång som syns för Götaland och Svealand sedan början av 2010-talet är av storleksordningen ca 5

[13] Naturlig avgång omfattar de träd som dör på grund av naturliga orsaker tex stormar, snöbrott, insekter, svampar, brand, eller de träd som dör på grund av självgallring/trängselverkan då de konkurreras ut av intilliggande träd.
[14] Sammanfattning av seminarium med SLUs forskare Jonas Friedman inom FRAS. 20250203.
[15] EEA. 2024. Drought impact on ecosystems in Europe, 2000-2023 – maps and charts. Websida.

till 10 m^3sk/år. En ändring till något kraftigare mellanårsvariation syns även i samtliga regioner, sedan början av 2000-talet.



Figur 1.4 Årlig avsatt tillväxt i Götaland, Svealand, södra Norrland och Norra Norrland, från 1956 till 2019. Årlig avsatt tillväxt utgörs av summan av alla träds volymtillväxt i genomsnitt under de senaste fem åren, och avverkade träds tillväxt är inkluderad under den tid träden har vuxit under femårsperioden innan de avverkades. Källa: Figur ur föredrag av Jonas Fridman, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, FRAS-webbinarium om tillväxt 2025-01-29. https://www.slu.se/ew-nyheter/2025/2/vaxer-skogen-samre--och-i-sa-fall-varfor/ (hämtad 2025-03-16)

1.3 Förutsättningar för arbete med klimatanpassning

1.3.1 Sveriges första strategi och förordning om klimatanpassning 2018

Sveriges riksdag antog en nationell strategi för klimatanpassning år 2018[16], och det året kom även en förordning som pekade ut ett trettiotal myndigheter och gav instruktioner för hur myndigheterna skulle ta fram mål och handlingsplaner för klimatanpassningsarbetet. Förordning 2018:1428 om myndigheters klimatanpassningsarbete är det lagrum som denna klimat- och sårbarhetsanalys bygger på. I §6 och §7 betonas att myndighetens arbete med klimatanpassning ska baseras på en klimat- och sårbarhetsanalys, och att den ska påverka ”inriktning” och ”utformning” (Figur 1.1).

Med den nationella strategin och förordning 2018:1428 som utgångspunkt tog Skogsstyrelsen fram en analys av risken för klimatförändringens skador på skogen och skogsbruket och dess möjliga konsekvenser, samt en handlingsplan för klimatanpassning år 2019[17]. Efter dialog med aktörer inom sektorn formades tre övergripande effektmål, med underliggande delmål (preciseringar) och förslag på åtgärder, samt uppföljning. Detta sammanfattades i rapporten Klimatanpassning

[16] Proposition 2017/18:163. Nationell strategi för klimatanpassning.
[17] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.

av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder (rapport 2019/23) som publicerades i januari 2020.

1.3.2 Ny nationell strategi och handlingsplan för klimatanpassning 2024

I mars 2024, kom en uppdaterad nationell klimatanpassningsstrategi samt regeringens plan för klimatanpassning[18]. I dokumentet lyfter regeringen[19] fram Nationella Expertrådets sammanfattande slutsatser från deras första rapport om klimatanpassning:

Följande är Nationella Expertrådets huvudbudskap som regeringen utgår ifrån[20]:

- ”Sverige måste öka takten när det gäller klimatanpassning och skapa förutsättningar för att genomföra klimatanpassningsåtgärder i praktiken.
- Arbetet med att minska klimatpåverkan och arbetet med att anpassa samhället till ett klimat i förändring är beroende av varandra och bör samordnas.
- Nuvarande ansvarsfördelning, organisering och styrmedel skapar otillräckliga incitament.
- Klimatanpassning är nödvändig inom alla samhällsområden. Det krävs integrering och helhetsgrepp över geografiska och administrativa gränser för att möjliggöra synergier och undvika målkonflikter.
- Klimatförändringar innebär risker för civil säkerhet.
- De kommande fem åren bör åtgärder med fokus på vatten, mat och markanvändning prioriteras.”

Vidare går rapporten igenom kunskapsläget inom klimatets utveckling, baserat på IPCC och forskningsfronten, samt de konsekvenser detta kan få på samhällen och ekosystem.

De konsekvenser som Sverige står inför och som regeringen särskilt pekar ut i strategin och planen, sammanfattas i Figur 1.5. Samtliga av de utpekade utmaningarna, som regeringen nämner, är relevanta för skogen och skogsbruket, på ett direkt eller indirekt sätt.

[18] Regeringens skrivelse. Skr. 2023/24:97. Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning

[19] Den första nationella strategin för klimatanpassning beslutades i Sveriges Riksdag, medan den uppdaterade nationella strategin och regeringens handlingsplan för klimatanpassning är antagen av regeringen.

[20] Citerat från sida 6-7 i Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning, Skr. 2023/24:97, utifrån Nationella Expertrådets första rapport 2022.

2.3.2 Konsekvenser och utmaningar i Sverige av ett förändrat klimat

Regeringens bedömning: Åtgärder för att minska klimatrelaterade risker bör i första hand hanteras av dem som är berörda och ansvariga i enlighet med närhetsprincipen. Arbetet behöver vara vetenskapligt baserat, genomföras ur ett helhetsperspektiv och samordnas med berörda aktörer. Följande stora utmaningar behöver hanteras:

- översvämningar, högre vattenflöden och havsnivåhöjningar som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- höga temperaturer som innebär risker för hälsa och välbefinnande för människor och djur
- osäker tillgång till vatten av tillräcklig mängd och god kvalitet för enskilda, samhället och näringsliv
- ras, skred och erosion som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- torka och bränder som hotar samhället, infrastruktur och näringsliv
- ökad förekomst av skadegörare, sjukdomar och invasiva främmande arter som påverkar människor, djur och växter
- klimatförändringarnas effekter på biologisk mångfald som påverkar ekosystemens resiliens och möjligheten att tillhandahålla ekosystemtjänster
- klimateffekter som hotar en trygg energi- och livsmedelsförsörjning
- klimateffekter som påverkar förutsättningar för finans- och försäkringsbranschen
- globala klimateffekter som påverkar handel, livsmedelsproduktion, immigration, internationella relationer och säkra livsmiljöer.

Figur 1.5 Lista på de utmaningar som regeringen nämner i nationell strategi för klimatanpassning. Källa: Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning, Skr. 2023/24:97, urklipp från sida 9.

Därefter har regeringen beslutat om en inriktning för klimatanpassningsarbetet i Sverige (Figur 1.6) där tydlighet i ansvar, mål, roller och rådighet att agera betonas. Statliga myndigheter uppmanas att påskynda arbetet med åtgärder i samhället, och relevanta aktörer och näringslivet ska involveras.

3.1 Inriktningen för regeringens politik för klimatanpassning för strategiperioden

Regeringens inriktning: För att påskynda klimatanpassningsåtgärder avser regeringen verka för

- att tydliga och ändamålsenliga mål och uppföljningssystem etableras för ett effektivt klimatanpassningsarbete,
- att ansvar för klimatanpassningsarbetet är tydligt fördelat,
- att relevanta aktörer har rådighet inom sitt ansvarsområde och goda förutsättningar att ta sitt ansvar,
- att tydliggöra om och i så fall när det är ändamålsenligt att staten samordnar insatser eller deltar i finansiering av anpassningsåtgärder,
- att statliga myndigheter påskyndar arbetet med konkreta anpassningsåtgärder i samhället,
- att hänsynen till naturmiljön integreras och synergier tas till vara i arbetet med klimatanpassning
- att synergier och samordningsvinster med arbetet för förebyggande av naturolyckor, krisberedskap och försörjningsberedskap tillvaratas, och
- att relevanta delar av näringslivet involveras i klimatanpassningsarbetet.

Figur 1.6 Regeringens inriktning i den nationella strategin för klimatanpassning tar upp tydlighet i mål, uppföljning, ansvarsfördelning, roller och rådighet. Hänsyn till naturmiljön ska integreras i arbetet, och synergier och samordningsvinster ska tas till vara – både i arbetet med klimatanpassning och i det förebyggande arbetet för naturolyckor, krisberedskap och försörjningsberedskap. De som ska agera och involveras är relevanta aktörer, statliga myndigheter och relevanta delar av näringslivet. Källa: Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning, Skr. 2023/24:97, urklipp från sida 22.

1.3.3 Regeringens skrivningar om klimatanpassning i skogen och skogsbruket

I regeringens plan för klimatanpassning finns ett avsnitt särskilt om skog och skogsbruk (sektion 4.5.2 – se Figur 1.7), och i skälen för regeringens inriktning tydliggörs att:

> *”Brukandet av skogen behöver klimatanpassas av flera olika skäl för att säkra skogens ekosystemtjänster som exempelvis produktion av virke, rekreation, förebyggande av ras och översvämningar samt bevarande av biologisk mångfald. Klimatanpassning behövs också för den svenska skogsnäringens framtida konkurrenskraft.”*

(citat sida 74, *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning*, Skr. 2023/24:97)

4.5.2 Klimatanpassning för motståndskraftiga skogar och skogsbruk

Regeringens inriktning: Regeringen kommer att verka för att Skogsstyrelsen i samverkan med skogssektorn och andra myndigheter fortsätter arbetet med att anpassa skogen och skogsbrukets metoder och åtgärder så att framtidens skogar kan stå emot skador som följer av klimatförändringarna.

Figur 1.7 I regeringens plan för klimatanpassning betonas vikten av att klimatanpassa skogen och skogsbruket. Skogsstyrelsen ska arbeta med klimatanpassning i samverkan med skogssektorn och andra myndigheter, och regeringen ska verka för att detta arbete görs. Målet är att anpassa skogen och skogsbrukets metoder så att skador till följd av ett förändrat klimat förebyggs. Källa: Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning, Skr. 2023/24:97, urklipp från sida 73.

Vidare återupprepas på flera ställen i *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning* vikten av klimat- och sårbarhetsanalyser (KSA) som ett verktyg för att identifiera sårbarheter och risker. En nationell KSA gjordes första gången 2007[21], och under 2025 arbetar Nationella Expertrådet med en ny uppdaterad KSA, som ska vara färdig december 2026[22].

1.3.4 Omfattning av en myndighets klimat- och sårbarhetsanalys

I *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning* tydliggörs att den omfattning som en enskild myndighet ska ha för sin klimat- och sårbarhetsanalys, ska vara i linje med ”den risk- och sårbarhetsanalys som ska göras enligt 7 § förordningen (2022:524) om statliga myndigheters beredskap”[23]. Detta

[21] SOU 2007:60, Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter.
[22] SMHI. 20240125. Ny nationell klimat och sårbarhetsanalys ska tas fram. Nyhet.
[23] Citat sida 37, ur Regeringens skrivelse. Skr. 2023/24:97 Nationell strategi och regeringens plan för klimatanpassning

efter synpunkt från Riksrevisionen att de myndigheter som hittills har gjort sin första KSA efter förordning 2018:1428 landat i olika tolkningar av omfattning och ambition. Regeringen skriver därför i *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning* att förordning 2018:1428 bör uppdateras så det blir tydligare. Skogsstyrelsens första klimat- och sårbarhetsanalys, samt mål och handlingsplan var av en bredare omfattning och omfattade skogen och skogsbruket, och inte enbart myndighetens egna fastigheter och myndigheternas eget arbete. Denna rapports uppdatering av KSAn kommer att ha samma omfattning, och är alltså i linje med den omfattning som regeringen har pekar ut, och som även finns beskriven i förordning 2022:524[24].

1.3.5 Länken mellan nationellt och internationellt klimatanpassningsarbete – med fokus på skogs och skogsbruk

Alla EUs medlemsstater ska ha en klimatanpassningsstrategi och en plan för klimatanpassning (artikel 5, punkt 4, Europaparlamentets och rådets förordning om klimat[25]). Artikel 7 i Paris-avtalet innehåller också en formulering om att alla parter (alla länder som signerar avtalet) ska ha en strategi och en plan[26]. I dokumenten lyfts behov av uppföljning och återrapportering på nationell nivå.

En hållbar förvaltning och hantering av skogen är väsentlig framöver. De politiska målen för klimat (nationella[27], inom EU[28] och internationellt[29]) och de globala hållbarhetsmålen[30] har tillkommit som svar på vetenskapliga sammanställningar av bland annat IPCC[31] och IPBES[32] som poängterar att människans aktivitet drivit på koldioxidökningen i luften, och att detta otvetydigt har lett till en successiv förändring av klimatet, med allt varmare global medeltemperatur. Av de nio planetära gränserna[33] anses sex redan ha passerats[34], och flera av dessa inverkar eller påverkar skog och skogsbruket globalt och regionalt.

[24] Observera att Skogsstyrelsen inte är en utpekad *beredskapsmyndighet* i förordning 2022:524, utan omfattas av §§7-16 som gäller för alla myndigheter.
[25] Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119 av den 30 juni 2021 om inrättande av en ram för att uppnå klimatneutralitet och om ändring av förordningarna (EG) nr 401/2009 och (EU) 2018/1999 (europeisk klimatlag)
[26] Parisavtalet. L828/4. 2016-10-19.
[27] Naturvårdsverket. Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk. Websida.
[28] EU. Målen för 2030. Websida.
[29] Paris-avtalet. L828/4, 2016-10-19.
[30] Regeringskansliet. Att förändra vår värld: Agenda 2030 för hållbar utveckling. Svensk översättning av FN:s Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development
[31] FNs klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) med återkommande vetenskapliga sammanställningar om klimatets utveckling sedan 1990.
[32] The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
[33] Planetära gränser introducerades som ett begrepp 2009 av en grupp forskare, bland annat Johan Rockström, på Stockholm Resiliens Centre, och de har sedan följt upp dessa under 2015 och 2023. SEI. Planetära gränser. Websida.
[34] Richardson *et al.* 2023. Earth beyond six of nine Planetary Boundaries. Science Advances. 9. 37.

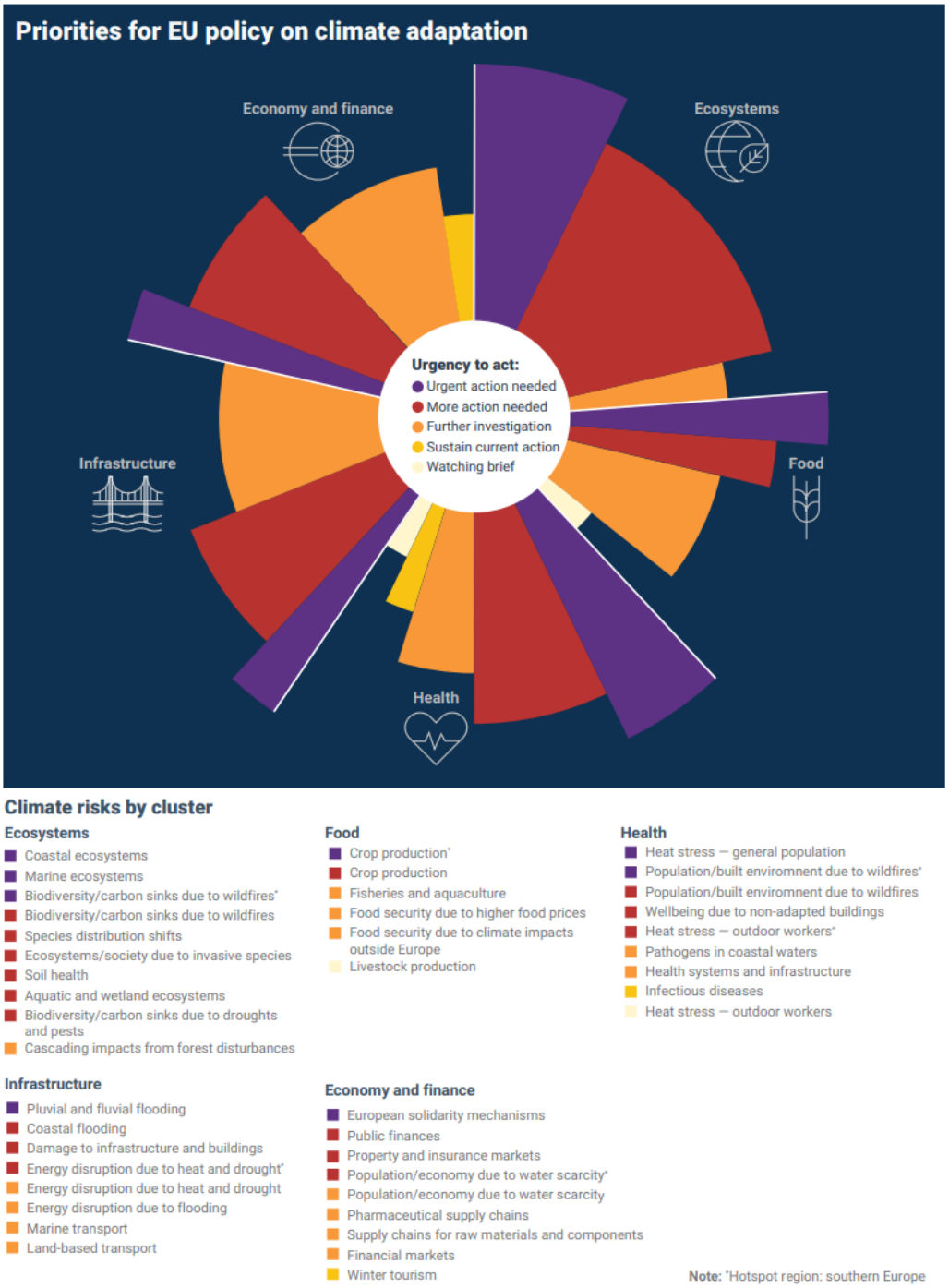
1.3.6 Nationella klimat- och sårbarhetsanalyser och EUs Climate Risk Assessment

Behovet av att se över sårbarheter och risker i ett förändrat klimat betonas i Parisavtalet. Under COP28 beslutades att alla parter skulle genomföra en nationell klimat- och sårbarhetsanalys[35]. Som redan nämnts ovan har Nationella Expertrådet för klimatanpassning tilldelats denna uppgift nu, och kommer presentera en nationell KSA i december 2026.

EU tog år 2024 fram en övergripande analys över de risker som Europa står inför i ett förändrat klimat[36]. Av de 36 risker som analysen presenterar har flera bäring på skog och skogsbruk (Figur 1.8) inom området *ekosystem*, som till exempel i kategorierna ”Biodiveristy/ carbon sinks due to wildfires, species distribution shifts, Ecosystems/society due to invasive species, Aquatic and wetland ecosystems, soil health, och Cascading impacts from forest disturbances”.

[35] Se sida 30, Nationell Strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning.
[36] EEA. 2024. EU Climate Risk Assessment.

Figure ES.4 **Major climate risks for Europe and the urgency to act on them**



Notes: Urgency to act for 36 major climate risks for Europe, grouped into five risk clusters. Six risks are assessed both at the pan-European level and for southern Europe, which is a hotspot region. The widths of the segments ('pies') indicates the number of risks per cluster belonging to different urgency categories. Risk names are shortened in comparison to the main report.

Source: EEA.

Figur 1.8 Sammanställning av de 36 risker som identifierades i EU Climate Risk Assessment 2024. Figure ES.4, sida 12 ur Executive Summary, EU Climate Risk Assessment, EEA Report 01/2024 https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment (hämtad 2025-03-16)

Några sammanfattande ord om skog i EUCRA[37] är att:

- "Europe's forests are strongly affected by climate change, which can exacerbate forest fires, droughts, windthrows, and pests and diseases. At the same time, healthy forests can play an important role in mitigating climate change and its consequences."

- "Ecosystems in the alpine and far northern regions are particularly vulnerable because of limited migration opportunities, whereas southern regions are particularly at risk from exacerbated water scarcity and heat stress."

- "Forests, freshwater and coastal habitats, wetlands and peatlands are among the habitats most at risk from climate change."

[37] Några citat från EUCRA som berör skog, sida 15, EU Executive Summary, Climate Risk Assessment, file:///C:/Users/cani10/Downloads/Executive%20summary%20-%20European%20Climate%20Risk%20Assessment%20(2).pdf (hämtad 2025-03-16)

1.4 Risker, mål, syften och åtgärder som identifierades i tidigare KSA

De risker som identifierades för skogen och skogsbruket år 2019 kvarstår (Tabell 1.1). I denna rapport uppdateras delar av dessa klimatrelaterade risker med ny eller breddad information (se metodkapitel 2), och ytterligare risker relaterade till klimatförändringar lyfts (se kapitel 5).

Tabell 1.1 Risker i skogen och skogsbruket som identifierades i Skogsstyrelsens rapport 2019/23: Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder

Risk **(från tabell 1, rapport 2019/23)**	**Fördjupad diskussion fördes om risken 2019** **(kapitel 5, i rapport 2019/23)**
stormfällning	Ja, i avsnitt om stormfällning
skogsbrand	Ja, i avsnitt om torka och brand ihop
viltbete på plantor	Ja, i avsnitt om viltskador
granbarkborreskador	Ja, i avsnitt om insektsskador
utbredning av rotröta	Ja, i avsnitt om rotröta och andra patogener Övriga svampar som nämns: Diplodia, Greminiella, Törskatesvamp
skador från andra skadegörare	Ja, i avsnitt om insektsskador: *Befintliga skadegörare:* Tallstekel, barrskogsnunna, fjällbjörkmätare, Snytbagge, Lärkborre, Lärksäcksmal, Lilla granbarkborren *Nya arter / arter som kan vara på väg hit:* blåsvart björkstekel, ungersk gransköldlus, tallvedsnematod/förflyttas med tallbock, amerikansk tallbarkborre
körskador	Ja, i avsnitt om översvämning, körskador och transportproblem
extrem avrinning och erosion	Ja, i avsnitt om erosion och ras Finns även fördjupad analys i Skogsstyrelsen, 2021, Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner, Rapport 2021/9
svårigheter för renskötseln	Ja, i avsnitt om påverkan på flyttleder och vinterbetesmarker för ren
negativa effekter på biologisk mångfald	Ja, i avsnitt om påverkan på skogens biologiska mångfald
successivt ökade kostnader	Ja, i kap 5

Klimat- och sårbarhetsanalysen som togs fram 2019 låg till grund för hur Skogsstyrelsen formulerade tre övergripande effektmål för klimatanpassning, och de är (citerade ur Rapport 2019/23)[38]:

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

2. **Skador förebyggs långsiktigt och kostnadseffektivt** genom att skogen är ståndortsanpassad och stormsäker samt har hög grad av variation.

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

Under dessa tre effektmål formulerades 12 preciseringar (delmål), med fokus på att vara uppföljningsbara för att följa utvecklingen i skogen och skogsbruket med avseende på klimatanpassning. Delmålen är formulerade på följande sätt 2019:

1. Mängden insektsdödad skog är i genomsnitt högst 500 000 kubikmeter per år under 2020-talet

2. Barrskogsdominerad skog stubbehandlas mot rotröta i hög omfattning vid föryngringsavverkning och gallring under vegetationssäsongen

3. Den genomsnittliga skogsbrandsarealen är i genomsnitt högst 1 000 hektar per år under 2020-talet; avsiktliga naturvårdsbränningar ingår inte

4. Andelen tall är minst 80 procent i föryngringar på torr mark i respektive landsdel från och med andra halvan av 2020-talet

5. Varje år skadas högst fem procent av tallplantorna av viltbete på vanlig mark och högst två procent på marker med låg bonitet

6. Blandskogs- och lövskogsandelen bibehålls eller ökar under 2020-talet i samtliga landsdelar jämfört med 2010-talet

7. Det finns väl underbyggda råd om hur man kan skapa stormtåliga hyggeskanter via bestånds-anläggning och skötsel senast år 2024 och en utbredd kännedom om dessa råd bland skogsägare

8. Skogsbruket tillämpar planering och teknik så att det blir färre körskador i skogen under 2020-talet än under 2005–2015

9. Alternativ till trakthyggesbruk och noggrant planerad körning tillämpas vid huvuddelen av anmäld avverkning på brant, instabil mark där erosion,

[38] De tre effektmålen kommer från rapport 2019/23, sida 11–13. I rapport 2019/23 numreras effektmålen som 1a, 1b och 2, i stället för 1, 2 och 3. Nu har av praktiska skäl numreringen ändrats så de benämns som tre effektmål.

ras eller skred kan skada samhällsviktiga funktioner eller vattendrag med registrerade höga miljövärden

10. Under 2020-talet minskar hyggesarealen per avrinningsområde jämfört med 2010-talet så att vattenrelaterade skador nedströms motverkas

11. Skogsbruksåtgärder som har negativ påverkan på vinterbetestillgång och flyttleder för renskötseln minskar och en positiv påverkan via riktad röjning och gallring ökar under 2020-talet jämfört med tidigare

12. Under 2020-talet återställs totalt minst 20 000 hektar dikad skogsmark till våtmark

I rapport 2024/19 från Skogsstyrelsen sammanställs den första uppföljning av dessa delmål[39].

Vidare finns en lista på 19 åtgärder presenterad i rapporten från 2019. Åtgärderna är uppdelade efter två huvudsyften med effektmålen, nämligen:

1) Att bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi både i närtid och på medellång/lång sikt (2050–2100) och

2) Motverka negativa effekter på samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden samt underlätta renskötselns klimatanpassning.

I Tabell 1.2 finns en översikt över syftena och de åtgärder som listades för respektive syften, men enskilda åtgärder kan ha relevans för båda syften. I rapport 2019/23 uttrycks detta som att ”Ytterst handlar det om att uppnå hållbarhet i vid mening varvid ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet hänger ihop”[40]. Åtgärderna baseras på de risker som identifierades i rapport 2019/23[41], och som Skogsstyrelsen slog fast behöver hanteras.

[39] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19
[40] Citat, kapitel 2, sida 11, Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[41] Risker är sammanställda i tabell 1, kapitel 2, sida 14, i Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Skogsstyrelsen Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.

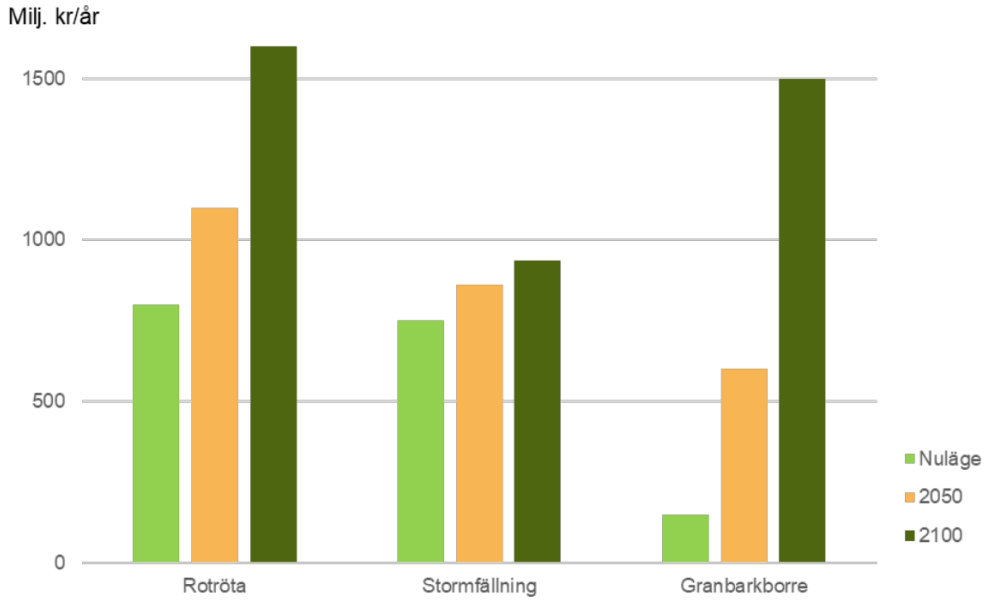
Tabell 1.2 De två syften som ligger till grund för effektmålen i Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning (rapport 2019/23) med 19 identifierade åtgärder som bidrar till syftena.

Syfte 1: **att bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi- både i närtid och på medellång/lång (2050–2100) sikt**	**Syfte 2:** **att motverka negativa effekter på samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden samt underlätta renskötselns klimatanpassning**
1. Undvika att föryngra med gran på torr mark i hela landet, i syfte att motverka främst granbarkborren men även andra skadeinsekter.	11. Planera och använda tekniker så att allvarliga körskador förhindras, bland annat genom att ställa krav på entreprenörer.
2. 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.	12. Planera körning noggrant och undvika att kalavverka där erosion, ras, slamströmmar eller skred skulle kunna skada infrastruktur, tomter, samhällsviktiga funktioner eller biologiskt värdefulla vatten.
3. Blanda gran, tall och olika lövträdslag på olika sätt då många skadeinsekter, inklusive granbarkborren, blir mindre intresserade om det inte bara doftar av deras målträdslag – och om ett trädslag i en blandskog angrips av en skadeinsekt eller en patogen kan det gå att saneringsgallra.	13. Analysera påverkan av hyggesupptagning med avseende på risken för skadlig avrinning nedströms vid extrema nederbördsepisoder. Minska förekomsten av stora hyggen så att risken för skadlig avrinning motverkas där vägtrummor eller annan infrastruktur inte är rätt dimensionerade.
4. Eftersträva en hög variation på fastighets- eller tusenhektarsnivån i form av olika trädslag och åldrar, välskött skog, kontinuitetsskog, måttligt stora bestånd, tillgång på död ved och skog med naturvårdsmål samt att bibehålla en god genetisk variation i landskapet, i syfte att motverka risken att en viss skadeinsekt eller patogen ger utbredda skador.	14. Komplettera antalet och byta feldimensionerade vägtrummor i skogsbilvägar som inte tål förväntade höga vattenflöden och som hindrar fiskensvandring vid låga flöden.
5. 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 trädslag än gran eller genom tidig, hård röjning och gallring.	15. Planera skogsbruksåtgärder så att tillgången på vinterbete och klimatanpassade flyttleder för renen förbättras; undvik exempelvis contorta i för rennäringen viktiga områden och prioritera riktad röjning och gallring av kommande betesmarker.
6. Undvika att gallra i skog som är över 20 meter hög (ungefärligt riktvärde) och att överhålla trädslagsren granskog lång tid efter rekommenderad slutavverkningsålder, åtminstone upp till södra Norrland.	16. Använda skonsam eller ingen markberedning på lavrik mark och andra viktiga lavbärande marker i vinterbetesområden, så att en återhämtning av marklavtillgången möjliggörs.

Syfte 1: **att bibehålla ett skogsbruk med jämn leverans och god ekonomi- både i närtid och på medellång/lång (2050–2100) sikt**	**Syfte 2:** **att motverka negativa effekter på samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden samt underlätta renskötselns klimatanpassning**
7. Efterleva rekommenderade åtgärder vid insektsangrepp.	17. Anpassa avverkningen av hänglavsbärande skog i vinterbetesområden så att hänglavstillgången bibehålls eller ökar.
8. Stubbehandla i rotrötefria barrskogar i samband med avverkning i framför-allt Götaland och Svealand och byta trädslag där angreppen varit betydande.	18. Bredda skyddszonerna runt miljöer som hyser fuktberoende flora och fauna (exempelvis branter, kärr, surdråg, bäckar och sjökanter) och restaurera våtmarker i ökad utsträckning för att förbättra fukt- och vattentillgången för skogens mångfald under allt torrare somrar.
9. Bygga och underhålla skogsbilvägar bättre för varmare vintrar. Byta feldimensionerade vägtrummor som inte tål förväntade extremflöden och komplettera med nya vägtrummor där det saknas.	19. Utveckla hänsynsåtgärder för biologisk mångfald, till exempel genom att aktivt skapa döende träd (veteranisering) och död ved i skogar där det råder brist.
10. Satsa på förädling av fler trädslag, exempelvis lärk, ek och gråal, och förstärka arbetet med resistens i skogsträdsförädlingen av gran och tall.	Tom ruta

1.5 Kort sammanställning av befintliga kostnadsberäkningar

I klimat- och sårbarhetsanalysen från 2019 genomfördes även uppskattningar av vad skador skulle kunna komma att kosta skogsbruket om inga klimatanpassningsåtgärder påbörjades. Bland annat skattades utvecklingen av kostnader för rotröta, stormfällning och granbarkborre (Figur 1.9). Kostnaderna för **granbarkborreutbrottet** efter 2018 har dock visat sig vida överstiga de skattningar som tidigare hade gjorts, då det antas ha kostat sektorn mer än 14 miljarder kronor[42]. Det motsvarar en ungefärlig årlig (år 2018-2022) kostnad på ca 2,8 miljarder kronor, det vill säga nästan dubbelt så mycket som prognosticerades för år 2100, och kostnadsuppskattningen anses vara gjord i underkant.



Figur 1.9 Uppskattade kostnader för skogsbruket för tre skador om inga klimatanpassningsåtgärder används. Beräkningen gjordes år 2019, och finns med som figur 5.2 i Skogsstyrelsens rapport 2019/23, där även underlag för skattningarna finns beskrivna i kapitel 5.

Skattningarna som togs fram 2019 för **rotröta** (Figur 1.9) har också redan visat sig vara något för låga. I genomsnitt är var sjunde gran som avverkas angripen av rotröta och skadorna beräknas i dagsläget kosta skogsbruket upp emot 1 miljard kronor i minskade intäkter och ökade kostnader per år[43].

[42] Efter 2018 har totalt drygt 34 miljoner skogskubikmeter gran ha dödats av granbarkborre sedan utbrottet 2018 (Skogsstyrelsens rapport 2025/05), och de uppskattas ha lett till kostnader för över 14 miljarder kronor mellan 2018-2023, en siffra framräknad av Skogsstyrelsen inom projektet ”Stoppa borrarna” (nyhet i Dagens Industri. 2023-05-02.)

[43] Lennart Svensson, skogsskadespecialist, Skogsstyrelsen, Kommunikation via epost, 2025-04-02

Vidare finns en del kvalitativa resonemang om kostnader kopplat till **snytbaggeskador**, som indikerar att de kostar skogsbruket hundratals miljoner i svenska planteringar, trots att många har plantskydd[44].

Ur rapporten från 2019 finns även uppskattningar om att Gotlandsbranden (1992) samt Västmanlandsbranden (2014) kostade ca 50 000 kr per hektar, vilket summerar kostnaderna till ca 500 000 kr för Gotland (ca 1000 ha brann) och ca 650 miljoner kr för Västmanland (ca 13 000 ha brann). Cirka hälften av dessa kostnader för **skogsbrand** härrör från förstört virke, och den andra hälften kommer från kostnader för släckning och andra kostnader för samhället.

Skogsägares kostnader för **viltbetesskador** uppskattades att 2019 vara 1,25 miljarder medan kostnaden uppskattades till 7,2 miljarder kronor per år, för hela skogsskogssektorn (skogsbruk och skogsindustri)[45]. En senare rapport från ett samarbete mellan Sveaskog, Södra, Billerud-Korsnäs, Holmen, LRF Skogsägarna, Mellanskog, Norra Skog, SCA, Skogsindustrierna och Stora Enso uppskattade viltbetesskadorna till 20,5 miljarder/år[46], när de räknade in både den ekonomiska förlusten för skogsbruket och den samhällsekonomiska förlusten.

För **skador som uppkommit på grund av ras** nämnde rapporten från 2019 exempel på kostnader för samhället vid ras inom norra Värmland (benämnt driftområde Norra Värmland) där det har kostat ca 1,5–2 miljoner kronor att återställa vägar varje år. Vidare nämns återställandet efter ras längs väg E14 år 2006, vid Ånn, vilket kostade ca 7-8 miljoner kronor.

Rapporten 2019 tar även upp klimat- och sårbarhetsutredningens (SOU 2007:60[47]) siffror på skattade kostnader för skador på vägnät, på grund av höga flöden, erosion, ras, skred och erosion. Uppskattningsvis kostade det samhället ca 90 miljoner per år (för perioden 1995–2007 kostar skador på vägnätet 1 200 miljoner kr).

Under 2021 tog Skogsstyrelsen i samverkan med Trafikverket, MSB och SGI fram en rapport som tar upp fallbeskrivningar där **skogsbruksåtgärder har orsakat skador på samhällsfunktioner**. Skador från erosion, ras, slamströmmar och lokal översvämning, stormar och bränder var i fokus, och grova uppskattningar av möjliga kostnader finns med, samt vilka antaganden de bygger på:

- För **stormskador** används samma uppskattning av framtida skador som syns i Figur 1.9, och vars uppskattningar kommer från Skogsstyrelsens rapport 2019/23.

[44] Lennart Svensson, skogsskadespecialist, Skogsstyrelsen, Kommunikation via epost, 2025-04-02
[45] Skogsstyrelsen. 2019c. Skogsbrukets kostnader för viltskador. Återrapportering till regeringen. Rapport 2019/16.
[46] Örlander, G. och Frisk, J. 2020. Viltbetesskador i Sverige - Konsekvenser för virkesproduktion, ekonomi och klimat.
[47] SOU 2007:60. Sverige inför klimatförändringarna – Hot och möjligheter.

- För **brand,** görs i rapporten från 2021, följande grova uppskattning:

  ”Den stora skillnaden i brandareal per år, samt var i landet bränderna uppstår gör det svårt att enkelt skatta kostnaderna av förlorat virkesvärde. En grov skattning, genom att utgå från medelarealen 2 900 hektar per år samt antagandet om en genomsnittlig virkesvolym på 140 skogskubikmeter per hektar som helt brinner upp och med ett genomsnittligt värde av cirka 400 kronor per skogskubikmeter, ger en virkesförlust av 406 000 skogskubikmeter till ett värde av drygt 160 miljoner kronor årligen. Mycket förenklat skulle detta i ett framtida klimat, där brandfrekvensen tiodubblats kunna motsvara ett värde av 1.6 miljarder kronor årligen. … Som exempel kan nämnas att tillväxtförlusterna till följd av de kraftiga bränderna i Hälsingland och de närliggande landskapen under sommaren 2018 skattades till 75 000 skogskubikmeter årligen för 15 000 hektar produktiv skogsmark. Eftersom det bedöms ta 20 till 30 år innan den nyanlagda skogen kommit upp i nivå med medeltillväxten av skogen i området, medför detta en total tillväxtförlust på uppemot 2 miljoner skogskubikmeter. Förlusten av virkesvärdet kan i detta fall skattas till drygt en halv miljard kronor.” (citat sida 102- 103, Skogsstyrelsens rapport 2021/9)

  Rapporten från 2021 tar även upp ytterligare överväganden som skulle behöva tas med och värderas monetärt för skogsbränder. De övervägandena är tex fördyrad avverkning av kvarvarande skadade träd, risker för ras och erosion i brända områden och skador till följd av det, kostnader för vägnät, för skadade byggnader, inverkan på miljövärden, vattenkvalitet, vattenkvantitet, på renskötselområdets funktioner om branden inträffat där, på forn- och kulturlämningar, och evakuering av människor och mänskligt lidande till följd av branden. Men dessa överväganden ingår i inte ingår i ovanstående skattningar ännu.

- Fallstudierna i rapporten från 2021 som rör händelser **när ras, skred och erosion inträffat efter en skogsskötselåtgärd**, **och det i sin tur har orsakat skada på vägnätet**, visar att i snitt (av de fallstudier som tas upp i rapporten) har dessa kostat ca 200 000 kr per tillfälle, men med stor variation, och med brasklappen att detta enbart täcker ett fåtal fall i Sverige under kort period. Med detta som grund görs i rapporten ett försök att uppskatta framtida kostnader, vilket landar på kostnader på mer än 30 miljoner kronor per år om antagande görs att 10 % av avverkningsanmälningarna[48] leder till skada på vägnätet, och mer än 170 miljoner kr per år om hälften av avverkningsanmälningarna leder till skada.

[48] Här åsyftas de avverkningsanmälningar som görs i områden som är branta och där risk för ras, skred och erosion föreligger. Mer information om antaganden finns i citatet som är inskrivet, samt i Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag. Rapport 2021/9.

> *”Inverkan av skogsbruksåtgärder på risken för erosion ras och översvämning bedöms öka kraftigt till följd av klimatförändringarna. Andelen ärenden som berör riskområden ökar och 2018 hanterade Skogsstyrelsen 4 100 avverkningsanmälningar inom dessa områden varav 1 720 bedömdes kunna ha en direkt inverkan på samhällsfunktioner. Med utgång från de samlade fallbeskrivningarna i avsnitt 4.1 är ett rimligt antagande att en skada genererar en kostnad av minst 200 000 kr. Vi känner idag inte till hur stor andel av avverkade områden som faktiskt ger skador på samhällsfunktioner. Ett antagande om att skogsbruket orsakar skador vid tio procent av 1 720 avverkningsanmälning och att varje skada kostar 200 000 kronor medför dock en totalkostnad på en bra bit över 30 miljoner kronor per år. Som nämndes tidigare har kostnaderna enbart för vägnätet till följd av erosion, ras och översvämning, skattats till 90 miljoner kronor per år. Detta indikerar att ett antagande om att tio procent av avverkningarna orsakar skador är rimligt eller till och med lågt räknat. Klimatförändringen liksom det ökade intresset för att avverka de virkesrika men instabila områdena kommer öka denna kostnad markant. Skulle hälften av 1 720 ärenden generera en kostnad av minst 200 000 kronor resulterar det i en samhällskostnad på cirka 170 miljoner kronor.”*
> (citat sida 77, Skogsstyrelsens rapport 2021/9)

När det gäller skogsbilvägar i skogsbruket har Skogforsk[49] tagit fram en sammanställning där de uppskattar att de **totala vägkostnaderna på egen mark inom skogsbruket** uppgår till ca 3,5 miljarder kronor, i medeltal drygt 48 kr per avverkad kubikmeter, för hela landet (43 kronor/m^3fub i söder, och 52 kronor/m^3fub i norr). Den siffran innehåller investeringar i nybyggnad och standardhöjning av skogsbilvägar samt kostnad för vägunderhåll. Men det finns ingen uppskattad kostnad för hur *skador på skogsbilvägar och andra vägar* skulle kunna utvecklas i ett förändrat klimat. Skogsstyrelsens rapport från 2023[50] över nulägesbeskrivning av enskilda vägar betonar att ökade kostnader tillkommer i ett förändrat klimat, särskilt på grund av skador efter höga flöden, erosion, ras och skred. Men även i den rapporten finns det inte en uppskattad siffra på hur stor ökningen i kostnader kan tänkas bli framöver.

[49] Skogforsk. 2023. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2023.
[50] Skogsstyrelsen. 2023c. Nulägesbeskrivning av enskilda vägar med inriktning på skogsbrukets transporter. Rapport 2023/18.

1.6 Målgrupper och läsanvisning

Denna analysrapport utgör ett underlag för att uppdatera effektmål, delmål, syften och åtgärder samt handlingsplanen för klimatanpassning i skogen och skogsbruket. Texten riktar sig till tjänstemän inom skogsbruket, på myndighetsnivå och departementsnivå, och intresserade skogsägare och en intresserad allmänhet.

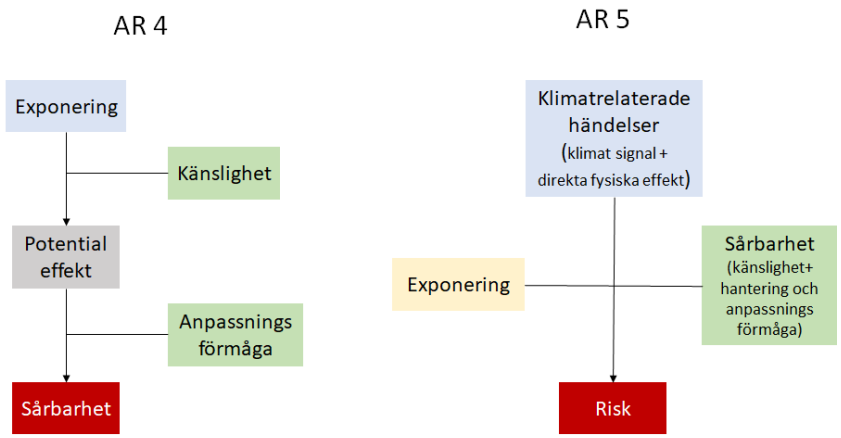
Analysen kommer även att delges som underlag för kommande nationell uppdatering av klimat- och sårbarhetsanalys som genomförs av Nationella Expertrådet för klimatanpassning under 2025.

Vidare utgör analysen en delmängd av Skogsstyrelsens arbete med risk och sårbarhetsbedömning, i enlighet med förordningen (2022:524) om statliga myndigheters beredskap.

2 Metod för uppdatering av klimat- och sårbarhetsanalys

2.1 Generell beskrivning av metod

Syftet med klimat- och sårbarhetsanalyser har förändrats över tiden i takt med utvecklingen av de begrepp som används inom klimatanpassningsarbetet. En viktig förändring skedde när arbetsgrupp II inom FN:s mellanstatliga klimatpanel (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)[51] publicerade sin delrapport i den femte utvärderingsrapporten (AR5) och ersatte begreppet ”sårbarhet” med det bredare begreppet ”risk”. Förändringen av begrepp berodde på att forskare från olika discipliner (CCA, Climate Change Adaptation och DRR, Disaster Risk Reduction) hade arbetat ihop metoder för att tydliggöra riskerna kopplade till klimatförändringen. Som en följd av detta, använder IPCC sedan dess begreppet ***Climate Risk Assessment*** snarare än ***Klimat- och Sårbarhetsanalys*** för att beskriva den analys som görs för att se hur en sektor (till exempel skogsbruk, jordbruk), ett geografiskt område (bergsområde, taigan, hav) eller ett juridiskt område (stad, land, region) påverkas av klimatförändringar, och vilka effekter det får (Figur 2.1).



Figur 2.1 – Jämförelse mellan element i begreppet sårbarhet i IPCC:s fjärde (AR 4) utvärderingsrapport och element i begreppet risk i den femte utvärderingsrapport (AR 5). Färger används för att underlätta jämförelsen. Översatt från figur 2 i rapporten Risk supplement to the Vulnerability Sourcebook, GIZ and EURAC 2017[52]

[51] IPCC:s andra arbetsgrupp (Working Group II, WGII) är ansvarig för att bedöma socioekonomiska och naturliga systems sårbarhet för klimatförändringar, negativa och positiva konsekvenser av klimatförändringar och alternativ för att anpassa sig till dem

[52] GIZ and EURAC. 2017. Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook’s approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk.

Risken anses vara potentialen för negativa konsekvenser för mänskliga eller ekologiska system, och den är ett dynamiskt resultat av samspelet mellan tre begrepp som varierar över tiden[53] (Figur 2.1):

- **Klimatrelaterade händelser** beskrivs som den ”potentiella förekomsten av en naturlig eller mänskligt orsakad fysisk händelse, trend eller fysisk påverkan som kan orsaka förlust av liv, skada eller annan hälsopåverkan samt skador på och förlust av egendom, infrastruktur, försörjningsmöjligheter, tillhandahållande av tjänster, ekosystem och miljöresurser”[54].

- **Exponering** definieras som ”förekomsten av människor, försörjningsmöjligheter, arter eller ekosystem, miljöfunktioner, tjänster och resurser, infrastruktur eller ekonomiska, sociala eller kulturella tillgångar på platser och i miljöer som kan påverkas negativt” av naturkatastrofer och klimatförändringar[55].

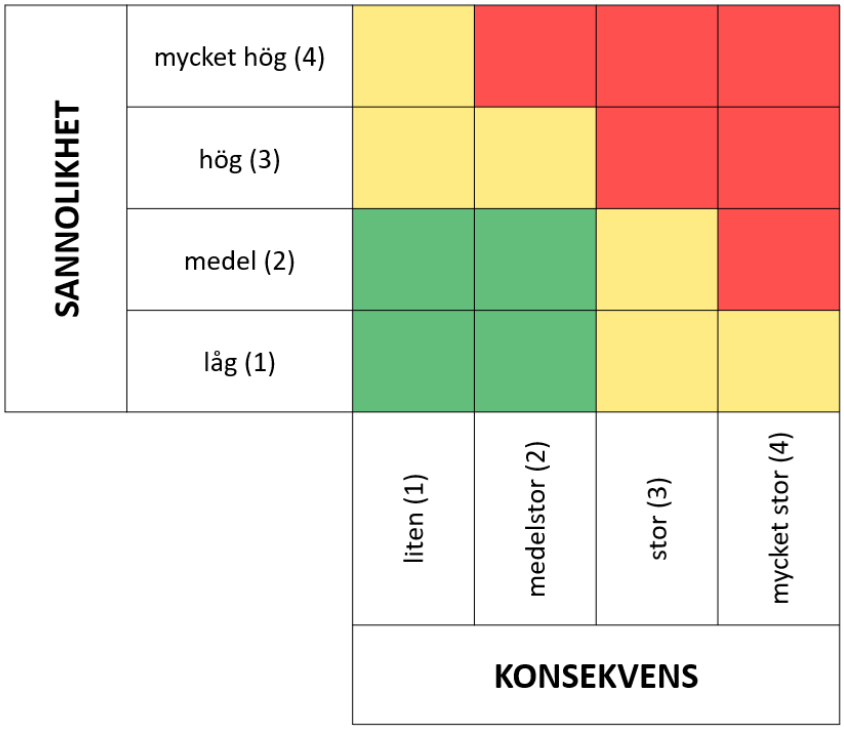
- **Sårbarhet** representerar benägenhet att påverkas negativt och består av två element: känsligheten och förmågan att klara av att anpassa sig. Känsligheten kan sammanfattas av i vilken utsträckning systemet påverkas av en viss exponering för klimatförändringar. Känsligheten kan utgöras av naturliga eller/och fysiska förutsättningar samt även mänskliga aktiviteter som påverkar den fysiska strukturen av systemet. Förmågan att klara av att anpassa sig avser samhällens och gemenskapers förmåga att förebygga eller hantera nuvarande och framtida klimatpåverkan. Förmågan påverkas av bland annat kunskap, ekonomi, teknologi, juridik och organisation.

Således är sårbarheten till klimatförändringar en del av klimat-relaterade risker.

I denna rapport görs en analys av risker kopplade till klimatförändringar, baserat på sårbarhet för olika skador och en kvalitativ bedömning av sannolikhet för olika klimathändelser i framtiden. Detta görs i linje med SMHI:s rekommendationer, efter en analys av myndigheternas arbete med klimatanpassning[56].

[53] IPCC. 2022. Kapitel 16 i Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.
[54] Översatt definition från sida 13, GIZ and EURAC. 2017. Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook.
[55] Översatt definition från sida 15, GIZ and EURAC. 2017. Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook.
[56] SMHI. 2024. Myndigheters arbete med klimatanpassning 2023. Klimatologi Nr.73. Norrköping.

Riskerna kan värderas med hjälp av riskmatriser där konsekvenser av klimatförändringar analyseras i relation till sannolikhet av klimatrelaterade händelser utifrån olika tidsperspektiv (*Figur 2.2*).



Figur 2.2 Riskmatris för att bedöma risk kopplad till klimatförändringar baserad på värdering av sannolikhet och konsekvens vid en viss tidpunkt (idag, 2050 eller 2100) under det valda klimatscenariot (RCP 4,5 eller 8,5).

Data från klimatscenarier används för att uppskatta sannolikhet för olika händelser över tiden. En bedömning av konsekvenserna innebär en sammanvägning av ekonomiska, sociala och ekologiska konsekvenser för systemet eller sektorn som analyseras. Information om systemets sårbarhet och exponering till klimatrelaterade händelser ligger till grund för en bedömning av storleksordningen på konsekvenserna, givet sannolikheten för en viss klimathändelse. Dessa bedömningar av sannolikhet och konsekvenser bygger på kriterier från SMHI (Tabell 2.1), och bedömningarna kan därefter användas för att placera ut risken i en riskmatris (Figur 2.2). Gröna områden i riskmatrisen betecknar låg risk, det vill säga när sannolikheten för en händelse bedöms som låg (1) eller medel (2) samtidigt som konsekvensen bedöms som liten (1) eller medelstor (2). Röda områden i figuren betecknar hög risk, där sannolikheten för en händelse bedöms som hög (3) eller mycket hög (4) samtidigt som konsekvensen bedöms som stor (3) eller mycket stor (4). Två fall för hög risk finns även när sannolikheten är mycket hög (4) och konsekvensen är medelstor (2), samt när sannolikheten är medel (2) men konsekvensen är mycket stor (4). Övriga fält är gula och betecknar medelhög risk.

Tabell 2.1 a och b. En bedömning av konsekvenser innebär en sammanvägning av ekonomiska, sociala och ekologiska konsekvenser för systemet som analyseras. Information om ett systems sårbarhet och exponering till klimatrelaterade händelser kan ligga till grund för en bedömning av storleksordningen på konsekvenserna, givet sannolikheten för en viss klimathändelse. a) Samhällsekonomisk konsekvens[57] enligt kriterier från SMHI. Varje skadehändelse ska bedömas utifrån vilka ekonomiska, sociala och ekologiska konsekvenser de leder till. Den konsekvens som väger tyngst, det vill säga som hamnar längst ner i tabellen, blir styrande. b) Sannolikheten för att en klimathändelse eller väderutveckling inträffar som kan påverka skogen och skogsbruket. Skalan kommer från SMHI[58]. Data från klimatscenarier kan användas för att uppskatta sannolikhet av olika händelser över tiden.

a)

Nivå på konsekvens	**Ekonomisk**	**Social**	**Ekologisk**
Liten (1)	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 (2)	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
Stor (3)	Kostnader som är svåra att bära för myndighet/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 stor (4)	Kostnader som är svåra att bära för samhället	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

b)

Nivå	**Bedömning av sannolikhet för att en klimathändelse inträffar som kan påverka skogen och skogsbruket**
Liten (1)	Påverkan bedöms inträffa mindre än en gång vart hundrade år.
Medel (2)	Påverkan bedöms inträffa en gång vart tionde år till hundrade år
Hög (3)	Påverkan bedöms inträffa en gång vart tionde år
Mycket hög (4)	Påverkan bedöms inträffa mer än en gång vart tionde år

[57] Detta är samma tabell som användes i Skogsstyrelsens analys år 2019, från SMHI. 2019.
[58] SMHI. 2019. Vägledande dokument från SMHI till myndigheter som omfattas av klimatanpassningsförordningen. SMHI:s dnr 2019/2443/1.1

Riskmatrisen (Figur 2.2) användes för att identifiera risker i den tidigare rapporten om klimatanpassning av skogen och skogsbruket av Skogsstyrelsen[59], genom att bedömning av konsekvens och sannolikhet för klimathändelse gjordes med utgångspunkt från tabell 2.1. I denna rapport användes återigen klassificeringen i tabell 2.1 för att göra bedömningar av sårbarhet och konsekvenser. Bedömningarna genomfördes under två interna workshopar på Skogsstyrelsen, se nedan i kapitel 2.4 för mer information.

Baserat på resultatet av workshoparnas bedömningar av konsekvenser, och en slutlig avvägning av bedömningar inom analysgruppen[60] gjordes sedan en bedömning av sannolikhet för klimathändelse som inträffar och påverkar skogsbruket med utgångspunkt ur SMHIs klimatunderlag i klimatscenariotjänsten, samt SMHIs klimatrapporter.

Observera att skalan i tabell 2.1 b är gjord för att användas på framräknade sannolikheter. Skogsstyrelsen har valt att kvalitativt bedöma sannolikheten för de klimathändelser som kan påverka skada, genom en sammanvägning kvalitativt av en eller flera klimatindikatorer som proxy för de komplexa skeenden som leder fram till en viss typ av skada. Tabellens skala har tolkats och använts relativt. De avvägningar som har gjorts beskrivs under respektive riskmatris i Tabell 6.3.

[59] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[60] Alla skador var ej bedömda under workshoparna, och inte för alla landsdelar. Analysgruppen gjorde därför gemensamma kompletterande bedömningar.

2.2 Val av risker för fördjupad analys

De skadehändelser som undersöks något mer fördjupat i denna klimat- och sårbarhetsanalys är ***torkstress***, ***stormskador***, ***insektsskador med fokus på granbarkborreskador***, ***skogsbrand***, ***svampangrepp med fokus på roträta*** och ***markrelaterade skador (körskador, erosion, ras, slamström och skred)*** i skog i ett fortsatt förändrat klimat. Dessa skadehändelser valdes ut för en breddad genomgång, då de kunskapsmässiga förutsättningarna för en viss fördjupning i analysen bedömdes vara bättre. Samtliga bedöms kunna fortsätta att påverkas i väsentlig grad av klimatförändringen[61].

En översiktlig analys görs för risk för skada på biologisk mångfald, risk för skada som påverkar renskötsel och renskötselområdet, risk för skada på kulturmiljö i skogen, samt i tätortsnära skogar, och risker och möjligheter med genetik och skogsträdsförädling.

Kort förs även ett resonemang om de risker vi inte känner till (*Unknown unknowns*), kumulativa risker, samt risker och lösningar som relaterar till begreppen och teorierna om *Black Swan* och så kallade *Wicked problems.*

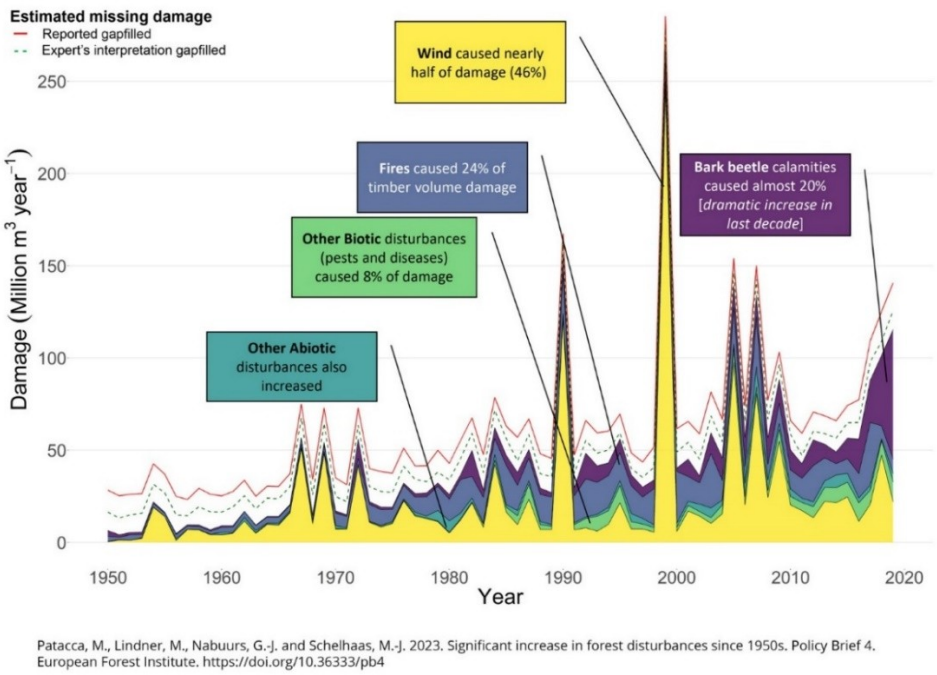
Analysen har inte haft möjlighet greppa över *hela skogssektorns* behov av klimatanpassning och dess avtryck även i andra länder och göra en så kallad gränsöverskridande klimatriskanalys (transboundary climate risk assessment).

Samtliga ovanstående risker tas i beaktande i nästa steg när översyn av mål, delmål och uppdatering av handlingsplan för klimatanpassning genomförs.

Ytterligare motiv till urval av risker för fördjupad analys:

- Ovan nämnda skadehändelser kan orsaka betydande skador på skogen och skogsbruket, och har redan gjort det, vilket visas i sammanställningar både för Sverige[62] och Europa (Figur 2.3).

[61] Se tabell 1, kapitel 2, i Skogsstyrelsen. 2019a.
[62] Skogsstyrelsen. 2024a. Skogsskadornas utveckling sedan 1993. Underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Rapport 2024/15.



Figur 2.3 Skogsskador i Europa, Källa: EFI. 2023. Significant increase in forest disturbances since 1950s. Policy Brief. Mars 2023. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2023/EFI_pb4_2023.pdf (hämtad 2024-12-05)

- Urvalet av risker i denna analys tangerar en eller flera av riskerna som EU:s Climate Risk Assessment tar upp och som är relevanta för skog och skogsbruk. (Figur 1.8).
- Riskerna som tas upp i denna analys var viktiga redan år 2019, och finns beskrivna i den tidigare handlingsplanen för klimatanpassning (Tabell 1.1).
- Torkstress betonas ännu mer i denna rapport än i den tidigare rapporten från 2019, eftersom forskningsresultat på senare tid har visat att torkstress kan påverka och öka konsekvenserna för flera av de andra skadorna, till exempel risk för skogsbrand, granbarkborreskador och andra insektsskador. Torka har dessutom redan setts leda till nedsatt tillväxt och ändrad kvalitet (Figur 1.3). SMHIs klimatunderlag, och SGUs kartor för grundvattentorka visar nu med större tydlighet än tidigare hur påverkade Sveriges södra landsdelar, samt norrlandskusten kommer att bli i framtiden av torka[63].
- Vidare konstateras i *Nationell strategi och regeringens plan för klimatanpassning* att Sverige står inför utmaningar, som är relevanta för skogen (Figur 1.5) och flera av utmaningarna täcks in av de utvalda riskerna. Vidare lyfts i kapitlet om skog och skogsbruk vikten av att säkra skogens ekosystemtjänster, förebygga ras och översvämningar och att bevara biologisk mångfald i skogen. Fokus ligger på att se till att skogen fortsatt ska

[63] För djupare diskussion se kapitel 3, samt SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser. Klimatologi Nr 74.

förbli konkurrenskraftig och att klimatanpassningsarbetet fortsätter, så att ”framtidens skogar kan stå emot skador som följer av klimatförändringarna” (Figur 1.7).

2.3 Val av tidsperioder, klimatscenarier och avgränsningar

I beskrivningen av det framtida klimatet, i kapitel 3, används klimatscenarierna RCP 4,5 och RCP 8,5. Skogsstyrelsen har traditionellt använt klimatscenariot RCP4,5, bland annat i SKA15 och SKA22. Detta val baserades på att RCP4,5 har varit ett sannolikt scenario för framtiden när det gäller mål och ambitioner med att få ner koldioxidutsläpp. Argument för att nu även lägga till resultat från RCP8,5 är att världens[64] inklusive Sveriges[65] [66] politik för närvarande inte lever upp till de utsläppsbegränsningar som harmonierar med utvecklingen i RCP4,5. Ej heller kommer Parisavtalets mål om att bromsa den globala uppvärmningen vid 1,5 grader C eller under 2 grader C att kunna nås utan ytterligare betydande politisk ansträngning[67]. Andra myndigheter, tex Naturvårdsverket[68], har använt sig av båda scenarierna.

För flera av klimatmodellresultaten används både tidsperioden 2041–2070 och tidsperioden 2071–2100, för att täcka in utvecklingen i närtid och vid seklets slut.

Denna analys ska ses som en översiktlig sammanställning av sårbarhet och risker i ett förändrat klimat, då den inte innehåller fördjupade underlag över spatial distribution av riskerna i skogen, och ej mer detaljerade kostnadsuppskattningar[69] av riskernas konsekvenser om ingen klimatanpassning görs. Knappa resurser har bidragit till att sätta gränser för hur omfattande insamling av ny forskning och kunskap har kunnat bli i denna rapport, men ambitionen är att analysen ska vara robust nog för att samla till dialog med sektorns aktörer i nästa steg och ta fram en uppdaterad handlingsplan för klimatanpassning av skogen och skogsbruket.

[64] Climate Action Tracker. Websida som följer vad stater gör för at nå Paris-avtalet.
[65] Klimatpolitiska rådet. 2025. Klimatpolitiska rådets årliga rapport 2025.
[66] Naturvårdsverket. 20250411. Mer krävs för att nå klimatmålen. Pressmeddelande om Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimatredovisning 2025.
[67] SMHI. 20240918. WMO:s rapport United in Science 2024: “Vi är långt ifrån målen”. Nyhet.
[68] Naturvårdsverket. 2023. Handlingsplan för robust miljöarbete i ett förändrat klimat. Naturvårdsverkets handlingsplan för klimatanpassning 2023–2026.
[69] Kostnadsuppskattningar har identifierats som eftertraktat för att gå vidare med riskanalysen i nästa steg. En möjlig utveckling är att i kommande handlingsplan ta med aktiviteter där uppskattningar görs för vad det skulle kosta sektorn om inga klimatanpassningsåtgärder genomförs.

2.4 Bedömning av konsekvenser i ett förändrat klimat

För varje utvald risk som analyseras finns en sammanfattning (i kapitel 5) av:

- de klimatrelaterade händelser som kan leda till att skogen utsätts för risken
- skadornas omfattning, historiskt, samt dess möjliga utveckling framåt givet klimatmodeller och annan kunskap och forskning, om inga förebyggande eller förhindrande åtgärder sätts in, och
- sårbarheten för händelsen.

Därefter har för några av riskerna en bedömning gjorts av konsekvenserna. Denna bedömning genomfördes under två interna workshopar på Skogsstyrelsen (1 och 4 oktober 2024), med totalt 18 deltagare per workshop, ledda av arbetsgruppen (6 personer) och med stöd och guidning från SMHI (1 person).

Workshoparna inleddes med en gemensam genomgång av klimatets utveckling. Därefter delades workshopdeltagarna in i grupper, och de fick gemensamt göra expertbaserade bedömningar av sårbarheten och konsekvensen av en av följande risker: risk för granbarkborreskador, risk för skogsbrand, risk för svampangrepp (med fokus på rotröta), risk för ras, skred och erosion och risk för stormskador.

Bedömningarna gjordes för en geografisk region (Götaland, Svealand, södra Norrland, norra Norrland, hela Sverige) och för tidsperioderna nutid, 2050 och 2100, givet klimatscenario-utveckling enligt RCP4,5 och RCP 8,5 (Bilaga 1).

Resultaten av de expertbaserade bedömningarna redovisas sammanfattat under respektive kapitel nedan, för respektive skada. Alla risker hanns inte med helt att bedömas under workshoparna, och risken för torka och torkstress var inte med. Det innebar att analysgruppen har med en gemensam insats kompletterat workshoparnas bedömning. Samtliga bedömningar har sedan legat till grund för den bedömning av konsekvenser som finns redovisad i riskmatriserna i Tabell 6.2.

Metoden innebar att det gjordes ett antagande om att ingen klimatanpassningsåtgärd utfördes, det vill säga det speglar skogsskötsel inom trakthyggesbruk med åtgärder som inte tar höjd för kommande klimatförändrings effekter på skogen.

2.5 Åtgärder för klimatanpassning som svar på identifierade risker

I samband med uppdateringen av handlingsplanen för klimatanpassning[70] kommer även förslag på klimatanpassningsåtgärder som stödjer de klimatanpassningsmål och aktiviteter som Skogsstyrelsen tar fram att uppdateras. Samtidigt är det intressant att översiktligt lyfta i denna rapport vilka åtgärder som kan påverka risken för skada, förebygga den, mildra den eller hindra den.

I slutet av varje risk som diskuteras i kapitel 5 finns ett kort avsnitt om behov av utveckling där åtgärder nämns övergripande. I uppdateringen av handlingsplanen för klimatanpassning kommer åtgärder att gås igenom djupare.

Det finns olika typer av klimatanpassningsåtgärder, och många sätt som de kan kategoriseras på. En vanlig indelning är att skilja mellan klimatanpassningsåtgärder som är:

Tekniska /fysiska:	till exempel att ståndortsanpassa utifrån ett framtida klimat, och plantera tall på torr mark, bland in mer lövträd för en större variation av trädslag, hantera vatten i landskapet för att minska risk för torka
Styrande/organisatoriska:	förändra i lagar och regler, förändra i arbetsprocesser
Analyserande:	samla in data för analys och följa ett skeende, kostnads/nyttoanalyser
Informativa:	utbildning, kommunikation, lärandeprocesser

De flesta av de åtgärder (Tabell 1.2) som togs fram i rapport 2019/23 hamnar i kategorin tekniska/ fysiska åtgärder, vars handlingar får direkt får effekt ute i skogen. De tekniska/fysiska åtgärderna kan i sin tur systematiseras på olika sätt. Ett exempel på intressant indelning är hur USDA[71] arbetar med tre olika strategier för klimatanpassningsåtgärder: resistans/motverkande, resiliens och transformation[72].

Det finns forskning som pekar på att för att få till framgångsrik förändring behövs inte bara praktiska åtgärder utan även en kulturell förändring, samhällelig

[70] Som tidigare nämnts i syftet har denna rapport fokus på att beskriva de större risker som ett förändrat klimat medför för skogen och skogsbruket, om inget görs, eller om ett fortsatt brukande av skogens med dagens metoder tillämpas. Detta underlag kommer att användas för att, i nästa steg, uppdatera Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning baserat på identifierade risker.
[71] USDA står för United States Department of Agriculture, Forest Service
[72] Swanston *et al*. 2016. Forest Adaptation Resources: climate change tools and approaches for land managers, 2nd edition, kapitel 3

förändring, beteendeförändring på personligt plan[73] som bidrar till transformation och anpassning till ett förändrat klimat.

Åtgärder som kan vara positiva utifrån flera aspekter, kallas ofta multifunktionella åtgärder[74]. Naturbaserade lösningar[75] är ett annat namn för de åtgärder som använder naturens processer för klimatanpassning, och en del av de skogliga åtgärderna kan sägas höra till denna grupp (tex att använda hyggesfria metoder i branter, för att förebygga risk för ras och skred).

I en tidigare rapport har bland annat behov av åtgärder och processer, baserat på lärdomar av specifika händelser, noterats när det gäller skogsbruksåtgärder som kan komma att påverka samhällsfunktioner[76]. Vidare gjordes en översyn av regelverket med avseende på klimatanpassning i skogen år 2023[77], och då identifierades behov och luckor i befintliga lagrum för att kunna ställa krav på klimatanpassningsåtgärder.

I slutet av varje risk som diskuteras i kapitel 5 finns ett kort avsnitt om behov av utveckling. I vissa fall kommer dessa behov spänna över flera av de kategorier av åtgärder som litsats ovan. I denna rapport kommer vi inte ta ställning till vilka åtgärder som bör prioriteras. Beslut om prioriterade åtgärder, kommer att ske i framtagandet av den uppdaterade handlingsplanen för klimatanpassning.

[73] O'Brien, K. 2018. Is the 1.5°C Target Possible? Exploring the Three Spheres of Transformation. Current Opinion in Sustainability 31: 153-160.
[74] Barquet, K. och Green, J. 2022. Towards multifunctionality: adaptation beyond the nature–society dichotomy.
[75] Naturvårdsverket. 2021. Naturbaserade lösningar – ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar, rapport 7016.
[76] Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag, rapport 2021/9.
[77] Skogsstyrelsen. 2023a. Analys av regelverk utifrån behov av klimatanpassning i skogen och skogsbruket. Rapport 2023/17.

3 Klimatrelaterade händelser som påverkar skog och skogsbruk i framtiden

Skogen behöver värme, sol, vatten och näring i balanserad omfattning för att växa och utvecklas, och olika trädslag har sina specifika krav och behov. Klimatets förändring, till en varmare, mer nederbördsrik tid med högre avdunstning vilket även leder till ökad torka i mark och luft kommer att påverka träden och skogen framöver.

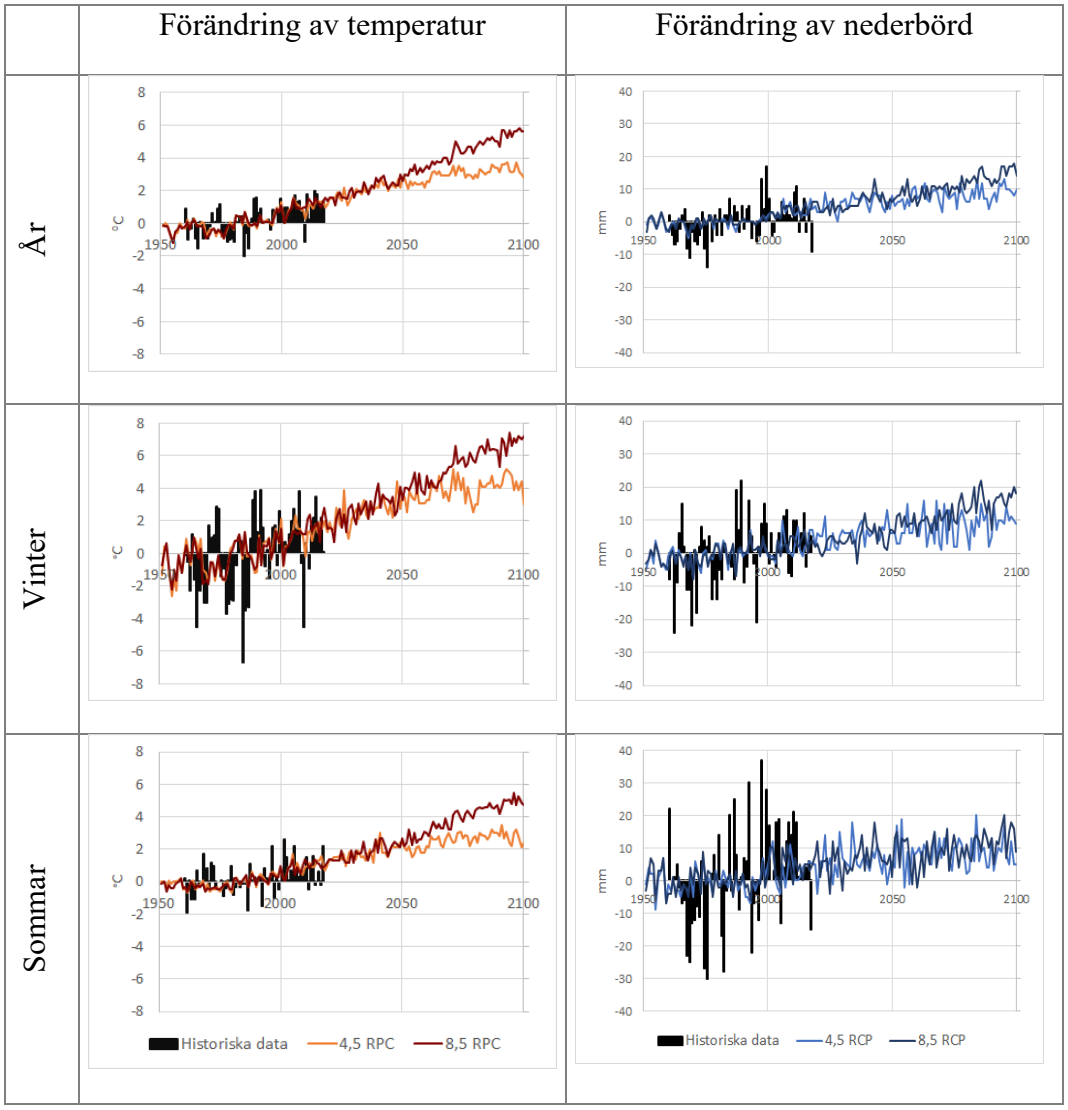
3.1 Högre temperaturer, mer nederbörd och samtidigt ökad risk för torka

Klimatmodeller visar att temperaturen i Sverige beräknas öka över tiden, med större förändringar under vinterhalvåret (Figur 3.1). Under referensperioden 1971–2000 var medeltemperaturen per år för hela Sverige 2,3 °C[78]. Medeltemperaturen beräknas stiga med 2,6–3,2 °C för perioden 2041–2070 jämfört med referensperioden (enligt scenariot RCP 4,5 respektive RCP 8,5). Ökningen är ca 3,4–4,0 °C under vintern (dec-feb), och ca 2,2–2,8 °C under sommaren (jun-aug).

Under referensperioden 1971–2000 var den modellerade nederbörden ca 58 mm per månad för hela Sverige. Medelnederbörden uppskattas öka med 7–8 mm/månad och år under perioden 2041–2070 jämfört med referensperioden 1971–2000, och mellan 9–13 mm/månad och år för 2071–2100 (Figur 3.1).

De största relativa förändringarna jämfört med tidsperioden 2041–2070 beräknas dock infalla under vårmånaderna när nederbörden uppskattas öka med 17–21% jämfört med referensperioden, medan den minsta relativa ökningen med 10–11% beräknas ske under sommaren. Beräkning av framtida förändringar av nederbörd tyder på stor variation mellan åren.

[78] SMHI. Klimatscenariotjänst. Websida.

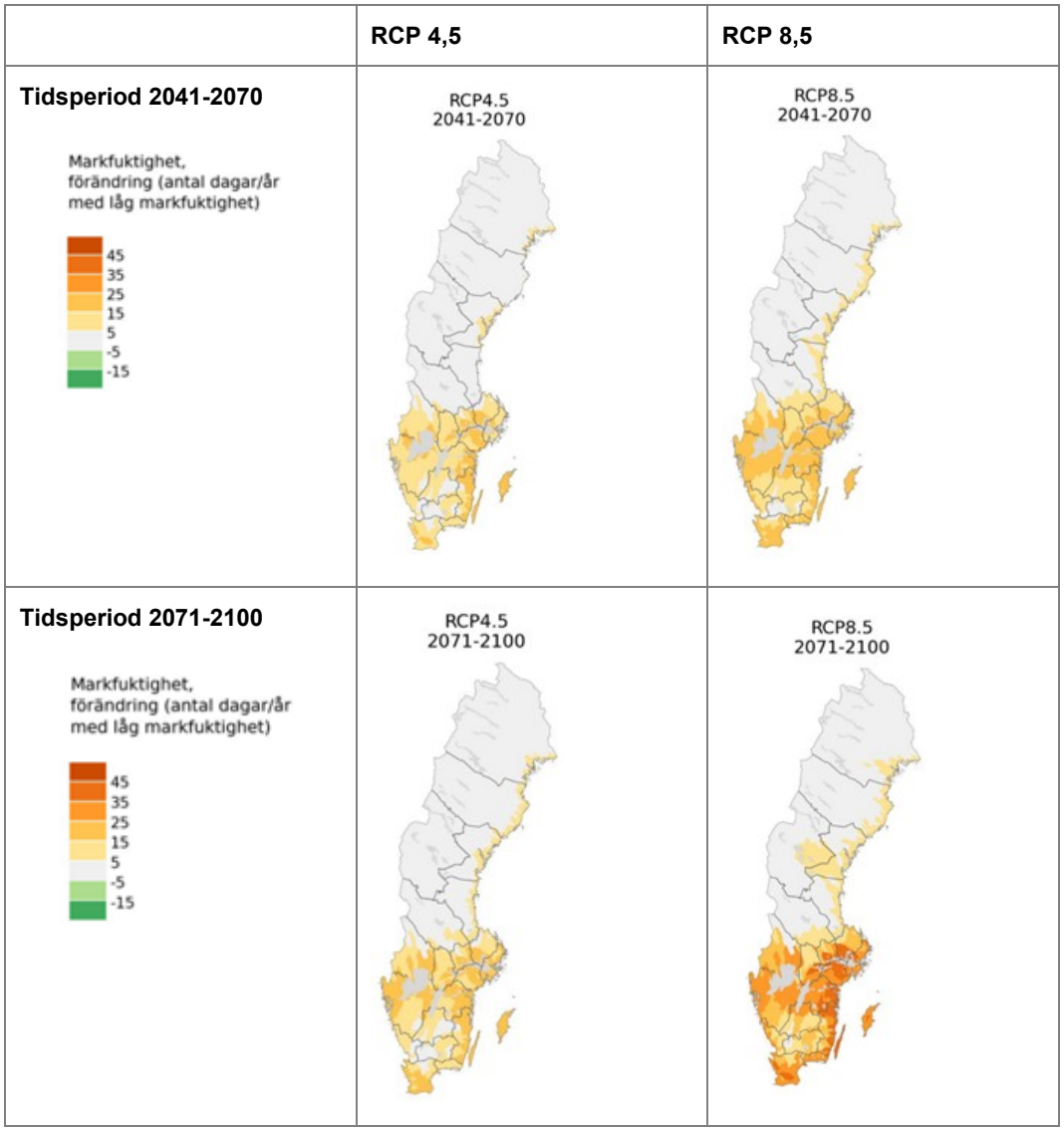


Figur 3.1 Utveckling av medeltemperatur och månadsmedelnederbörd i Sverige från 1950 till 2100, för hela året, samt för vinter respektive sommar. Svarta staplar är historiska data, röda och orange linjer visar medeltemperaturens utveckling för RCP 8,5 och RCP 4,5, samt mörkblå och ljusblå linjer visar månadsmedelnederbördens utveckling enligt beräkningar i klimatmodeller för RCP 8,5 och RCP 4,5. Källa. SMHI.

Extrem nederbörd och skyfall beräknas bli vanligare i framtiden. Antal dygn med nederbörd över 10 mm per timme kan komma att öka med cirka 4 dygn (RCP4,5) till nästan 7 dygn (RCP 8,5) till slutet av seklet[79].

Men samtidigt kan det även bli torrare. En ökning i lufttemperatur leder till ökad evapotranspiration under varma dagar, vilket i sin tur kan komma att bidra till minskad markfuktighet (Figur 3.2). Risk för torka på detta vis kan framför allt bli märkbar under sommaren i Götaland, Svealand och längs med Norrlandskusten och som en följd av det kan även skogsskador kopplade till vattenbrist inträffa. Figur 3.2).

[79] SMHI. Klimatscenariotjänst. Websida.



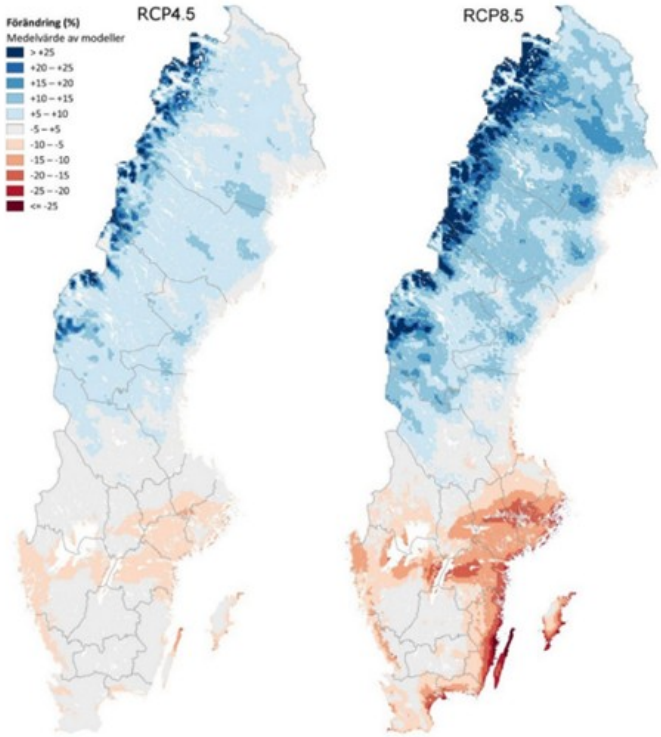
Figur 3.2 Låg markfuktighet, definierad som markfuktighet som ligger under 50% av fältkapaciteten (den maximala vattenhalt som marken kan hålla) i rotzonen. Källa: figur 33 ur SMHIs rapport Klimatunderlag för klimat- och sårbarhetsanalyser, klimatologi Nr 74, 2025.

Grundvattennivåerna kan också komma att påverkas. SGU har tagit fram ett underlag[80] som utgår från potentiell grundvattenbildning, vilket är en generell bild av grundvattenutvecklingen men som inte har med lokala geologiska förhållanden, men ändå kan sägas vara en hyfsad representation av hur det ser ut i verkligenheten. Det som särskilt påverkar grundvattenbildningen är förändringar i nederbörd, växtupptag och avdunstning. SGUs resultat ger att grundvattenbildningen ökar i Norrlands inland och fjällkedjan, samt att den blir oförändrad eller minskar i Götaland, Svealand och längs Norrlands kust.

Grundvattentorka, definierat som den längsta perioden under året då summan av den ackumulerade potentiella grundvattenbildningen är mindre än 10 mm under

[80] SGU. 2024. Klimatmodellering av grundvatten – grundläggande analys. Rapport 2024:04.

de senaste 30 dagarna, kommer minska i Norrland vintertid. Samtidigt kommer grundvattentorkan öka under sommartid i Götaland, längs Norrlandskusten och nästan hela Svealand (Figur 3.3).



Figur 3.3 Förändring (jämförelse mellan tidsperioden 2071-2100 och referensperioden 1971-2000) i grundvattentorka (medelvärde) i antal dygn, för den längsta årliga perioden, för små grundvattenmagasin, för RCP 4,5 och RCP 8,5 Kartorna kommer från figur 40, sida 78 i SMHIs rapport: SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. Klimatologi nr 74.

3.2 Längre vegetationsperiod och förskjutning av växtzoner

Generellt blir vegetationsperioden längre, genom att vegetationsperiodens start[81] och slut tidigareläggs och senareläggs på grund mildare vår och höst och kortare meteorologisk vinter[82].

Skånes vegetationsperiods start kan komma att ändras från dagens till mellan 16 februari (RCP 4,5) och 23 januari (RCP 8,5) vid seklets slut, medan Norrbottens start på vegetationsperioden kan komma att tidigareläggas med mellan ca 17 dagar (RCP 4,5) till 27 dagar (RCP 8,5) vid seklets slut. En lång vegetationsperiod kan dock även leda till vårbakslag, med fler frostknäppar. Samtidigt kan milt väder leda till att insekter kan börja flyga tidigare (exempelvis granbarkborrar) och sporer från svampar (exempelvis rotröta) kan spridas under längre perioder under året.

Tabell 3.1 Indikatorerna Högsommardygn, kylgraddagar, vegetationsperiodens längd och antal torra dygn och hur de utvecklas i klimatscenarierna RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5 i jämförelse med referensperioden 1971-2000. Källa SMHIs klimatscenariotjänst.

Indikator	Referensperiod	Avvikelsevärde (2041-2070)		
	(1971-2000)	RCP 2,6	RCP 4,5	RCP 8,5
Högsommardygn[83]	5,8	+6,1	+7,9	+10,8
Kylgraddagar[84]	4,0	+11,0	+16,0	+24
Vegetationsperiodens längd[85]	151	+23	+31	+40
Torra dygn	241 S: 56	-2,9 S:-0,1	-4,1 S:-0,5	-4,8 S:-0,4

Sammanfattningsvis innebär detta att en förskjutning i växtzoner kommer ske under de kommande åren.

SMHI sammanfattar temperaturutvecklingen med att Skånes nuvarande medeltemperatur för året kommer i slutet av seklet att kunna upplevas på gränsen mellan Svealand och Norrland (RCP4,5) eller längs Norrlandskusten (RCP8,5)[86].

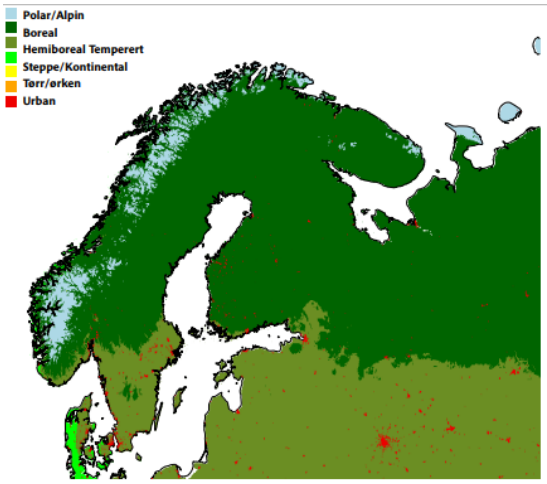
[81] Vegetationsperiodens start är det första dygnet i den första sammanhängande perioden om sex dygn där alla de sex dygnen har dygnsmedeltemperatur över 5 °C. Källa: SMHI
[82] Vintern startar när dygnsmedeltemperaturen är 0,0°C eller lägre fem dygn i följd. Källa: SMHI.
[83] Högsommardygn avser antalet dygn per år då dygnets maxtemperatur är över 25 °C
[84] Kylgraddagar är summan av hela årets dygnsmedeltemperaturer över 20 °C. Granbarkborrens svärmning beror på temperaturen. Den måste ha minst +18 grader i luften för att kunna flyga. Indikatorn är inte exakt den som ger information för granbarkborrens svärmning, men den kan ge en indikation om ökningen i antal dagar när granbarkborres svärmning kan ske
[85] Indikatorn baseras enbart på beräkningar med temperatur och tar inte hänsyn till solinstrålning.
[86] Sida 12, SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. Klimatologi nr 74.

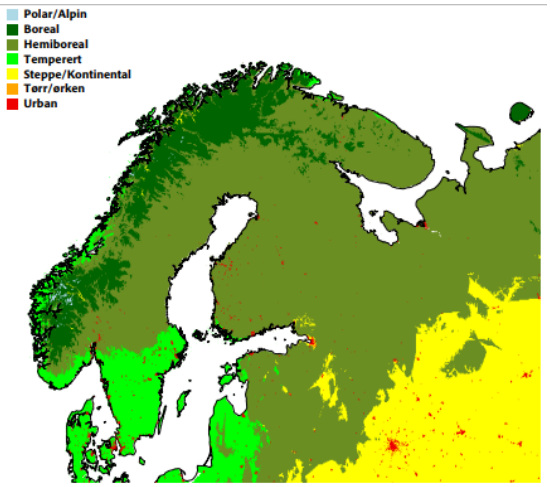
Norges Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) visar i sin rapport[87] hur växtzonerna i Norden kan komma att utvecklas framöver under klimatscenario RCP8,5, fram till seklets slut (Figur 3.4).

Boreala zonen flyttas successivt norrut, och södra Sverige får tempererat klimat. Den alpina zonen i fjällen minskar betydligt.

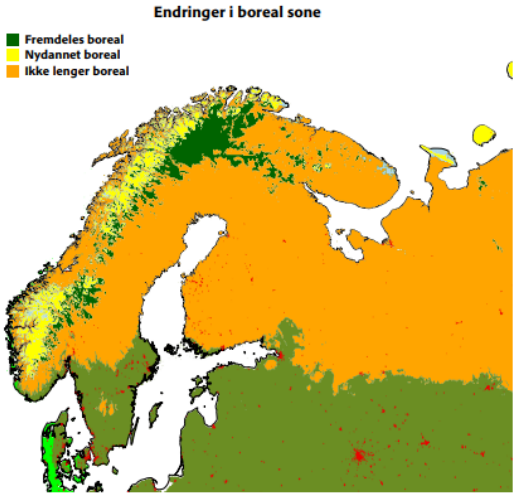
Detta är bara ett exempel på en karta som beskriver möjlig framtida förflyttning av zoner. Liknande kartor har även sammanställts av forskare som bland annat har uppdaterat Köppen- Geigers klimatklassificeringssystem[88], eller har studerat hur utbredningen av tundra kan komma att minska betydligt i Fennoskandia[89].

[87] Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM). 2022. Klimaendringer og virkninger på hovedøkosystem skog, Et norsk sammendrag basert på VKM Report 2022:15 Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem.
[88] Beck *et al.* 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. Sci Data 5, 180214(2018)
[89] Lagergren *et al.* 2024. Kilometre-scale simulations over Fennoscandia reveal a large loss of tundra due to climate warming, Biogeosciences, 21, 1093–1116, 2024





Figur 6: Endring i boreal klimasone. (a) Forenklet kart over dagens klimasoner. (b) Kart over forventede klimasoner ca. 2090 (RCP8.5). (c) Forskjellene i utbredelse av klimasone for boreal skog. Gul farge viser alpin/tundra som varmes opp til boreal, mens oransje viser boreal sone som endres til hemiboreal, temperert eller steppe, dvs. ikke klimatyper som huser boreal skog i dag. Mørkegrønn viser områder med boreal skog i dag som fortsetter å egne seg for denne skogtypen også i 2090.



Figur 3.4 Ändring i boreala klimat/vegetationszoner där a) visar en förenklad bild av dagens zoner, b) visar hur zonerna förflyttat sig till slutet av seklet (utifrån RCP 8,5). ***Legend för karta a) och b):*** *ljusblå färg: polar zon, mörkgrön färg: boreal zon, brungrön färg: hemiboreal zon, ljusgrön färg: tempererad zon, gul färg: stäpp/kontinental zon, orange färg: torr zon/öken, röd färg: urban zon).* ***Legend för karta c****): Karta c) visar skillnaderna mellan dagens zoner och framtidens möjliga utveckling (orange färg: ingen boreal zon längre, mörkgrön färg: fortfarande boreala zon, gul färg: nybildad boreal zon) Källa: figur 6 ur Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM). 2022. Klimaendringer og virkninger på hovedøkosystem skog, Et norsk sammendrag basert på VKM Report 2022:15 Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem.*

3.3 Färre dagar med frost i söder och färre dagar med isläggning i norr

Klimatet blir generellt mildare, med färre dagar med frost och färre dagar med isläggning och snötäcke. Samtidigt kan variationen och intensiteten på nederbördstillfällen öka (Tabell 3.2)

Tabell 3.2 Indikatorerna Frostdygn, dygn med kraftig nederbörd och dygn med extrem nederbörd, och hur de utvecklas i klimatscenarierna RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5 i jämförelse med referensperioden 1971-2000. Källa SMHIs klimatscenariotjänst

Indikator	Referensperiod	Avvikelsevärde (2041-2070)		
	(1971-2000)	RCP 2,6	RCP 4,5	RCP 8,5
Frostdygn[90]	187	-27	-36	-45
Dygn med kraftig nederbörd[91]	16,1 (vinter: 2,5 sommar: 6,3)	+2,5 (vinter: +0,6 sommar: + 0,6	+3,5 (vinter: +0,9 sommar: + 0,9	+4,2 (vinter: +1 sommar: + 0,9
Dygn med extrem nederbörd[92]	2,8	+1,0	+1,2	+1,5

En stor variation i nederbörd mellan olika år är fortfarande möjlig. Det kan alltså fortfarande inträffa att Sverige får riktigt blöta och svala år, eller kalla vintrar. Mellanårsvariation av denna sort kan bli än mer av en samhällsutmaning[93] i ett framtida klimat, då kalla extremer på vintern, eller svala somrar, kommer att inträffa mer sällan än vad de har gjort historiskt, och samhället kan vara oförberett på dess konsekvenser.

[90] Frostdygn är antalet dygn då den lägsta temperaturen under dygnet understiger 0 °C per år eller säsong
[91] Antalet dygn per år eller säsong då nederbörden är större än 10 mm
[92] Antalet dygn då nederbörden är större än 20 mm
[93] SMHI. 20240131. Mindre sannolikt med extrem kyla i Norge, Sverige och Finland i ett förändrat klimat. Webartikel.

3.4 Sannolikhet och risk i ett förändrat klimat

Klimatets utveckling framåt uppskattas med hjälp av beräkningar från globala klimatmodeller, vars resultat sedan går in i regionala klimatmodeller för att få högre spatial upplösning och få en bättre beskrivning av den lokala variationen[94]. Ofta används medelvärdet av till exempel temperatur och nederbörd för att beskriva klimatet på en plats.

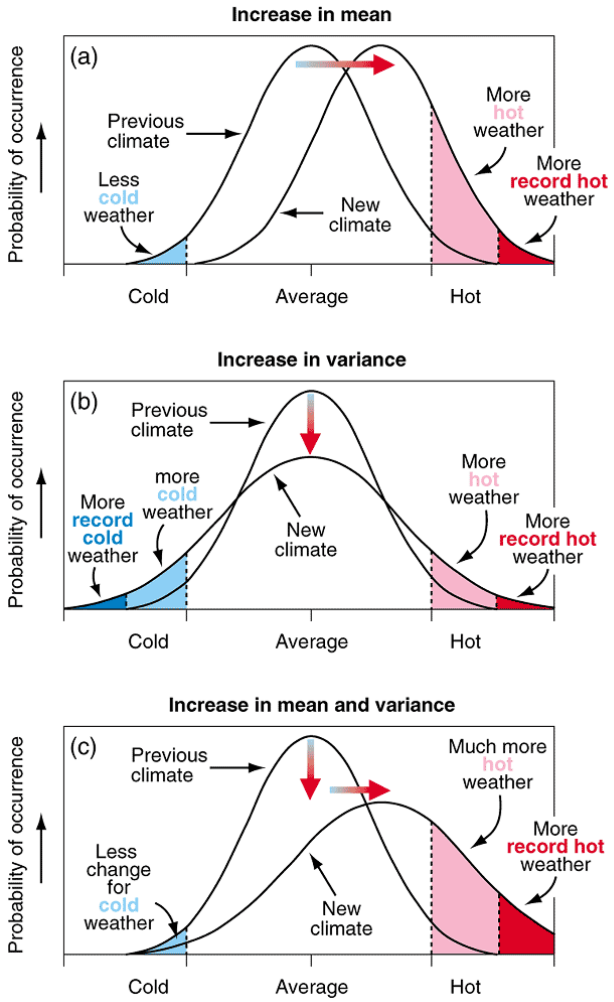
Men i det framtida klimatet är det inte så enkelt att sannolikheten för en händelse är ett fast mål. Det är ofta ett rörligt mål. Det som har en låg sannolikhet idag, kan ha en högre eller lägre sannolikhet framöver. Förändringen är sällan linjär. I IPCC från 2001[95] illustrerades detta med en normalfördelningskurva för temperatur i framtiden som teoretiskt skulle kunna ändra sin form på olika vis (Figur 3.5).

Sannolikheten för extrema temperaturer varierar alltså, beroende på om normalfördelningen av temperaturkurvan ändras i sitt medelvärde (a) eller i variansen (b) eller i båda leden (c).

Områdena i figuren (rosa/röda/blå) tydliggör hur stor skillnad det blir på utfallet, det vill säga konsekvensen av de olika förändringarna i sannolikhet. Det är viktigt att ha med sig att även om sannolikheten är låg för en händelse, så kan den inträffa. Och om då konsekvenserna av den sannolikheten (eller systemets exponering och sårbarhet) är hög, så blir själva risken för samhället förhållandevis hög.

[94] SMHI är den myndighet i Sverige som har som uppdrag att samla ihop klimatinformation och tillhandahålla den, vilket de bland annat gör via rapporter och en klimatscenariotjänst på webben

[95] fig. 2.32, sida 155 ur IPCC. 2001. Climate Change 2001: The scientific basis.



Figur 3.5 Effekten på normalfördelningen av dagar med extrem temperatur när (a) medelvärdet för temperaturen ökar, (b) variansen ökar, och (c) både medeltemperaturen och variansen ökar. I figuren är y-axeln sannolikheten för en händelse. Källa: fig. 2.32, sida 155 ur IPCC. 2001. Climate Change 2001: The scientific basis.[96]

Klimatet framåt kommer alltså ändras dels i medelvärden, dels i extremvärden, men även i återkomstvärden (tid). Vidare indikerar klimatmodellerna att det framtida klimatet kan innehålla mer variationer inom en säsong (tex en tidig varm vår avbryts av kyla, nattfrost och så kallat vårbakslag) och mer mellanårsvariationer (tex flera milda vintrar som plötsligt kan följas av en bister, kall, lång vinter). En vanlig sammanfattning är att det blir ” varmare, blötare och vildare”[97]. Och samtidigt periodvis torrare.

[96] IPCC. 2001. Climate Change 2001: The scientific basis.
[97] ”Warmer, wetter, wilder”, Lykke Leonardsson, Köpenhamns stad, sammanfattar klimatläget så när hon beskriver hur Köpenhamn har arbetat med plötsliga skyfall i en Cloudburst Management Plan, se video från konferens, 2018: Living with water 2018: Lykke Leonardsen (hämtad 2025-05-11)

4 Exponering

Sverige är ett skogrikt land. Skogsmark utgör knappt 70 procent av landytan och den är ganska jämnt fördelat mellan landsdelarna (63 procent av Götaland är skogsmark. Detsamma gäller för södra Norrland, 74 procent i Svealand och 77 procent i norra Norrland). Tillväxthastigheten och virkesförrådet per hektar minskar gradvis från södra till norra Sverige (Tabell 4.1).

Ett liknande mönster beskrivs för artrikedom som generellt minskar med högre breddgrad[98]. Vidare är antalet rödlistade arter högst i Götaland och minskar norrut[99]. Detta beror delvis på den avtagande gradienten i artrikedom med breddgrad, men också på att markanvändningstrycket varit högre under längre tid i södra Sverige[100].

Exponering[101] för klimathändelser sker när naturkatastrofer och klimatförändringar påverkar en plats *förekomst* av exempelvis ekosystemtjänster negativt. Eftersom svenska skogar är utspridda över hela Sverige är svenska skogar och deras ekosystemtjänster samt skogliga arter exponerade för naturkatastrofer och klimatförändringar i hela landet, men på olika sätt, i olika stor omfattning och vid olika tidpunkt.

Tabell 4.1 Areal skogsmark och virkesförråd i olika landsdelar och i Sverige (källa: SLU Riksskogstaxeringen 2024). Skogsmark uppdelas i areal produktiv och improduktiv skogsmark (1000 hektar) och virkesförråd i totalt förråd (miljoner kubikmeter, Mm3sk) och förråd per hektar (kubikmeter per hektar, msk3/ha)

Landsdel	Skogsmark (1000 ha)			Landyta	Virkesförråd	
	Produktiv	Improduktiv	Total	(1000 ha)	Mm^3sk	m^3sk/ha
N Norrland	7094	2539	9633	15 212	846	88
S Norrland	5883	1003	6886	8904	873	127
Svealand	5410	522	5932	8024	885	149
Götaland	5086	361	5447	8602	944	173
Sverige	23 473	4425	27 898	40 741	3547	127

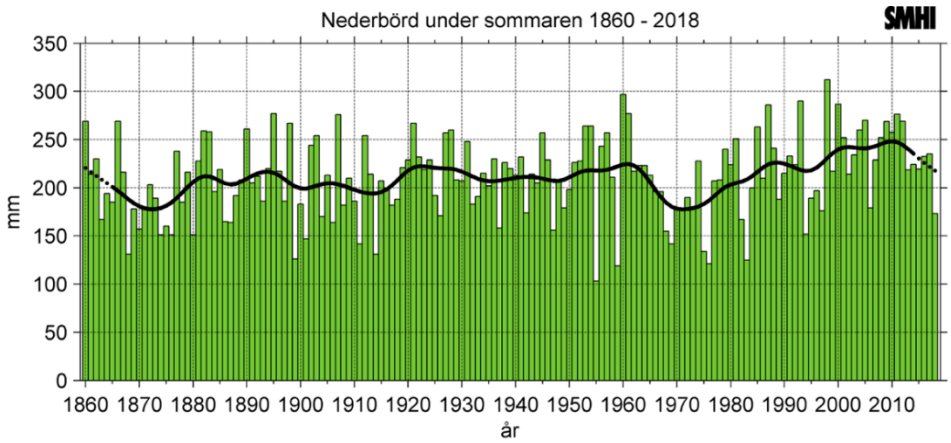
[98] Gaston, K. och Blackburn, T. 2000. Pattern and Process in Macroecology, Blackwell Science. Ltd.
[99] SLU. Artdatabanken. Websida.
[100] Eide *et al.* 2020. Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2020. Number: 24. Publisher: SLU Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet
[101] Exponering definieras i metodkapitlet som ”förekomsten av människor, försörjningsmöjligheter, arter eller ekosystem, miljöfunktioner, tjänster och resurser, infrastruktur eller ekonomiska, sociala eller kulturella tillgångar på platser och i miljöer som kan påverkas negativt av naturkatastrofer och klimatförändringar”.

5 Risker och åtgärder

5.1 Torka och torkstress

5.1.1 Klimatrelaterade händelser

Under den senaste femtioårsperioden har det varit ett antal perioder med torka till följd av nederbördsunderskott[102] (Figur 5.1). Framförallt tre perioder sticker ut; 1974–1976, början av 1990-talet samt 2018, 2022 och 2023. Den förstnämnda perioden på 1970-talet var långdragen och kan eventuellt vara en av orsakerna till det stora utbrottet av granbarkborre inte minst i Värmland efter stormen 1969 med påföljande minskad eller stagnerad tillväxtökning. Det största nederbördsunderskottet 1974 var i delar av Västergötland, Dalsland och Värmland, där även problemen med granbarkborre var som störst. Den årliga skogstillväxten, som stadigt ökat sedan 1920-talet, har minskat eller stagnerat under kortare perioder, som nämnts på 1970-talet, i början av 1990-talet, kring 2005 (i huvudsak som en effekt av stormen Gudrun) samt efter 2013 och då framför allt under och efter torråret 2018[103]. Detta sammanfaller i stort sett med perioder med lägre nivåer av sommarnederbörd (undantaget 2005). Minskningen av skogstillväxten visar en parallell utveckling i Norge och Finland[104,105].



Figur 5.1 Sommarnederbörd för Sverige för 87 stationer från år 1860. Svart kurva visar löpande tioårsmedelvärden. SMHI.

Problem med torka beror, utöver minskade mängder nederbörd och minskat ångtryck i atmosfären, även på ökad evapotranspiration till följd av ökad temperatur. Enligt en ensemble av klimatmodeller kommer perioder av torka i stora delar Sverige, särskilt tydligt i östra Götaland och i områdena norrut längs Östersjökusten

[102] SMHI. Framtidens klimat. Websida.
[103] Laudon *et al*. 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? Forest Ecology and Management 565 (2024) 122052.
[104] Breidenbach *et al*. 2024. Store endringer I utviklingstrenden for norsk granskog.
[105] Henttonen, H. M., Nöjd, P. och Mäkinen, H. 2024. Environment-induced growth changes in forests.

att öka i frekvens och utsträckning under vegetationsperioden, inte minst som en effekt av högre temperatur och ökad evapotranspiration[106, 107]. Markfuktighet är ett mått på hur mycket vatten det finns i jordlagret ovanför grundvattnet. En låg markfuktighet definieras med att den är lägre än 50 procent av den maximala vattenhalten i marken, och kan innebära att växtligheten kan få svårigheter med tillgång till vatten. Klimatförändringen innebär att markfuktigheten kan komma att öka vintertid i stora delar av landet och minska sommartid i Götaland, delar av Svealand och längs med Norrlandskusten (Figur 3.2). Det kan innebära en ökning med fem till femton dygn med låg markfuktighet i södra Svealand och Götaland 2041–2070 jämfört med 1971-1990 för RCP4.5, och en ökning upp till 25 dygn för östra Svealand och östra Götaland[108].

Torra förhållanden efter 2013, och framför allt torrsommaren 2018, har lett till omfattande granbarkborreskador samt påtaglig minskning av skogstillväxten. Efter 2023 har skogstillväxten repat sig något.

5.1.2 Sårbarhet

Träd har en nedärvd god förmåga att klara av väderlekspåfrestningar. Extrem torka eller frost, vid en för trädet känslig tidpunkt, innebär dock stress som kan leda till direkta skador. Sådan stress kan också, utan att i sig ge synliga skador, göra trädet känsligt för olika biotiska skador, exempelvis insekts- och svampangrepp. När det gäller skador på träd är ett långsiktigt perspektiv nödvändigt. Förloppet kan dra ut över många år och det kan därmed bli svårt att koppla ihop orsak och verkan på ett riktigt sätt.

Torka anses globalt vara en av de största riskfaktorerna för skador på träd och skog till följd av ökad temperatur och förändrade nederbördsmönster och förändrad vattentillgång som ett resultat av klimatförändringen, även i områden där vattentillgången normalt inte är en begränsande faktor[109]. Under den senaste 20-årsperioden har ett ökande antal skadehändelser på skog uppmärksammats där torka och höga temperaturer anses vara de viktigaste primära orsakerna. Hur träd och skogsbestånd reagerar på torka är relativt komplicerat och inte fullt ut klarlagt[110]. Höga lufttemperaturer innebär lägre ångtryck för vattenångan i luften vilket leder till ökad transpiration och alltså högre vattenförbrukning hos träden. Om vattentillgången då dessutom är låg innebär detta att vattenåtgången i träden kan vara större än det möjliga upptaget, vilket i sin tur kan leda till skador på trädens vattentransporterande förmåga, resulterande i ytterligare försämrat vattenupptag. En

[106] IPCC. 2023. Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the International Panel on Climate Change
[107] SMHI. Framtidens klimat. Websida.
[108] SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. Klimatologi nr 74.
[109] Allen *et al*. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management 259 (4): 660-684.
[110] Sevanto *et al.* 2014. How do trees die? A test of the hydraulic failure and carbon starvation hypotheses. Plant, Cell and Environment (2014) 37, 153-161.

motreaktion mot den ökade transpirationen är att växterna och träden stänger klyvöppningarna i barren och bladen. Detta innebär en mindre vattenåtgång men dock även att fotosyntesen avstannar, medan respirationen till stor del fortsätter. Resultatet i det fallet blir att träden använder mer kolhydrater än de producerar och drabbas i princip av ”svält”[111]. Kombinationen av minskad förmåga till transport av vatten och näringsämnen och mindre tillgång till kolhydrater kan självklart ytterligare förvärra situationen. Träden blir försvagade och i högre grad känsliga för patogener. Detta leder till olika försvarsreaktioner hos träden vilket i sig också innebär en ökad vattenanvändning, något som kan förvärra situationen om torkan blir långvarig. Å andra sidan, då det är en ökad mängd koldioxid i atmosfären som i huvudsak driver klimatförändringen, kan detta innebära en mer effektiv fotosyntes vilket i viss mån kan motverka trädens känslighet för torka, men i vilken storleksordning är osäkert[112]. Ökad temperatur kan dessutom innebära en ökad nedbrytning och mineralisering av och tillgång till kväve vilket kan leda till en större effektivitet i fotosyntesen och trädens vattenförbrukning.

Utöver torka i sig inverkar även ståndort, trädslag, trädslagsblandningar och ståndortsanpassning på problem med torka. Avseende vattentillgång och risken för torka och torkstressade träd, spelar jordarten en viktig roll där mycket grova jordar samt jordar som endast består av ett tunt jordlager är mest torkkänsliga och i princip förbehållna tall. Även torvjordar, inte minst dikade torvmarker, kan ha för träden mycket torra förhållande vid längre perioder utan nederbörd. Detta då torven har en låg vattenledande förmåga samt att träden ofta har relativt grunda rotsystem på dessa marker. När det gäller ståndortsanpassning har exempelvis barrblandskog på mellanboniteter och tallskog på svagare boniteter ersatts med planterad gran till följd av viltbetesproblematiken med tall, framför allt i södra Sverige under minst den senaste trettioårsperioden eller mer. Detta är ett högt risktagande, inte minst då granen är bland våra mest torkkänsliga trädslag, med risk för torkstress och en ökad risk för omfattande skador av exempelvis granbarkborre och rotröta. Barrblandbestånd på mellanmarker har visat sig motstå torka bättre än monokulturer, framför allt granmonokulturer[113]. Tallen kan också drabbas av torkstress, men återhämtar sig snabbare än granen, och växer normalt bättre under torra förhållanden.

En given ståndort kan även påverkas på mer eller mindre lång sikt genom olika åtgärder exempelvis genom dikesrensning, skyddsdikning, byggande av skogsbilvägar samt gödsling. Dessa åtgärder kan i olika grad inverka på markens vattentillgång samt trädens förmåga att klara torra förhållanden. Dikesrensning innebär att igenvuxna/igenslammade diken återställs till sin ursprungliga funktion för att sänka grundvattennivån för att möjliggöra en ökad skogstillväxt. Skyddsdikning

[111] Gessler *et al*. 2018. Drought induced tree mortality – a tree-ring isotope based conceptual model to assess mechanisms and predispositions, New Phytologist (2028) 219: 485-490.
[112] Way, D. A. 2013. Will rising CO2 and temperatures exacerbate the vulnerability of trees to drought? Tree Physiology 33: 775-778.
[113] Aldea *et al.* 2022. Timing and duration of drought modulate tree growth response in pure and mixed stands of Scots pine and Norway spruce. Journal of Ecology, 110: 2673-2683.

avser att temporärt sänka grundvattennivån under hygges- och plantskogsfasen med syftet att underlätta etableringen av ny skog. Vid längre perioder av torka kan dessa åtgärder ge torra förhållanden, som inte minst kan skapa problem för plantöverlevnad vid föryngring. En skogsbilväg innebär på det flesta markförhållanden en dikning, som kan påverka hydrologin i marken i anslutning till vägen och avleda och förändra naturliga vattenrörelser i marken. Skogsgödsling på frisk fastmark ger i de flesta fall en ökad tillväxt av virke så länge inte vattentillgången blir begränsande. Gödslingen innebär att träden allokerar om sina resurser, så att det blir en större grönmassa i förhållande till rötter, framförallt finrötter, vilket kan göra träden mer känsliga för torka.[114]

En ytterligare riskfaktor i samband med längre perioder med låg nederbörd och höga temperaturer är torka och torra förhållanden i skogens fält- och bottenskikt, vilket ökar risken för skogsbrand (se kapitel 5.4).

5.1.3 Bedömning av konsekvenser

Risk för torka och torkstress adresserades inte direkt under workshoparna, utan har bedömts i efterhand av analysgruppen. Den sammanvägda bedömningen för konsekvenserna för skador från torka och torkstress är att de generellt kommer att öka fram till 2100 (Tabell 5.1), särskilt i södra Sverige (Götaland, Svealand), samt längs den Norrländska Östersjökusten. Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs.

Tabell 5.1 Bedömning som gjordes för hur stora konsekvenserna för skador på grund av torka och torkstress är idag, samt framåt i tiden, utifrån klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om bedömning finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1

	Konsekvens av torka idag	Konsekvens av torka 2050	Konsekvens av torka 2100
Skog generellt Götaland, Svealand, Östersjökusten	2	3	3

5.1.4 Slutsats och behov av utveckling

En noggrannare ståndortsanpassning som ändå kombineras med ökad risksprid-ning leder till förslaget att man i ökad grad bör föryngra och sköta för att etablera blandskog och barrblandskog på mellanboniteter och tall på mark av svagare boniteter. Skogsskötselåtgärder, som omfattar relativt hård röjning och tidig gallring

[114] Valinger, E., Elfving, B. och Mörling, T. 2000. Twelve year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 134:45-53
Lim *et al*. 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal Pinus sylvestris to nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 348:31-45.

i rätt tid, är viktigt för att hålla träden i bestånden vitala samt för att bibehålla den eftersträvade trädslagsblandningen.

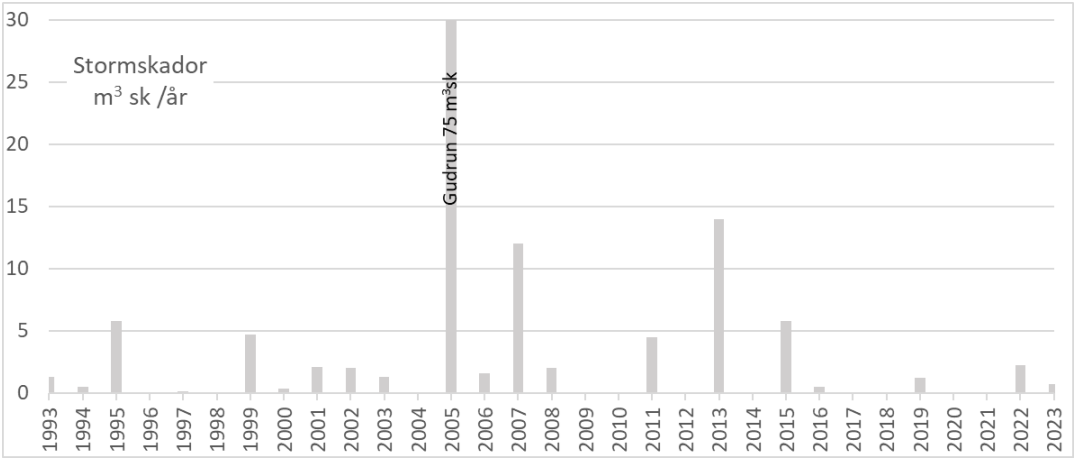
Dikesrensning, skyddsdikning och gödsling, som inverkar på markens ståndortsegenskaper genom sänkt grundvattennivå och ökad näringstillgång (gödsling) bör utföras med stor försiktighet på delar av friska marker som tenderar att dra åt det torra hållet vid längre torrperioder. Dikesrensning i samband med slutavverkning samt alltför omfattande skyddsdikning kan skapa problem vid föryngring. För dikade torvmarker kan en återvätning genom pluggande av diken övervägas.

Lokalisering och val av teknik vid byggande av skogsbilvägar kan påverka vattnets rörelse i landskapet, genom dämning och omledning av vatten. Detta kan exempelvis medföra att en väg kan skära av vattenflödet genom ett surdråg eller nedför en slänt med resultatet att områden dikas ut eller erhåller minskade vattenflöden. Denna oavsiktliga avvattning torde ha betydelse för skogens torkkänslighet, på samma sätt som andra dikningsåtgärder. Anpassning av byggande och underhåll av skogsbilvägar med syfte att behålla den naturliga hydrologin, bör därför ske.

5.2 Stormar

5.2.1 Klimatrelaterade händelser

De senaste 30 åren (1993–2023) har över 138,1 miljoner m^3sk stormskadats i Sverige[115](Figur 5.2). Gudrunstormen 2005 utgör strax över hälften av dessa skador (54%), och de senaste 5 åren (2019–2023) har drygt 4,1 miljoner m^3sk skadats av storm totalt. Dessa siffror kan jämföras med att under hela 1900-talet skadades totalt 110 m^3sk, och då utgjorde stormarna 1954 och 1969 tillsammans nästan hälften av skadorna (48 %)[116]. I genomsnitt skadades 1,1 miljoner m^3sk per år, vilket kan jämföras med att under de senaste 30 åren har stormskadorna ökat till i genomsnitt ca 4,45 miljoner m^3sk per år[117].



Figur 5.2 Stormskador i Sverige 1993 till 2023, i m^3sk/år. Observera att för 2005 var skadorna efter stormen Gudrun 75 m^3sk, vilket når utanför figuren. Källa: tabell 1, sida 6-7 i Skogsstyrelsen. 2024a. Skogsskadornas utveckling sedan 1993. Underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Rapport 2024/15.

Stormskadorna antas öka i framtiden på grund av klimatförändringen, genom minskad tjälförekomst under vinterhalvåret i södra Sverige. Det finns dock ingen tydlig bild att vindhastighet eller intensitet i framtida stormar kommer skilja sig mycket från den variation i stormklimatet som har förekommit under 1900-talet på norra halvklotet i västvindbältet. Under 1900-talet har vindklimatet varierat under perioder över Sverige. Mellan 1951 och 2010 minskade den geostrofiska[118] medelvinden i stora delar av Sverige. Samtidigt är bilden splittrad när det gäller stormars högsta vindhastighet. I vissa delar av landet har den årliga högsta stormhastigheten ökat fram till 2010, medan den har minskat i andra delar.

[115] Skogsstyrelsen. 2024b. Underlag till Skogsutredningen, PM om skogsskador.
[116] Nilsson *et al.* 2005. Recorded storm damage in Swedish forests 1901–2000. Forest Ecology and Management 199 (2004) 165–173.
[117] Observera överlappet av data under åren 1993-2000, detta för att omfatta en 30-årig dataperiod.
[118] Då det finns få långa mätserier av vindhastighet på grund av flytt av instrument, samt störningar av växtlighet och byggnader som varierat runt mätinstrumenten använder forskare tryckmätningar för att beräkna en tänkt vind ovanför den nivå där vinden påverkas av jordytans skrovlighet. SMHI har sammanställt geostrofisk vind för Sverige, se Wern, L. och Bärring, L. 2011. Vind och storm i Sverige. Faktablad 51-2011. SMHI.

Klimatmodellresultat för framtiden uppvisar endast små variationer i medelvindhastighet över Sverige, i storleksordningen om 0,2 m/s[119] fram till slutet av seklet. Samtidigt pekar klimatmodellresultat dock på en ökad årsnederbördsmängd över i stort hela Sverige, och mer variation i hur den distribueras, och ett generellt mildare vinterväder ihop med minskad tjäle, vilket kan påverka skogens stormfasthet och då även skadeverkningarna av storm.

5.2.2 Sårbarhet

Känsligheten för stormskador i skog påverkas av trädens och det enskilda skogsbeståndets egenskaper, samt skötsel (tid och utförande av röjning och gallring), och omgivande landskapets struktur och topografi samt skötsel och utformning av intilliggande bestånd.

Gran är med sitt grundare rotsystem mer känslig för stormvindar än tall under vinterhalvåret. Vid stormtillfällen under vinterhalvåret då marken ej varit tjälad har stora mängder granskog fallit (se exempelvis stormarna 1954 och 2005)[120]. Under stormar som sker under den tid som lövträden har blad kan större lövträd också vältas eller knäckas (orkanen den 22 september 1969)[121]. I Norrland ställde stormen Hans (2023) till stor åverkan på skog lokalt, vilket utöver betydande skador för enskilda skogsägare, även ledde till förstörd mark där renskötsel bedrevs[122].

Efter stormen Gudrun år 2005 gjordes analyser för att undersöka vad som påverkade sannolikheten för stormskada. I rapport 2006/8 från Skogsstyrelsen[123] dras slutsatsen att sannolikheten för vindskada under Gudrun-stormen ökade med ”byvindhastigheten”, kontinuerligt växande virkesförråd, både totalt och per ha, ökad andel gran, trädens höjd, ålder och diameter (samvarierande faktorer), och beståndets grundyta, volym och ståndortsindex (samvarierande faktorer). Slutavverkningsskog drabbades i högre grad än gallringsskog. Sannolikheten för skada i gallringsskog ökade i bestånd som gallrats under de senaste fem åren. Risken ökade också ju äldre beståndet var vid gallringstillfället. Enskiktade ytor hade högre sannolikhet att skadas än skiktade ytor.”[124]

5.2.3 Bedömning av konsekvenser

Risk för stormskador bedömdes delvis under workshoparna, och har även bedömts i efterhand av analysgruppen. Den sammanvägda bedömningen för konsekvenserna för skador från stormar är att de redan idag är stora och att de befaras öka fram till 2100 (Tabell 5.2). Redan 2019 bedömdes konsekvenserna på grund av storm till mycket stora, och det finns inget som tyder på en minskning.

---

[119] SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. Klimatologi nr 74.
[120] Nilsson, C. 2008. Windstorms in Sweden – variations and impacts, Avhandling, Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution, nr 197, 180 sidor.
[121] SMHI. Orkanernas höst 1969. Websida.
[122] TV4. 20230912. Inslag på TV4 om stormen Hans i renskötselområdet
[123] Skogsstyrelsen, 2006, Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun, rapport 8.
[124] Citerat ur sammanfattningen, sida 2, ur: Skogsstyrelsen. 2006a. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. rapport 8.

Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs.

Tabell 5.2 Bedömning som gjordes för hur stora konsekvenserna för skador på grund av stormar är idag, samt framåt i tiden, utifrån klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om bedömning finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1

	Konsekvens av storm idag	Konsekvens av storm 2050	Konsekvens av storm 2100
Skog (särskilt granskog) i hela landet	4	4	4

5.2.4 Slutsats och behov av utveckling

Skadorna från stormfällning ser ut att successivt ha ökat, trots att inte vindklimatet har ändrats påtagligt under de senaste 125 åren, utan enbart varierat. Några av de åtgärder som poängteras för att mildra eller förebygga omfattningen av stormskador är att undvika att gallra sent, och istället arbeta med tidiga röjningar och gallringar. Vidare finns det en potential i att tänka till och planera i förväg vilka delar av skogen som kan komma att bli de framtida kanterna runt ett hygge, och förbereda dessa extra genom tex glesare planteringar, och särskilt hårda röjningar och gallringar, för att i förväg bygga upp de träd som längre fram kommer stå i vindutsatt läge (se åtgärd 5 och 6 i Tabell 1.1). Gran har historiskt varit överrepresenterad inom stormskador, vilket kan vara viktigt att beakta vid nyetablering av träd.

5.3 Granbarkborrar och andra insekter

5.3.1 Klimatrelaterade händelser

Det uppskattas att nästan 34 miljoner kubikmeter gran har dödats av granbarkborre (*Ips typographus*) i södra och mellersta delarna av Sverige under perioden 2018-2023[125]. Det stora utbrottet påbörjades efter torkan under sommaren 2018. Granarna tappade mycket av sin motståndskraft och granbarkborrarna kunde föröka sig i stora mängder.

Både temperatur och nederbörd under vår och sommar anses som viktiga klimatfaktorer som påverkar barkborrangrepp. Höga temperaturer leder till att granbarkborrarna hinner med flera generationer under en säsong och låg nederbördsmängd minskar trädens försvarsförmåga på grund av torkstress[126]. Enligt SMHI:s klimatscenarier kommer temperaturerna att öka betydligt under sommaren i hela landet medan antal torra dagar kommer att förbli nästan oförändrade i genomsnitt. Däremot förväntas markfuktighet att minska i nästan hela landet enligt olika klimatscenarier och därmed vattentillgång. Dessa förändringar antyder att fler skogar i Sverige kan komma att bli exponerade för granbarkborreangrepp i framtiden på grund av att antal generationer per säsong kan öka med stigande temperaturer. Temperatursumman (TS)[127] har identifierats som en lämplig indikator för att kombinera effekten av den förlängda växtsäsongen och uppvärmningen i ett och samma mått[128]. Temperatursumman är därför en variabel som används i uppskattningen av ett känslighetsindex för granbarkborre som SLU har tagit fram[129]. Enligt studien ska temperatursumman vara lika med eller större än 745 °C för att indexet ska vara större än noll, vilket uppfyller temperaturkravet för att en generation av granbarkborre hinner utvecklas under säsongen. Flera tröskelvärden för temperatursumman (graddagar) har identifierats i indexet baserat på tidigare forskningsstudier: en generation under gynnsamma förhållanden (TS=750–870 °C), en generation under alla förhållanden (TS=870–1370 °C), två generationer under gynnsamma förhållanden (TS=1370–1610 °C) och två generationer under alla förhållanden (TS> 1610 °C). Förhållandet påverkas av mikroklimatet i beståndet, där högre temperatursumma krävs i skuggiga områden.

Ökande temperaturer kommer även att gynna andra insekter. Dubbelögad bastborre (*Polygraphus poligraphus*) angriper stressade granar och kan gynnas av ett varmare klimat. Data från Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS) indikerar att angrepp av dubbelögad bastborre utgjorde cirka 20 procent av den totala

[125] Skogsstyrelsen. 2024a. Skogsskadornas utvecklingsedan 1993. Rapport 2024/15
[126] Marini *et al.* 2017. Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce Forests. Ecography 40: 1426–1435.
[127] Temperatursumma definieras som den kumulativa summan av graddagar över en daglig medeltemperatur på 5°C.
[128] Bärring *et al.* 2017. Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland. Int. J. Climatol. 37: 123–142
[129] Nordkvist *et al.* 2023. Development and implementation of a spruce bark beetle susceptibility index: A framework to compare bark beetle susceptibility on stand level. Trees, Forests and People 11, 100364

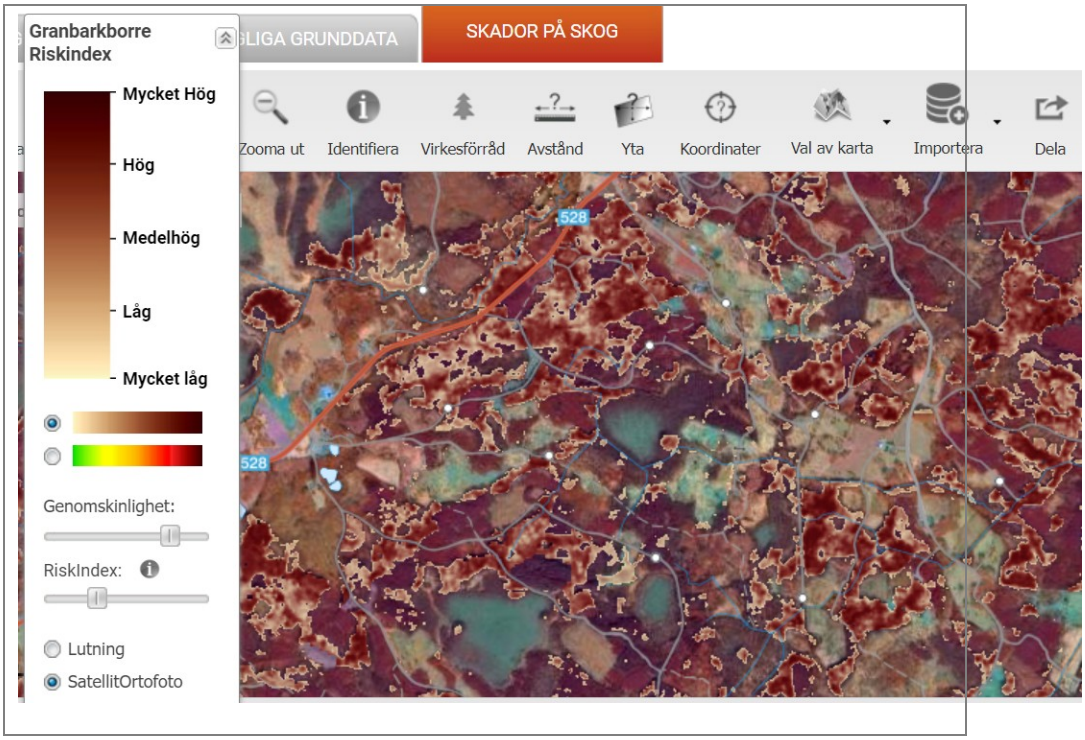
skadade volymen i granskogar år 2023 och 2024 i Götaland och Svealand. Angreppen av dubbelögad bastborre uppträdde i stort i samma region där skadorna från granbarkborreangreppen hittades[130 131].

Varmare somrar och kortare perioder med frusen mark förkortar utvecklingstiden, ökar födosöksmöjligheten och förlänger födosöksperioden för snytbaggen (*Hylobius abietis*)[132]. Längre perioder med långvarig torka kan gynna den sextandande barkborren (*Pityogenes chalcographus*) som angriper torkstressade träd. I ett förändrat klimat kan även nya insekter komma att etablera sig i Sverige.

5.3.2 Sårbarhet

Skogens känslighet för granbarkborreangrepp beror också på variabler som beskriver skogstillstånd som volym av gran, täthet, åldersstruktur, avstånd till kanter och tidigare stormskador[133]. Aktuell sårbarhet för granbarkborre har uppskattats och publicerats i form av en karta som visar vilka skogar som riskerar att drabbas av granbarkborrar i en skala från låg till hög (Figur 5.3). Faktorer som ingår i uppskattningen av riskindexet, och därmed utgör proxy för sårbarhet, är volym av gran, avstånd till hyggen och avstånd till tidigare angrepp. Klimatrelaterade faktorer ingår delvis i analysen då markfuktigheten är en faktor som används för att beräkna den aktuella risken för granbarkborre, medan temperatur inte ingår. Kartan visar de områden i Sverige som bedöms ha en större risk för granbarkborreangrepp i nuvarande klimat. Från underlaget uppskattades att ungefär 1,2 miljoner hektar löper hög risk att drabbas av granbarkborre och därmed bör besökas var fjärde vecka under sommaren för att öka chansen att tidigt upptäcka eventuella angrepp. Ytterligare 1,2 miljoner hektar bedöms löpa medelhög risk att drabbas av angrepp och bör besökas någon gång under sommaren.

[130] Wulff, S. och Roberge, C. 2023. Nationell Riktad Skadeinventering (NRS). Inventering av barkborreangrepp i Götaland och Svealand 2023. SLU, Umeå.
[131] Roberge, C. och Mikaelsson, H. 2024. Nationell Riktad Skogsskadeinventering. Resultat från Granbarkborreinventering 2024. SLU, Umeå.
[132] Venäläinen *et al.* 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. Glob Change Biol. 26:4178–4196.
[133] Nordkvist *et al.* 2023. Development and implementation of a spruce bark beetle susceptibility index: A framework to compare bark beetle susceptibility on stand level. Trees, Forest and People 11:100364.
Müller *et al.* 2022. Features predisposing forest to bark beetle outbreaks and their dynamics during drought, Forest Ecology and Management, Volume 523, 2022, 120480.



Figur 5.3 Riskindexkarta som visar aktuell sårbarhet för granbarkborreangrepp i svenska skogar. Källa: Skogsstyrelsen.se

Förmodligen kommer arealen i Sverige där granbarkborre kan spridas att öka på grund av ökande temperatur och minskad markfuktighet under växtsäsong.

Enligt en studie baserad på tidigare klimatscenariot SRES A1B, kan temperatursumman öka med 290°C i genomsnitt i Sverige 2035–2065 jämfört med referensperioden 1961–1990. Avvikelsen varierar från cirka 200 graddagar i fjällen till strax över 300 graddagar längs Östersjökusten[134]. I Skogliga Konsekvensanalyser 2022 (SKA22)[135] simulerades att riskindex för granbarkborre kommer att öka i framtiden, främst under den första 15-årsperioden 2020–2035. Efter 30 år kan vidtagna åtgärder, till exempel förändrad trädslagsblandning och åldersstruktur, börja få effekt. Analysen indikerar att riskindex följer i hög grad andelen medelålders och gammal granskog över tiden samt påverkas av ett varmare klimat. Regionalt kommer riskindexen att öka mer i de södra delarna av landet.

5.3.3 Bedömning av konsekvenser

Risk för skador på grund av granbarkborreutbrott bedömdes under workshoparna, och har även bedömts i efterhand av analysgruppen. Den sammanvägda bedömningen för konsekvenserna av skador från granbarkborreutbrott som skett i skogsmark är att de generellt kommer att öka fram till 2100 (Tabell 5.3), i både granskog och barrblandskog i södra Sverige (Götaland). Bedömningen när det gäller

[134] Bärring *et al.* 2017. Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland. Int. J. Climatol. 37: 123–142

[135] Skogsstyrelsen. 2022b. Skogliga konsekvensanalyser 2022 - Skogens utveckling och brukande. Delrapport 2022/09.

skog generellt i Sverige (gjord av analysgruppen) är att konsekvenserna för granbarkborreskador kommer ligga på en medelstor nivå (nivå 2) idag, samt runt 2050 och runt 2100. Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs.

Tabell 5.3: Bedömning som gjordes i workshop med en gruppering av Skogsstyrelsens specialister och skogskonsulenter i hur stora konsekvenserna för skador på grund av granbarkborrar är idag, samt framåt i tiden. I uppgiften ingick att bedöma de framtida konsekvenserna mot klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om workshoparna finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1. Bedömning gjordes för Götaland och generellt för Sverige.

	Konsekvens av granbarkborreskador idag	Konsekvens av granbarkborreskador 2050	Konsekvens av granbarkborreskador 2100
För Götaland:			
granskog	2	3	3
barrblandskog	1	1	2
Generellt i hela Sveriges skog	2	2	2

5.3.4 Slutsats och behov av utveckling

För att förebygga insektsskador blir det också viktigt att anpassa skogen och skogsbruket till ett förändrat klimat. Flera åtgärder har identifierats för att bekämpa samt minska risken generellt för granbarkborre och andra insekter. Rekommendationer om skogsskötselåtgärder som kan minska skador för granbarkborre har tagits fram och övervakning och information för att förebygga angrepp fortsätter att utvecklas.

Rekommendationer ges i form av rådgivning samt i föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen. Skadat virke ska forslas bort eller behandlas (till exempel genom att ta bort barken) så att insekterna inte kan använda det för att föröka sig i. Andra identifierade skogsskötselåtgärder är att söka upp angripna granar och plocka bort dem från skogen, skördarbarkning, avverkning av riskbestånd samt upparbeta vindfällen även när de skadade träden inte överstiger volymen som anges i reglering. Dessutom är det viktigt att öka variation i skogen, skapa beståndskanter med lövinbladning och undvika beståndskanter med äldre gran, anpassa röjning och gallring för att minska risk för stormfällning. Vidare är det gynnsamt att tidigt skapa granar med lång krona i blivande kantzoner för att minska känslighet samt att spara döda träd i skogen för att gynna naturliga fiender, men samtidigt undvika höga volymer av gran som ökar risk för angrepp.

För att anpassa skogen till en ökad risk för granbarkborre och andra insekter på grund av klimatförändringar föreslås att: a) undvika att föryngra med gran på torr mark, särskilt i östra Götaland och Svealand där det finns högre risk för mer frekventa torrperioder; b) blanda gran, tall och olika lövträdslag; c) eftersträva en hög variation på fastighets- eller tusenhektarsnivån i form av olika trädslag, åldrar och skogsskötselmetoder samt bibehålla en god genetisk variation i landskapet; d)

efterleva rekommenderade åtgärder vid insektsangrepp och åtgärder för att förebygga skador som beskrevs i föregående stycke [136].

Analys av befintlig reglering indikerar att den är relevant men det föreslås att rådgivning om fördelarna med samplanering av skogsbruk, samplanering över fastighetsgränserna borde utökas[137].

Information som kan underlätta övervakning och bedömning av risk är också avgörande för att förebygga och bekämpa insektsangrepp. Insamling av data för statistik görs inom NRS[138], och svärmningsövervakning och kartor om skogens tillstånd samt om riskindex för granbarkborre är grundläggande resurser för att identifiera prioriterade åtgärder och för att kunna vidareutveckla rekommendationerna och rådgivningen.

Från och med år 2025 kommer inte en NRS genomföras vilket kan minska möjligheten att följa upp årligt läge i granbarkborreskadornas utbredning samt även påverka förebyggande arbete. Det vore därför ur ett riskperspektiv önskvärt med en fortsatt årlig inventering av granbarkborreskador. Det vore även önskvärt att andra insekter, utöver granbarkborrar, ingår i regelbunden inventering. Detta för att kunna följa utveckling av skador i förhållande till väder och klimatvariationer, och samtidigt snabbt fånga upp förekomst av skador från andra eller nytillkomna arter som kan gynnas[139] i ett förändrat klimat.

[136] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[137] Skogsstyrelsen. 2023a. Analys av regelverk utifrån behov av klimatanpassning i skogen och skogsbruket. Rapport 2023/17.
[138] SLU. Nationell riktad skogsskadeinventering NRS. websida.
[139] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19.

5.4 Skogsbrand

5.4.1 Klimatrelaterade händelser

Klimat, topografi, bränsleegenskaper samt interaktion av branden med miljön har identifierats som de viktigaste faktorerna som utgör brandmiljön[140].
Klimatet har betydelse för fukt och temperatur i markytan samt relativ luftfuktighet vilket påverkar brandrisken[141]. Klimatet har även en indirekt påverkan på bränsleegenskaperna eftersom det påverkar vilken vegetation som utvecklas på lokalen. Klimatet innefattar även vindhastighet, vilket har betydelse för brandetablering och framför allt spridningshastighet. Själva branden kan påverka miljön och därmed brandbeteende, exempelvis genom att påverka lokala vindförhållanden, bidra till atmosfärisk instabilitet och påverka avdunstning.
En analys av brandhistorik i området som påverkades av skogsbranden i Västmanland 2014 indikerar att klimatet har blivit en allt viktigare drivkraft för brandspridning efter att aktiv brandbekämpning påbörjades och svedjebruk övergavs[142].
SMHI har på uppdrag av MSB utfört en studie av framtida förändringar i brandrisk i skog och mark[143]. Brandriskbedömningen baseras på den kanadensiska brandriskmodellen Fire Weather Index (FWI) som bygger på beräkning av fukthalter i olika skikt i skogsmarken. Meteorologiska data för dygnsnederbörd, samt temperatur, luftfuktighet och vindhastighet mitt på dagen utgör indata till FWI-modellen. Klimatförändringar beräknades för tre olika utsläppsscenarier, låga utsläpp (RCP2,6), medelhöga utsläpp (RCP4,5) och höga utsläpp (RCP8,5). Studien visar att högriskperioder förekommer mer frekvent, under en längre säsong och är både längre och på en allmänt högre nivå under de framtida klimatscenarierna. Förändringar i brandrisken börjar visa en tydlig signal från mitten av århundradet, särskilt i de två högre utsläppscenarierna RCP 4,5 och RCP 8,5 och fortsätter att öka i det höga utsläppsscenariot RCP 8,5. Risken stabiliserar sig dock om utsläppen minskar. På regional nivå visas signifikanta förändringar i brandrisken i Götaland, delar av Svealand och Norrland. Störst förändringar syns i den sydöstra delen av landet, medan inga signifikanta förändringar visas i Norrlands inland.

[140] Pyne, S., Andrews, P.L. och Laven, R.D. 1996. Introduction to wildland fire. John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore. 769 p.
Ramanathan, V. och Carmichael, G. 2008. Global and regional climate changes due to black carbon. Nature Geoscience, 1, 221–227
[141] MSB. 2024a. Brandrisk skog och mark –Fakta och modeller. Karlstad
[142] Pinto *et al.* 2020. A 500-year history of forest fires in Sala area, central Sweden, shows the earliest known onset of fire suppression in Scandinavia. Regional Environmental Change (2020) 20: 130.
[143] MSB. 2024b. Framtida brandrisk – förändringar i perioder av hög brandrisk enligt FWI-modellen. MSB2301.

5.4.2 Sårbarhet

Skogens sårbarhet för skogsbränder påverkas av typ av skog samt hur den sköts och därmed av bränsleegenskaperna. Andra faktorer som kan påverka sårbarheten är topografi, vatten i skogslandskapet samt befintlig infrastruktur och befolkningstäthet.

Det organiska materialet som utgörs av vegetationen i olika skikt, samt humus, förna och död ved, fungerar som bränsle och är en viktig faktor för branden. Karaktären och fördelningen av de olika bränsletyperna i skogsekosystemet påverkar brandrisken. Det organiska materialets brandfarlighet baseras på fyra komponenter: förmåga att antändas, förmåga att upprätthålla förbränning och producera energi, hastighet med vilken ett ämne förbränns, och andel av biomassan som förbrukas under förbränningen[144].

En global sammanställning av olika studier[144] indikerar att viktiga faktorer som ökar brandfarlighet är lägre fuktighet i det organiska materialet, större bladyta i vegetation och förna, lägre densitet i förnan, medan brandfarligheten minskar med större bark- och bladtjocklek. Den kemiska sammansättningen av det organiska materialet kan påverka brandfarligheten på olika sätt. Detta leder till att olika typer av skogar är olika sårbara för skogsbränder vilket innebär att skogar kan vara mer eller mindre känsliga för brand och därmed brinna mer eller mindre lätt.

I de fall risk för brand av hela bestånd studeras dras slutsatsen att tallskog, nästan oavsett skogsbrandsindex är kopplad till högre brandrisk än granskog vid studier av brandbeteende.[145, 146] Det beror framför allt på typen av fält- och markskikt samt typ av förna, vilka gynnar etablering och spridning av skogsbränder mer i tallskogar än i granskogar. Tall förekommer i högre grad på torr mark och tallens egenskaper ökar risk för brand i tallskogar. Litteratur tyder också på att blandskog och lövskogar kopplas till lägre brandrisk än barrskogar[147].

Skogens sårbarhet beror också på dess förmåga att klara av och att anpassa sig till skogbränder. Det visas att överlevnad efter brand är högre för tall än för gran och björk samt för större träd [148149150].

---

[144] Popović *et al.* 2021. Tree species flammability based on plant traits: A synthesis, Science of The Total Environment, Volume 800. 2021. 149625
[145] Taskanen, H. 2007. Fuel conditions and fire behavour characteristics of managed Picea abies and Pinus Silvestris forests in Finland. Dissertationes Forestales 40.
[146] Schimmel, J. och Granström, A. 1997. Fuel succession and fire behavior in the Swedish boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1207−1216.
[147] Aalto, J, och Venäläinen, A. 2021. Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Finnish Meteorological Institute. Rapport 2021:3
[148] Kolström and Kellomäki. 1993. Tree survival in wildfires. Silva Fennica, 27, 277-281.
[149] Jones *et al.* 2025. Forest structure, roads and soil moisture provide realistic predictions of fire spread in modern Swedish landscape, Ecological Modelling, Volume 499
[150] Plathner F.V., Sjöström J. och Granström A. 2022. Influence of tree species on surface fuel structure in Swedish forests. In Advances in Forest Fire Research 2022 - D. X. Viegas & L.M. Ribeiro (Ed.) Chapter 4 – Risk Assessment

Topografi och eventuell sluttnings väderstreck har betydelse då den påverkar lokalklimatet och därmed även typ av vegetation.[151] Exempelvis har vegetation på en solbelyst sydslänt lättare att torka upp jämfört med vegetation på en nordslänt. Även sluttningens lutning har direkt betydelse för en brands spridning genom att värmeöverföringen från flammor till oförbrukat bränsle ökar uppför en slänt och minskar nedför.[152]

Förekomst av våtmarker i landskapet visas vara viktigt för att minska brandrisk och kan minska brandstorlek samt brandintervall genom att utgöra barriärer för brand [153]. Det kan även minska tillgången på torr torv som annars kan brinna länge[154].

Befintlig infrastruktur kan bidra till att både öka och minska skogens sårbarhet för brand. Skogsbilvägnätet är centralt för släckningsarbete genom åtkomst till både brand och vatten för släckning samt att vägarna kan fungera som brandgator och därmed hindra brandspridning.[155,156,157] De är även en förutsättning för att kunna genomföra skogsskötselåtgärder som kan minska risk för brand (se avsnitt om slutsatser och åtgärder). Tyvärr bidrar skogsbilvägar även till en ökad risk av mänsklig närvaro i naturen och därmed en ökad risk för antändning. [158,159,160] Järnväg, motorvägar och kraftledningar är infrastrukturer som betydligt bidrar till antändning och utveckling av skogsbränder[161]

En studie i Sverige visade att befolkningstäthet var starkt positivt kopplat till förekomst av skogsbränder, då bränder i första hand orsakades av människors

[151] Pyne, S., Andrews, P.L. och Laven, R.D. 1996. Introduction to wildland fire. John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore. 769 p.
[152] Rothermel, R. C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 40 p.
[153] Hellberg, E., Niklasson, M. och Granström, A. 2004. Influence of landscape structure on patterns of forest fires in boreal forest landscapes in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*. **34**(2): 332-338.
[154] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[155] Pinto *et al*. 2020. Effects of human-related and biotic landscape features on the occurrence and size of modern forest fires in Sweden. Acricultural and Forest Meteorology 291 (2020)108084.
[156] Ring *et al*. 2024. Forest roads in Sweden – infrastructure with multiple uses and diverse impacts. Silva Fennica vol. 58 no. 4, 24021.
[157] Päätalo, M.-L. 1998. Factors influencing occurrence and impacts of fire in northern European forests. Silva Fennica.32. 185-202.
[158] Gucinski *et al.* 2001. Forest roads: a synthesis of scientific information. Gen. Tech. Rep. PNWGTR-509. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 103 p.
[159] Sjöström, J och Granström, A. 2020. Skogsbränder och gräsbränder i Sverige – Trender och mönster under de senaste decennierna. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Publ nr MSB1536-april 2020.
[160] Pinto et al. 2020. Effects of human-related and biotic landscape features on the occurrence and size of modern forest fires in Sweden. Acricultural and Forest Meteorology 291 (2020)108084.
[161] Aalto, J. och Venäläinen, A. 2021. Climate change and forest management affect forest fire risk in fennoscandia. Finnish Meteorological Institute. Rapport 2021:3

verksamheter och aktiviteter. Större bränder (som omfattar mer än 10 hektar) uppstod dock oftast i glesbefolkade områden och dessa var oftare antända av blixtnedslag eller tunga maskiner. Stora bränder kopplades också till långa insatstider och bristande eftersläckning, vilka visade ett starkt samband till låg befolkningstäthet.[162] Studien drar slutsatsen att samhällsförändringar som leder till en minskning av befolkningen på landsbygden och kulturella förändringar kommer att ha en stor påverkan på den framtida brandrisken i Sverige, men på vilket sätt och i vilken omfattning är svårt att bedöma. Däremot kan man förvänta sig att områden där befolkningstätheten ökar kommer att kopplas till större risk för skogsbränder.

5.4.3 Bedömning av konsekvenser

Risk för skador på grund av skogsbrand bedömdes under workshoparna. Den sammanvägda bedömningen av konsekvenserna för skogsbrand som gjordes är att de generellt kommer att ligga kvar på samma konsekvensnivå fram till 2100 (Tabell 5.4), men variera beroende på skogssammansättning i ett bestånd. Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs, utan skogens brukas enligt traditionella skogsbruksmetoder.

Tabell 5.4: Bedömning som gjordes i workshop med en gruppering av Skogsstyrelsens specialister och skogskonsulenter i hur stora konsekvenserna för skogsbrandsskador är idag, samt framåt i tiden. I uppgiften ingick att bedöma de framtida konsekvenserna mot klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om bedömning finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1. Gruppen genomförde bedömning för Sverige generellt och för Götaland (för skogstyperna blandskog, ädellövskog och lövskog).

	Konsekvens Skogsbrand idag	Konsekvens Skogsbrand 2050	Konsekvens Skogsbrand 2100
Gran, tall, barrblandskog i hela Sverige	4 (2 för lågintensiv skogsbrand Svealand)	4	4
Blandskog, ädellövskog	3 (Götaland)	3 (Götaland)	3 (Götaland)
Lövskog	2 (Götaland)	2 (Götaland)	2 (Götaland)

5.4.4 Slutsats och behov av utveckling

Kapaciteten för att släcka större skogsbränder har förbättrats under senaste år som en följd av de stora skogsbränderna år 2014 och 2018. Det har inneburit en förbättrad organisation för brandbekämpning rörande ansvars- och rollfördelning mellan olika aktörer (myndigheter, skogsentreprenörer, skogsbolag, skogsägare med flera) samt förbättrade brandriskprognoser och ökade nationella och internationella förstärkningsresurser.

[162] Sjöström, J., och A. Granström. 2023. Human activity and demographics drive the fire regime in a highly developed European boreal region, Fire Safety Journal, Volume 136,103743

Branschgemensamma riktlinjer finns framtagna[163] och används aktivt att skogssektorns aktörer som ett stöd och förebyggande arbete.

Eftersom brandfrekvens i skog kan variera över tid finns det en risk att resurser till brandbekämpning tillfälligt minskas. Det är därför viktigt att arbetet för brandbekämpning ingår i en långsiktig planering så att inte resurser och insatser dras med i denna variation. En fortsatt utveckling av skogsbilvägar, och underhåll av befintliga skogsbilvägar, är också central för att bekämpa skogsbränder.

Dessutom är det viktigt att fortsätta vidareutveckla systemen för att förebygga skogsbränder. Prognoser för brandrisk borde utvecklas ytterligare för att ta hänsyn till forskningsresultat som visar att skogstillstånd påverkar risken för skogsbrand. Viktiga variabler kan vara skogens dominerande trädslag samt skogens ålder[164]. Underhåll och planering av infrastruktur är också avgörande för att förebygga skogsbränder och borde ta hänsyn till en ökad risk för skogsbränder på grund av klimatet samt befolkningstäthet.

Åtgärder som kan minska skogens sårbarhet för skogsbrand borde bättre undersökas samt resistensen hos olika trädslag till skogsbrand. En studie i europeiska länder indikerar att en ökad andel lövskog kan vara den mest effektiva strategin för att minska skogens sårbarhet för skogsbränder samt stormar[165]. Restaurering av våtmarker kan också ha effekt för att minska skogsbrandsrisk på grund att våtmarker fungerar som naturliga barriärer mot brandspridning vilket minskar både areal och frekvens av skogsbränder i landskapet[166]. I södra Europa - där risken för skogsbränder är hög - har kontrollerade bränder (*prescribed burning*) historiskt använts för att minska mängd bränsle och därmed brandrisk i skogen[167]. Kontrollerade bränder används i Sverige idag endast för att främja den biologiska mångfalden, med de så kallade naturvårdsbränningarna. Arealen naturvårdsbränningar är idag mindre än den som krävs för att gynna arterna som beror på brand [168]. En utvidgad användning av naturvårdsbränning för att både förebygga risken för skogsbrand samt främja den biologiska mångfalden skulle kunna begränsa kostnader för åtgärden och hjälpa uppnå båda mål. Denna möjlighet borde dock bättre undersökas och områden i landskapet där båda mål kan uppnås behöver identifieras. Det diskuteras även om avverkning efter brand för att ta bort skadade träd inte alltid är lämplig på grund att åtgärden faktiskt kan fördröja återhämtning av vegetationen efter branden[169] samt påverka koldioxidinlagring och utsläpp.

---

[163] Skogforsk. Skogsbrand – branschriktlinjer och förebyggande arbete. Websida.
[164] Tanskanen *et al.* 2005. Impact of stand structure on surface fire ignition potential in Picea abies and Pinus sylvestris forests in southern Finland. Can. J. For. Res. 35: 410–420.
[165] Schelhaas *et al.* 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* **15**, 681–701 (2010).
[166] Hellberg, E., Niklasson, M. och Granström, A. 2004. Influence of landscape structure on patterns of forest fires in boreal forest landscapes in Sweden. Canadian Journal of Forest Research. 34(2): 332-338.
[167] Fernandes, P. och Rigolot, E. 2022. Prescribed burning in the European Mediterranean Basin. 13. Global Application of prescribed fire.
[168] Regeringskansliet. 2021. Prioritised action framework (PAF) for NATURA 2000 in SWEDEN, final version. for the Multiannual Financial Framework period 2021–2027. 22 November 202.
[169] Kljun, N. och Kelly, J. 2024. Forests destroyed by wildfires emit carbon long after the flames die – new study. The Conversation, 5 augusti, 2024.

5.5 Svampangrepp

5.5.1 Klimatrelaterade händelser

Klimatförändringen bedöms resultera i bland annat en förlängd vegetationsperiod och varmare och blötare vintrar, vilket gynnar spridning och tillväxt av flera svamparter inklusive kända skadesvampar. En följd är dessutom kortare perioder av tjäle och blötare förhållanden, inte minst vintertid, som ökar risken för körskador vilket kan gynna spridning av olika rötsvampar. Även andra förändringar av klimatet som inte nödvändigtvis direkt gynnar olika svamparter, exempelvis perioder med vattenunderskott och torka (se 5.1 ovan om torka), kan stressa träden och göra dem mer mottagliga och känsliga för olika patogener som skadesvampar.

Sedan början av 1900-talet har vegetationsperiodens längd ökat, framför allt sedan 1990, mest i Götaland där den ökat med ca två veckor. För referensperioden 1971-2000 är vegetationsperiodens längd ca 240 dygn i södra Skåne och ca 140 dygn i Norrbottens inland, vilket beräknas öka med 40 respektive 20 dygn till 2041-2070 (RCP4,5)[170]. Medeltemperaturen beräknas förändras olika mycket under olika årstider och temperaturen under vintermånaderna (vintersäsongen, december-februari) bedöms öka mer än under andra årstider och mest i norra Sverige. För referensperioden var vintermedeltemperaturen ca 0º C i sydligaste Sverige och ca -14º C i norr. Enligt RCP4,5 ökar vintertemperaturen mellan 2,5 grader i söder och 6,5 grader i norr till slutet av seklet och gränsen mellan plus- och minusgrader flyttas norrut så att det blir plusgrader i stort sett i hela Götaland och delar av Svealand under vintern[171]. Ett varmare klimat innebär att atmosfären kan innehålla mer vatten, vilket är en av orsakerna till att årsmedelnederbörden beräknas öka. Den relativa luftfuktigheten anger mängden vattenånga i luften vid en viss temperatur i relation till den maximala mängden (mättnadsgraden, som är högre vid högre temperatur). Den relativa luftfuktigheten förväntas inte förändras i samma utsträckning som den absoluta luftfuktigheten, men generellt förväntas en minskad relativ luftfuktighet över land, även om det råder stor osäkerhet om regionala förändringar.[172]

5.5.2 Sårbarhet

Rotröta är ett samlingsnamn för ett antal svampsjukdomar som orsakar röta i trädens stammar och rötter. De svampar som dominerar är rotticka (*Heterobasidion* spp.) som i Sverige förekommer som två arter; *Heterobasidion annosum* s.s. och *Heterobasidion parviporum*. *H. annosum* (tidigare benämnd P-typen) angriper tall, gran och andra trädslag och återfinns i södra Sverige upp till norrlandsgränsen, medan *H. parviporum* (tidigare benämnd S-typen) framför allt angriper gran och finns i hela landet. Rotticka är bland de allvarligaste skadegörarna i skogsbruket som i dagsläget årligen orsakar förluster på upp mot en miljard kronor.[173, 174]

---

[170] SMHI. Klimatscenariotjänst.
[171] SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. SMHI Klimatologi nr 74.
[172] SMHI. Olika mått på luftfuktighet. Websida.
[173] Olsson, R. 2010. Rotröta. Skogens värsta skadegörare. Future Forests. Reportage 3, september 2010.
[174] Lennart Svensson, skogsskadespecialist, Skogsstyrelsen, Kommunikation via epost, 20250402

Angrepp på tall innebär ofta att träden dör, medan angrepp på gran ger rötskador i veden i stam och grova rötter som kan pågå under lång tid, vilket ger tillväxtförluster och en större känslighet för andra skador, exempelvis stormskador. Vid mångåriga infektioner på gran kan träden dö. Rottickans sporer sprids vid temperaturer över noll grader, och kan angripa träd när veden på stambas eller grova rötter blottläggs genom en barkskada, men kan även infektera färska stubbar. Rotticka kan sedan spridas mellan olika trädindivider i ett bestånd genom rotkontakter mellan träden. Risken för infektion av rotticka beror på temperatur och när dygnets medeltemperatur är under fem grader anses infektionsrisken liten. Därför är infektionsrisken (via stubbar eller skador) betydligt högre vid avverkning under vegetationsperioden.

Törskate (*Cronartium pini*) är en rostsvamp som angriper tall i hela landet.[175] Svampen angriper såväl unga som äldre tallar, men är sedan länge mest känd för att angripa äldre tallar inom hela landet, och orsaka döda toppar (tyrtopp). Under den senaste dryga tjugoårsperiod har omfattande angrepp av törskate på yngre träd i norra Sverige uppmärksammats. Törskatesvampen förekommer i två varianter, en som har en sexuell förökning på tall samt värdväxlar med skogskovall och andra örter samt en asexuell variant som sprider sig från tall till tall och endast har klonad förökning. Det går inte att skilja de två varianterna i fält men däremot med DNA-teknik. Båda varianterna förekommer i hela landet och det har inte gått att se några skillnader i virulens mellan dem. Dock kan enskilda populationer av båda varianterna uppvisa varierande aggressivitet.[176] Mer omfattande törskateangrepp i ungskog uppmärksammades på allvar i Tornedalen runt år 2000. Riktade skadeinventeringar av törskatesvamp har genomförts i framför allt i delar av Norrbotten och Västerbotten 2007, 2008, 2012 och 2022, med viss skillnad av metod och inventeringens lokalisering mellan åren.[177] De kraftigaste angreppen är lokaliserade till Norrbottens län med angrepp på drygt fem procent av träden i tallungskog och cirka en halv procent av stammarna i tallungskog i Västerbottens, Västernorrlands och Jämtlands län (2022). Angreppen i Norrbotten har ökat mellan 2012 och 2022. Törskateangreppen tenderar till att vara svårare på fuktiga och mer produktiva marker, vilket kan peka på att klimatförändringen kan vara en av förklaringarna till de mer omfattande angreppen i ungskog.

Gremmeniella abietina är en parasitisk svamp som angriper många barrträdsarter, bland annat vår inhemska tall och gran, och kallas då tallens knopp- och grentorka respektive granens topptorka. *Gremmeniella* finns alltid närvarande i våra barrskogar och kan orsaka stora angrepp när det är gynnsamma förhållanden för svampen, ofta relaterat till fuktiga förhållanden under längre perioder. Det mest

[175] Samils, B. och Stenlid, J. 2022. A review of biology, epidemiology and management of Cronartium pini with emphasis on Northern Europe. Scandinavian Journal of Forest Research. 37:3, 153-171.
[176] Skogsstyrelsen. 2023d. Skogsträdsförädling för ökad resistens mot skadegörare. Skogsstyrelsen Rapport 2023/19.
[177] Wulff, S., Walheim, M. och Roberge, C. 2022. Nationell Riktad Skadeinventering (NRS). Inventering av skador på ungskog 2022 i Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland och Jämtlands län. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.

omfattande utbrottet av *Gremmeniella* i Sverige hittills förekom under åren 2001-2003 inom främst småländska höglandet, Bergslagen och mellersta Norrland, då stora arealer gallringsskog av tall infekterades. Enligt 2003 års Riksskogstaxering var det mellan åren 2001–2003 angrepp på närmare 500 000 hektar skog och allvarliga skador på drygt 60 000 hektar. Den troliga förklaringen till det omfattande angreppet är att vädret var gynnsamt för svampen år 2000 med en fuktig och sval sommar följt av en varm och fuktig höst och mild vinter. Angreppet innebar att skogsbruket tvingades gallra och saneringsavverka mer än 50 000 hektar.[178]

Diplodia sapinea är ett exempel på en ny skadegörare och är en svampsjukdom som orsakar döda skottspetsar på flera arter av tall. Sjukdomen kallas Diplodiasjuka. Angrepp upptäcktes 2013 i Uppland på tall samt på svarttall (*P. nigra*) i Alnarp utan några större skador. Under 2016 upptäcktes dock omfattande angrepp på årsskott i ett femtonårigt tallbestånd på cirka 15 hektar i Uppland. Angreppet hade pågått under några år med följden av att en del träd var döende. Efter 2016 har angrepp observerats i ungskog och i planteringar från södra Sverige till Hälsingland i norr.[179]

Ytterligare nya skadetyper har rapporterats på björk i Småland och Hälsingland 2023-2024. I Småland har angreppet framför allt drabbat naturligt föryngrad björk på Gudrun-hyggen. Enskilda träd och hela bestånd är skadade, med tydlig kronutglesning, döda knoppar, döda toppar, störd tillväxt (nödskott) och i vissa fall helt döda träd. Undersökningar har visat att det troligen rör sig om angrepp av svampar inom släktet *Godronia*, med hypotesen att svampen infekterar knopparna på björken vid knoppbildning, och att det sker en tillväxt i knoppen under vintern, med knoppdöd som följd. Utbrottet kan bero på stress till följd av torkan 2018, och svampen kan även ha gynnats av milda vintrar, med goda betingelser för tillväxt.[180] Skadorna på björk i Hälsingland upptäcktes 2023 i ett 50-årigt planterat björkbestånd. Från prover tagna 2023 har svampen *Ophiostoma pseudokarelium* kunnat isoleras. Svampen är inte känd i Sverige, men har tidigare hittats på levande och döende björkar i Polen och Norge.[181]

Almsjuka (orsakad av svampen *Ophiostoma novo-ulmi*) och askskottsjuka (Orsakad av svampen *Hymenoscyphus fraxineus*) är exempel på skadegörare som uppkommit som en följd av förflyttning av växter och växtmaterial. Almsjukan kom i sin nuvarande virulenta form till Sverige från USA 1980, och har sedan dess spritt sig till almens hela utbredningsområde. Till Gotland kom sjukdomen först 2005, och Skogsstyrelsen bedriver bekämpning av sjukdomen på ön. Askskottsjukan, med ursprung i Sydostasien, upptäcktes i Sverige (Öland) 2001 och har spritt sig i

[178] Wulff, S., Hansson, P. och Witzell, J. 2006. The applicability of national forest inventories for estimating forest damage outbreaks – Experiences from a Gremmeniella outbreak in Sweden. Canadian Journal of Forest Research 36: 2605-2613.
[179] Skogsstyrelsen. 2024a. Skogsskadornas utveckling sedan 1993. Underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Skogsstyrelsen Rapport 2024/15.
[180] Skogsstyrelsen. 2025. Skogsskador i Sverige 2024. Temarapport. Skogsstyrelsen Rapport 2025/05.
[181] SLU. 20240604. Nyhet. Ovanligt fynd vid björkskador utanför Hudiksvall.

askens utbredningsområde[182]. Det går inte att hävda att alm- och askskottsjuka direkt gynnas av klimatförändringen, men det pekar på den stora risken med att förflytta växtmaterial mellan länder (kontinenter). Kombinationen av ett förändrat klimat och handel samt förflyttning av växter och växtdelar, kan innebära att olika nya skadegörare som tidigare varit klimatbegränsade, kan etablera sig och orsaka omfattande skador.

Multiskadad ungskog i norra Sverige är ett begrepp som beskriver skogar med en ålder lägre än 30 år i Norrbotten och Västerbotten som har en mycket dålig utveckling. Skadorna är en kombination av omfattande älgbetesskador och återkommande angrepp av en rad skadesvampar som angriper tall och gran i ett nytt och mycket aggressivt mönster. Svampskadorna orsakas främst av törskate, snöskytte, knäckesjuka, *Gremmeniella*, granrost, grankotterost och skvattramrost. Skademönstret upptäcktes i början av 2000-talet, och en delförklaring kan vara att flera av de ovan nämnda skadesvamparna verkar uppträda mer aggressivt, och att detta i sin tur kan bero på att klimatförändringen inducerat ett ändrat beteende hos skadesvampar i norra Sverige till följd av högre temperaturer och mer nederbörd.[183]

5.5.3 Bedömning av konsekvenser

Den sammanvägda bedömningen för konsekvenserna för svampskador (med fokus på rotröta, men även röta av andra svampar diskuterades) som gjordes under workshoparna, samt av analysgruppen, är att de ligger kvar på dagens nivåer eller ökar något fram till 2100 (tabell 5.5 nedan). Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs.

[182] Skogsstyrelsen. 2023d. Skogsträdsförädling för ökad resistens mot skadegörare. Skogsstyrelsen Rapport 2023/19.
[183] Skogsstyrelsen. 2019b. Multiskadad ungskog i Västerbottens- och Norrbottens län. Möjliga åtgärder för att mildra problemen. Skogsstyrelsen Rapport 2019/10.

Tabell 5.5 Bedömning som gjordes i workshop med en gruppering av Skogsstyrelsens specialister och skogskonsulenter i hur stora konsekvenserna för svampskador är idag, samt framåt i tiden. I uppgiften ingick att bedöma de framtida konsekvenserna mot klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om bedömning finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1. Gruppen genomförde bedömning för Svealand och Norrland. Analysgruppen har även gjort en översiktlig bedömning av konsekvenserna. Det ska betonas att osäkerheten i nivå på konsekvenserna är stor, på grund av svårighet att uppskatta omfattningen av dagens skador, samt svårighet i att identifiera alla de klimatvariabler som är relevanta för hur skadehändelser utvecklas i framtiden.

	Konsekvens Svampskador idag	Konsekvens Svampskador 2050	Konsekvens Svampskador 2100
Workshopresultat:			
Gran	2 till 3	3 Norrland	4 Svealand 2-3 Norrland
Tall	1-2	1-2	2
Barrblandskog	2 till 3	3	3
Analysgruppens resultat:			
Rotröta (hela landet totalt)	2	2	2
Svamp (Norrland)	2	2	2

5.5.4 Slutsats och behov av utveckling

För att minska risken för svampskador behövs åtgärder på kort och lång sikt. Trädslagsval, ståndortsanpassning, tidpunkt för avverkning, stubbehandling mot rotröta med mera har inverkan på infektionsrisk och trädens vitalitet, vilket kan motverka olika skadesvampars utbredning.

Stubbehandling i samband med avverkning (gallring och föryngringsavverkning) är en effektiv åtgärd mot rotröta. Risken för infektion avgör lönsamheten i åtgärden. Då risken för infektion är högre under vegetationsperioden, och att klimatförändringen medför att denna förlängs, inte minst i södra Sverige, men även i norr, är det viktigt att utöka arbetet med stubbehandling i tid och rum. I Götaland och Svealand kan det på sikt bli nödvändigt att alltid stubbehandla vid avverkning i barrdominerade bestånd och att behandlingen även måste bli vanligare i norra Sverige. En längre vegetationsperiod och kortare perioder med tjälade förhållanden pekar på vikten av god avverkningsplanering och ett väl utformat skogsbilsnätverk, för att minska risken för körskador.

En väl utförd ståndortsanpassning är en grund för att träden ska vara vitala. Exempelvis drabbas gran på torr mark i högre utsträckning av rotröta. Ståndortsanpassningen innefattar trädslagsval vid föryngring men även en ståndortsanpassad röjning och gallring, med val av trädslag och tidpunkt för åtgärden. Rätt utförd

röjning och gallring medger ofta en möjlighet till kortare omloppstider, vilket kan minska risken för skadehändelser.

Olika former av blandskog (barrblandskog, lövinblandning och lövblandskog) kan vara en verksam väg att på sikt sprida riskerna samt att minska smittvägarna. Inte minst att blanda gran med andra trädslag för att minska infektionsrisken och smittvägarna för rotröta.

Skogsträdsförädling kan vara ett viktigt verktyg för att minska risken för att träden drabbas av skadegörare. Möjliga åtgärder inom skogsträdsförädlingen beskrivs i kapitel 5.7.5 nedan.

5.6 Erosion, ras, slamströmmar och skred

5.6.1 Klimatrelaterade händelser

Skogsbruksåtgärder, speciellt anläggande av skogsbilvägar, terrängkörning med orsakande av körskador samt kalavverkning är identifierade som centrala utlösande faktorer för erosion, ras och slamströmmar.[184] En samlad nationell uppföljning av förekomst, orsak och kostnader till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar, saknas idag. Detta medför att såväl händelseförlopp som kostnader för händelser inte finns dokumenterade och därmed i princip är omöjliga att följa upp. En skattning av kostnader för ett antal händelser där skogsbruksåtgärder i kombination med högflödesepisoder orsakat ras eller slamstömmar som skadat vägar, visar dock att varje händelse kostar minst 200 000 kr för återställande av enbart vägen.[185] Kostnader för omledning eller stillestånd av trafik, återställande av kablar som finns i anslutning till väg liksom kostnader för inverkan på vattenkvalitet och miljövärden ingår inte. Utöver detta finns inga kostnadsuppskattningar för exempelvis förlorad virkesintäkt eller mark, fördyrad eller omöjliggjord drivning av området samt förlust till följd av utbrott av barkborre.

Vid ras och slamströmmar avsätts jordmassor nedanför slänten och ger konsekvenser för det som finns lokaliserat där. En analys av kartunderlag[186] som identifierar branta instabila slänter som är känsliga för vegetationsförändringar i form av exempelvis skogsbruksåtgärder, visar att jordmassorna från ras eller slamströmmar påverkar totalt 68 400 så kallade konsekvensområden. Av dessa innehåller 42 procent vägar, järnvägar, byggnader eller vattenskyddsområden. Det totala antalet byggnader som beräknas ligga inom konsekvensområdena beräknas till knappt 120 000, varav 50 000 bostäder, 1 500 industrier, 2400 byggnader för samhällsfunktioner och drygt 60 000 ospecificerade komplementbyggnader.[187] Potentialen för skadehändelser med allvarliga konsekvenser relaterat till erosion, ras och slamströmmar orsakat av skogsbruksåtgärder i ett ändrat klimat, torde därför vara stor.

Extrema väderhändelser som resulterat i rapporter om bortspolade skogsbilvägar, eller ras ned mot allmänna vägar ökar.[188,189,190] Bilden bekräftas av statistik från räddningstjänstens insatser som visar att antalet insatser rörande ras, skred och

[184] Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag. Rapport 2021/9.
[185] Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag. rapport 2021/9.
[186] Skogsstyrelsen. 2016. 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. Rapport 2016/10.
[187] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[188] LRF. 20231013. Det var en gång en skogsbilväg. Nyhet.
[189] SVT. 20230701. Stora skador i Matfors efter skyfall – Per-Anders nedfart spolades bort. Nyhet.
[190] Skogsstyrelsen. 20230912. Omfattande regnskador på skogsbilvägar – skogsägare uppmanas inspektera. Nyhet.

slamström har ökat från totalt 155 utryckningar mellan 2005 och 2017 till att vara 50 stycken enbart år 2018.[191] Det bör noteras att flertalet händelser kopplat till skogsbruksåtgärder sker utan insats från räddningstjänst varför siffrorna kan anses vara låga.

Även på övergripande nationell nivå lyfts de förväntade ökade kostnaderna till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har skattat förväntade direkta skadekostnader för erosion, ras, slamströmmar och skred som är klimatrelaterade till mellan 20 och 50 miljarder kronor fram till år 2100 om inte förebyggande åtgärder vidtas.[192] Av *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning*[193] lyfts att Statens geotekniska institut (SGI) bedömt att antalet skred kan sexfaldigas de kommande åttio åren i slänter som idag är ras- och skredbenägna[194]. Som exempel på en enskild hög kostnad till följd av skred kan nämnas skredet i Spekeröd 2023, vilket lika gärna skulle kunna ha utlösts av en felaktigt placerad vägbank till en skogsbilväg.[195]

Enligt ensemblen av klimatmodeller, se kapitel 3, är det framför allt de blötare förhållandena under höst, vinter och vår, de längre perioderna utan tjäle samt ökat antal nollgenomgångar som bidrar till händelser i form av erosion, ras, slamströmmar och skred. Kraftig eller långvarig nederbörd ökar vatteninnehållet i marken vilket minskar markens stabilitet och ökar riskerna för händelserna. Skogens betydelse i form av vattensugande, skyddande och armerande funktion blir central för släntstabilitet i dessa fall och upptagande av yttäckande kala hyggen accentuerar effekten av högflödesepisoderna. Kraftiga nederbördsepisoder eller snabb snöavsmältning ökar även ytavrinningen vilket ökar fara för erosion, ras och slamströmmar. Speciellt problematiskt blir det i de fall vatten samlas upp och koncentreras av till exempel diken, skogsbilvägar eller körskador. Skogsbruket är delvis beroende av tjäle vilket gör att en framtida ökning av otjälade förhållanden samt ökad frekvens nollgenomgångar ökar faran för körskador.[196,197,198]

---

[191] SGI och MSB. 2021. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Karlstad.
[192] SGI och MSB. 2021. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Karlstad.
[193] Regeringens skrivelse. Skr. 2023/24:97 Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning,
[194] SGI. 2022. Framtida kostnader till följd av ras, skred och erosion, Fördjupning av klimateffekter (dnr:1.12107-0584, 2022). Underlag framtaget av SGI.
[195] Stenungsunds kommun. 20230923. Samlade nyheter om skredet. Websida.
[196] Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.
[197] Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag. Rapport 2021/9.
[198] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19.

Även de ökande perioderna av lägre markfuktighet och därmed ökad risk för skogsbrand medför en indirekt ökad fara för erosion, ras och slamströmmar. I händelse av att ett brant instabilt område brinner så kraftigt att all vegetation och skyddande förna/humuslager brinner upp ökar faran för efterföljande slamströmmar direkt efter brand. Släntens stabilitet minskar fram tills att ny vegetation etablerats.[199]

5.6.2 Sårbarhet

Analys av kartunderlag[200] som identifierar branta instabila slänter som är känsliga för vegetationsförändringar och där till exempel skogsbruksåtgärder kan orsaka erosion, ras och slamströmmar, visar att dessa områden utgör närmare en halv miljon hektar. Dessutom har cirka fem procent av vattendragen förutsättningar för ras eller slamströmmar. Dessa områden är direkt sårbara utifrån att de kan erodera, rasa eller att slamströmmar kan uppkomma. En indirekt sårbarhet har angränsande områden som ligger uppströms eller ovan dessa sårbara områden eftersom vatten kan rinna ner mot dessa instabila områden, samt de områden nedanför de instabila områdena, där exempelvis samhällsfunktioner kan påverkas (se avsnitt 5.6.2). Till detta ska läggas de arealer där det finns förutsättningar för skred vilket framför allt är kopplat till förekomst av kvicklera. Potentiella områden för förekomst av kvicklera och därmed kvicklereskred är främst Västsverige samt områden längs svenska kusten som legat under högsta kustlinjen eller varit täckta av saltvatten.[201]

Skogsbruksåtgärder som kalavverkning, terrängkörning, anläggande av skogsbilvägar samt markberedning påverkar markstabiliteten negativt och ökar risken för erosion, ras och slamströmmar.[202] Dessa effekter förstärks av klimatförändringen. Skogsbruksåtgärder som medför ökad belastning av marken, till exempel genom anläggande av vägbank eller upplag av timmer kan öka risken för skred i skredkänsliga områden. Även denna risk förstärks av klimatförändringen då skredkänsligheten i kvicklera ökar med ökad vattenhalt.[203]

Förutom marklutning, jordart och vatteninnehåll beror en slänts känslighet för klimathändelser av typen av vegetation i slänten. Vegetationen bidrar till markstabiliteten genom att suga vatten och sänka grundvattennivån, skydda marken mot

[199] Preventionweb (UNDRR). 20250124. After the fire: Rain on wildfire burn scars can trigger deadly debris flows – a geologist explains how. Nyhet.
[200] Skogsstyrelsen. 2016. 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. Rapport 2016/10.
[201] SGU. 2016. Saltvattenavsatta leror i Sverige med potential för att bilda kvicklera. rapport 2016:08.
[202] Skogsstyrelsen. 2016. 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. Rapport 2016/10.
[203] SGI och MSB. 2021. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. MSB. Karlstad.

regnets spolande verkan samt bidrar rötterna med armerande och bindande funktion. Trädarter med djupgående rötter som tall och löv är att föredra i en brant framför gran med ett ytligt rotsystem som inte armerar marken lika bra och även riskerar att fällas vid storm. Tall och löv är även gynnsamt då de ger ljusinsläpp till markytan och därmed gynnar ris och fältskikt tillskillnad mot täta granbestånd där endast en barrmatta täcker marken.[204] Känsligheten för klimathändelser ökar således i branta instabila områden där det finns enskiktade monokulturer av gran, medan känsligheten är lägre i instabila slänter med flerskiktade bestånd av tall och löv.

Förmågan att minska känsligheten är i det korta perspektivet kopplat till planering av skogsbruksåtgärder. Genom att anpassa skogsbruksåtgärder, till exempel förhindra körskador som ackumulerar och koncentrerar vattenflöden eller anlägga skogsbilvägar utan att förändra hydrologin i slänter, minskar riskerna. Riskerna kan även minskas genom att planera och genomföra föryngringsåtgärder för att undvika kalavverkade ytor i branta, instabila områden eller i avrinningsområdena in mot dessa.

Sett i ett längre perspektiv behöver man på känsliga marker ställa från likåldriga bestånd som sköts med föryngringsavverkning till flerskiktade bestånd som sköts med hyggesfria metoder. Detta säkerställer att sådana områdena behåller en vattensugande, skyddande och armerande vegetation, som dessutom är mindre känslig för storm och till viss del brand. Det är i linje med etablerandet och skötseln av de skyddsskogar som inrättats i till exempel Norge, med syfte att skydda samhällsfunktioner mot bland annat erosion, ras, slamströmar och skred.[205]

Sammanfattningsvis beror anpassningsförmågan av hur snabbt skogsbruksåtgärder ställs om på kort och lång sikt. En uppföljning av Skogsstyrelsens mål för klimatanpassning[206] visar att problem med körskador fortgår samt att branta instabila områden som anmäls, kalavverkas till större del år 2023 jämfört med år 2015. Även den totala sammanhängande arealen av kala ytor ökar för ytor upp till 50 ha i södra och mellersta Sverige.[207] En analys av inkomna avverkningsanmälningar och huruvida de träffar Skogsstyrelsens nuvarande kartskikt över branta instabila områden visar en 10-procentig ökning från 5005 träffar under 2022 till 5539 träffar under 2024.[208] Detta innebär att känsligheten för erosion, ras och slamströmmar samt skred är fortsatt hög eller till och med ökande.

[204] Skogsstyrelsen. 2016. 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. Rap-port 2016/10.
[205] Landbruksdirektoratet. Vernskog og naturfare. Websida.
[206] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19.
[207] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19.
[208] Skogsstyrelsens statiskt för tillsyn 2024.

5.6.3 Bedömning av konsekvenser

Den sammanvägda bedömningen för konsekvenserna för skador från ras och skred som skett i skogsmark, som gjordes under workshoparna är att de generellt kommer att ligga kvar på högsta konsekvensnivå fram till 2100 (Tabell 5.6). Konsekvenserna är bedömda utifrån att ingen åtgärd görs idag, det vill säga att känsliga områden brukas med trakthyggesbruk även fortsättningsvis och ingen klimatanpassning eller annan åtgärd utförs, utan skogen brukas enligt traditionella skogsbruksmetoder.

Tabell 5.6 Bedömning som gjordes i workshop med en gruppering av Skogsstyrelsens specialister och skogskonsulenter i hur stora konsekvenserna för skador på grund av ras och skred är idag, samt framåt i tiden. I uppgiften ingick att bedöma de framtida konsekvenserna mot klimatscenario RCP4,5 och RCP8,5. Mer information om bedömning finns i bilaga 1. Nivåerna på konsekvenserna beskrivs i tabell 2.1. Gruppen genomförde bedömningen för södra Norrland.

	Konsekvens av skador på grund av ras och skred idag	Konsekvens av skador på grund av ras och skred 2050	Konsekvens av skador på grund av ras och skred 2100
Södra Norrland	4	4	4

5.6.4 Slutsats och behov av utveckling

Erosion, ras, skred och slamströmmar ökar till följd av klimatförändringen. Skogsbruksåtgärder som hyggesupptag, körskador och anläggande av skogsbilvägar är identifierade som viktiga utlösande faktorer. Centrala åtgärder för att förhindra att skogsbruk bidrar till erosion, ras, skred och slamströmmar är att planera och genomföra slutavverkning och gallring så att körskador inte uppstår eller att anlägga skogsbilvägar så att vattenrörelser i landskapet inte påverkas, exempelvis genom att använda rätt antal trummor av rätt dimension. Vidare bör användning av hyggesfria metoder öka och arealen hyggen minska inom branta instabila områden liksom i avrinningsområdena mot dessa, för att kunna minska risk för ras, skred och erosion. Nämnda åtgärder är speciellt viktiga att få till stånd inom branta, instabila områden vilka har samhällsfunktioner som kan påverkas vid en händelse. Dessa åtgärder beskrivs mer utförligt under punkterna 11 till 14 i tabell 1.2.

Typ av vegetation har betydande betydelse för att bibehålla eller öka släntstabilitet. Trädslagsval i form av plantering eller gynnande av tall och löv, samt skötsel som bidrar till flerskiktade ljusa bestånd, är åtgärder som bör öka inom branta instabila områden. Det är även av vikt att ståndortsanpassa och skapa variation för att minska uppkomst av andra skogsskador, som i sin tur kan bidra till att större sammanhängande områden utan trädskikt uppkommer. Dessa åtgärder beskrivs mer utförligt under punkterna 1 till 5 i tabell 1.2.

Inverkan på vatten, det vill säga inverkan på mängd, hastighet och lokalisering är en gemensam faktor för alla ovan föreslagna åtgärder. Eftersom vatten rör sig i ett landskap behöver samtliga ovan nämnda åtgärder genomföras med ett landskapsperspektiv. Verktyg för att möjliggöra effektiv landskapsplanering, det vill säga

samordning av skogsbruksåtgärder över fastighetsgränser, med syfte att minska erosion, ras, skred och slamströmmar saknas idag. Likaså behöver kunskap kring orsak och verkan öka inom såväl myndigheter som verksamma inom skogsbruk och exploatering, för att erhålla en attitydförändring och därmed minskat riskbeteende.

5.7 Övriga risker och aspekter

5.7.1 Risker för biologisk mångfald

5.7.1.1 Klimatrelaterad påverkan

Varje klimatförändring kommer att påverka artsammansättningen på en plats i någon utsträckning, vare sig det handlar om ökad medeltemperatur, ökad eller minskad nederbörd, ökad eller minskad förekomst av längre torr- och fuktperioder, kortare vintrar eller förändrade förhållanden mellan snö och kyla. Påverkan sker direkt i form av att olika biotoptyper och strukturer minskar eller ökar på grund av klimatförändringen och indirekt via beroendet av andra arter. Många arters utbredningsområden kommer att flytta med klimatet norrut och uppåt i altitud. Hur olika arter kommer att påverkas går att modellera. De arter som är särskilt känsliga är specialister på kalla klimat och svårspridda arter. För den typen av arter kommer lokala utdöenden bli vanligare i ett förändrat klimat [209]. Sannolikt kommer Barentsområdet (norra delarna av Norge, Finland och Sverige) att bli fuktigare och varmare än idag och vegetationen i högre grad domineras av barrskog medan gräsmarker blir ovanligare[209]. Det finns även kunskap om att nyckelarter i födokedjan som exempelvis fjällämmel och andra smågnagare påverkas av ändrade snöförhållanden och mildare vintrar vilket i sin tur påverkar hela födokedjan och populationsdynamiken hos många djur[210,211].

Emellertid styrs troligen många arter i vissa avseenden även av dagslängden. Det är studerat för exempelvis gran och tall, där dagslängden styr tidpunkten för invintring och skogsharen, där dagslängden styr tidpunkten för byte till mörkare sommarpäls. För skogsharen ökar risken att bli rovdjursdödad om de har en vit päls under vintrar med snöbrist[212]. När dagslängden är konstant samtidigt som det sker årstidförändringar kan fåglars migration, som bland annat styrs av tillgängligt dagsljus[213], påverkas men effekten på många växter och djur är dåligt studerad. Klimatförändringen medför att det uppstår nya kombinationer av klimat och ljusklimat som inte fanns innan. För vissa arter kommer evolutionen i detta avseende att vara snabb så att de ändå kan följa med 'sitt' klimat norrut, men för andra går kanske klimatförändringen för fort?

Den ökande förekomsten av längre torrperioder sommartid i stora delar av landet (ej nordvästra) är ett stort hot mot många fuktberoende arter, vilket förstärks av att en stor andel av de fuktiga och blöta miljöerna försvunnit till följd av historisk

[209] Hof *et al.* 2015. Future of Biodiversity in the Barents Region. TemaNord 2015:519.
[210] Kausrud *et al.* 2008. Linking climate change to lemming cycles. Nature 456:6.
[211] Soininen *et al.* 2024. Macroecological patterns of rodent population dynamics shaped by bioclimatic gradients. Ecography e07058.
[212] Pedersen *et al.* 2016. Climate change induced molting mismatch? Mountain hare abundance reduced by duration of snow cover and predator abundance. Ecosphere 8(3) e01722.
[213] Sockman, K. och Hurlbert, A. 2020. How the effects of latitude on daylight availability may have influenced the evolution of migration and photperiodism. Functional Ecology 34:1752-1766.

dikning[214], rätning av vattendrag och sjösänkningar. Fler torrperioder sommartid ökar också antändningsrisken i skogen. Tillväxten för olika trädarter kommer förändras till följd av hur de hanterar torkstress [215] vilket i sin tur kan påverka deras utbredning i tempererade och boreala delar av Sverige.

I och med att många arter till följd av värmen startar upp tidigare på våren, då nätterna fortfarande är långa, kan extra kalla temperaturer under natten öka risken för så kallade vårbakslag[216], inklusive frostskador[217] och frystorkning.

5.7.1.2 Sårbarhet

En stor andel av klimatförändringens mer grundläggande inverkan på den biologiska mångfalden i den svenska skogen kommer inte att gå att påverka, med mindre än att utsläppen av växthusgaser sänks radikalt. Om världen lyckas sänka utsläppen av växthusgaser och nå Parisavtalets tvågradersmål kan det innebära stor skillnad för skyddade naturområdens förmåga att behålla arter jämfört med business-as-usual som beräknas ge en global temperaturhöjning på 4,5 grader. Om målet nås skattas 56–67 procent av de skyddade områdena globalt fortsätta ha en starkt skyddande funktion men endast 18–33 procent utan utsläppssänkningar. De högre procentsatserna i intervallen avser tillämpningen av genomtänkta strategier med spridningskorridorer (god grön infrastruktur). I Sverige, liksom på andra nordliga breddgrader beräknas temperaturhöjningen bli större än det globala medeltalet.[218] En svensk studie visar på att bredare kantzoner runt skogsområden med hög biologisk mångfald kommer vara en viktig bevarandeåtgärd för att bevara många arter som påverkas negativt av torksstress[219].

En genomgripande nord/höjdförflyttning av växtzoner och därmed arters klimatmässiga utbredningsområden pågår alltså nu. En avgörande fråga är i vilken grad arterna, såväl vanliga som mer svårspridda och känsliga, förmår att följa med i samma takt och i vilken grad det nordförflyttade klimatet faktiskt blir detsamma, både med avseende på temperatur och vattenbalans och vilken betydelse förändringen i ljusklimat får? Hur väl spridda förekomsterna av lämpliga miljöer är i skogslandskapet, för respektive art, spelar då stor roll.

---

[214] Hånell B. 2009. Möjligheterna till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker. Faktaunderlag till MINT-utredningen, bilaga 4, Sveriges lantbruksuniversitet.
[215] Kretz *et al.* 2025. Functional traits explain growth response to successive hotter droughts across a wide set of common and future tree species in Europe. Plant Biology (early view).
[216] Schlyter *et al.* 2006. Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce, Climate Research, Vol. 31: 75–84.
[217] Jönsson, A. M. och Bärring, L. 2011. Ensemble analysis of frost damage on vegetation caused by spring backlashes in a warmer Europe, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 401–418
[218] Warren *et al.* 2018. The implications of the United Nations Paris Agreement on climate change for globally significant biodiversity areas. Climatic Change 147, 395–409
[219] Koelemeijer *et al.* 2022. Interactive effects of drought and edge exposure on old-growth forest understory species. Landscape Ecology 37:1839-1853.

Situationen för Sveriges del gynnas i viss mån av att liknande naturgivna förutsättningar återkommer någorlunda frekvent längs en syd-nordgradient och vidare upp mot fjällen. Det finns magra till rika/kalkrika marker på torra till fuktiga marker med tall, gran, björk och asp som dominerande trädslag och liknande dominerande markvegetationstyper (till exempel lavmark, lingon, blåbär, gräs, lågört och högört) över hela landet. Många ursprungliga habitattyper är emellertid starkt fragmenterade, till exempel orörd barr-, bland- och lövskog i södra och nordöstra Sverige, orörda skogsomgivna våtmarker på bördig torvmark, osv, vilket kan försvåra migrationen för många arter. Vissa speciella habitattyper (till exempel fuktiga kalkpåverkade områden) är naturligt glest förekommande men har nya hinder emellan sig, som vägar och jordbruksområden, som kan försvåra för vissa långsamspridda arter att hinna flytta med klimatet.[220]

Markanvändningen har haft en genomgripande påverkan på den svenska skogens mångfald, främst genom uppodling, användning av insekticider, utdikning, brandbekämpning och skogsbruk. De senaste decenniernas miljöarbete har inneburit att utarmningen bromsats in och till och med vänt i vissa avseenden, sedan läget på 1980-talet. Mängden död ved har exempelvis ökat i skogen i hela landet[221]. I norr slutavverkas dock skog fortfarande för första gången på många håll och arbetet med reservatsbildning, frivilliga avsättningar och bättre generell hänsyn innebär där framförallt att artutarmningen saktar ner, men inte att den vänds. Likåldriga trädslagsrena bestånd av gran och tall bidrar endast i låg grad till mångfaldsmosaiken. Arvet från den låga grad av hänsyn som togs under perioden 1960–90 slår för närvarande igenom i medelålders skog.

Många brandberoende och brandgynnade arter är hotade idag på grund av en effektiv brandbekämpning. Räddningsinsatser i form av naturvårdsbränningar, pågår dock idag runtom i landet, vilket minskat hotbilden för flera sådana arter[222]. Hittills genomförda förbättringar i brandbekämpningskapaciteten på senare år motverkar emellertid den ökade risken för större bränder, så länge kapaciteten bibehålls.

5.7.1.3 Bedömning av konsekvenser

Klimatförändringarna kommer att medföra en genomgripande inverkan på den biologiska mångfalden i det svenska skogslandskapet, framförallt via förändringar i utbredningsområden för de allra flesta skogslevande arterna. Sannolikt får många arter svårt att klara omställningen då den kombination av livsmiljö och klimat som de behöver för att kunna konkurrera om utrymmet inte kommer att finnas i det framtida landskapet alls, eller inte i tillräcklig omfattning om inte insatserna för att bevara dem ökar. Hur stor betydelse det får att det blir nya kombinationer av klimat och dagslängder på så pass kort tid är okänt.

[220] Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12.
[221] Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12.
[222] Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12. …

De fjällnära ekosystemen påverkas också av klimatförändringar. Redan i dagens klimat ska gränserna för barr- respektive fjällbjörkskogen längs fjällkedjan egentligen ligga betydligt högre upp men omställningen tar lång tid eftersom träden växer så långsamt. Det går att se att trädgränsen förskjutits ca 200 höjdmeter i vissa delar av fjällen de senaste 100 åren till följd av ca 1,6 graders ökning i temperatur[223]. Under tiden kan sydligare arter av fåglar, insekter och lättspridda växt- och svamparter komma in och konkurrera med dem som tidigare vunnit på sin tålighet mot kyla och korta växtsäsonger. Till exempel har det föreslagits att lappmesens tillbakagång delvis kan förklaras av en ökad konkurrens från talgoxe och talltita.[224]

Även arter som är beroende av gamla trädindivider eller död grov ved av ädellöv, exempelvis ek, bok och ask, med en nordgräns i landet måste vänta in bildning av dessa specifika substrat under sin flytt norrut.

Generalister som skapar stora störningar, som till exempel olika skogsskadegörare, följer i vissa fall med klimatet lättare/tidigare än sina naturliga fiender, vilket drabbar de arter som annars nyttjar de åldrande träden i långsammare takt. Även i naturreservat har exempelvis granen drabbats hårt av granbarkborren på vissa håll. Den ökade successivt ökande risken för antändning i skogen i stora delar av landet kan bidra till att brandberoende arter för bättre förutsättningar. Att risken för stora bränder motverkas har både nackdelar och fördelar i bevarandearbetet.

5.7.1.4 Slutsats och behov av utveckling

Arbetet med att skapa en så kallad ’grön infrastruktur’ i skogslandskapet, d v s en mosaik av förekomster av små och stora biotoper som förhoppningsvis ger livsutrymme åt alla naturgivna arter behöver fortsätta och förstärkas. Detta eftersom landskapet nu också måste medge en storskalig nordförflyttning av arternas utbredningsområden.

Vad som behövs i form av storlekar och frekvens av lämpliga biotoper i landskapet skiljer stort mellan arter. Sammantaget för artmångfalden skapas en sådan grön infrastruktur av summan av olika typer av skyddade större och mindre områden och småbiotoper och strukturer (död ved, gamla träd, buskar, markmiljöer av olika slag, etc) i den brukade skogen. Ju rikare den brukade skogen tillåts vara, desto mer underlättas migrationen. En väl utvecklad sådan grön infrastruktur minskar dessutom de generella hoten från mer frekventa torrperioder samt från klimathändelser som gynnar konkurrenter till, patogener på och vårbakslag för känsliga arter, som milda och fuktiga vintrar.

[223] Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12.
[224] Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12.

Skogar med en mer naturlig trädslagsblandning kan vara att föredra i ökad omfattning framför trädslagrena skogar, framförallt av gran, vilket sammanfaller med behovet av klimatanpassning för skogsproduktionens skull[225].

Hänsynen till kalla och fuktiga livsmiljöer; bäckar, surdråg, branter, sumpskogar, nordsluttningar med flera, kan behöva utökas påtagligt, exempelvis med hjälp av hänsynsområden, utökade skyddszoner och mer hyggesfritt brukande. Återskapandeåtgärder som återvätning av dikade marker kan bidra i det arbetet, speciellt i södra Sverige och upp längs norrlandskusten där störst andel sumpskog dikats ut och där risken för förlängda torrperioder är större.

För att motverka risker för människor och ekonomiska värden och även i viss mån mångfaldsvärden bör brandbekämpningskapaciteten fortsätta att utvecklas. Parallellt är det därför angeläget att fortsätta arbetet med naturvårdsbränningar runtom i landet, i syfte att bevara brandberoende arter[226], såvida inte en ökad frekvens av småbränder med tiden ersätter det behovet i delar av landet.

[225] Felton *et al*. 2024. Climate change adaptation and mitigation strategies for production forests: Trade-offs, synergies, and uncertainties in biodiversity and ecosystem services delivery in Northern Europe. Ambio. 53:1-16

[226] Granström, A. 2001. Fire Management for Biodiversity in the European Boreal Forest. Scandinavian Journal of Forest Research, 16(sup003), pp. 62–69

5.7.2 Risker i renskötselområdet

5.7.2.1 Klimatrelaterad påverkan

Renskötseln bedrivs i halva Sverige, i norra delen av landet [227]. Under vinterhalvåret betar alla renar i skogen och även sommartid på vissa håll. Klimatförändringen påverkar renskötseln både direkt och indirekt, och påverkan kan förstärkas eller mildras via åtgärder som genomförs i skogsbruket.

Perioden med snötäckt mark blir över tid allt kortare och består till allt större del av så kallade nollgenomslag med risk för isskorpbildning som renarna inte klarar att skrapa bort så att de kommer åt marklaven under snön. Även hänglaven kan isas ner. Det kan också resultera i att flytten ner till vinterbetet flyttas fram. Gamla flyttstråk kan sluta fungera då vattendragen inte fryser och sjöarnas is inte är stabil, eller får blankis vilket renarna helst undviker.

Ökad stormfällning till följd av minskad tjäle kan skada stängslade betesområden och försämra framkomligheten för renskötarna i arbetet. Om stora områden blåser ner på en gång kan äldre hänglavsbärande skog bli en bristvara för den lokala samebyn. Detsamma gäller om större bränder uppstår i äldre skog. Under tiden efter en brand störs dessutom renarna av brandlukten i ett större område som beror av vindriktningen.

Varmare och fuktigare somrar kan innebära ökad risk för spridning av insekter (som fästingar och älgflugor) som ger sjukdom på renar[228].

5.7.2.2 Sårbarhet

Mycket har förändrats för renskötseln under historiens gång till följd av skogsbruk, vägar, vattenkraft, gruvor, turism, med mera. Tillgången på lav har minskat, sammanhängande betesområden har fragmenterats och renarna störs oftare på olika sätt när de behöver ro att beta eller kalva. Det är en viktig bakgrund att beakta när man analyserar klimatförändringens inverkan. Samtidigt finns numera tillgång till motordrivna fordon och moderna tekniker, vilket ökar flexibiliteten för övervakning av renarna i viss mån.

Renskötseln bygger på naturbete. Stödutfodring förekommer endast som en dyr nödåtgärd. Samebyar kan söka ersättning från Sametinget vid låsta beten[229] men om detta sker samtidigt inom ett stort område och flera samebyar drabbas räcker inte de medlen till alla som ansöker om ersättning.

---

[227] SWECO. 2019. En sammanställning av fyra samebyars pilotprojekt med klimat- och sårbarhetsanalys samt handlingsplan för klimatanpassning, syntesrapport, på uppdrag av sametinget.
[228] SWECO. 2019. En sammanställning av fyra samebyars pilotprojekt med klimat- och sårbarhetsanalys samt handlingsplan för klimatanpassning, syntesrapport, på uppdrag av sametinget.
[229] Låst bete innebär att marken och marklaven blir oåtkomlig för renarna för att det har bildats is ovanpå snön. Detta kan ske exempelvis när det först har snöat, därefter regnat och sedan blir kallt igen. Denna typ av temperaturväxlingar antas bli vanligare framöver i ett förändrat klimat.

5.7.2.3 Bedömning av konsekvenser

Med ökad risk för isbildning på marken ökar behovet av tillgång till alternativ lavhävdad eller hänglavsrik skogsmark för vinterbetet. Data från Riksskogstaxeringen[230] visar att marklaven har minskat med 70 % från år 2000 till 2021. Minskningen är störst i Norrbotten där de flesta samebyarna finns. Äldre skogar som hade kunnat utvecklas till viktiga hänglavsskogar avverkas idag i så hög takt att hänglavstillgången minskar.

Vidare visar data från Riksskogstaxeringen[231] att antalet stammar i röjningsbestånd och grundytan i gallringsskogar ökar. Skogarna blir därmed mörkare vilket missgynnar lavtillväxten. Det försämrar också framkomligheten för renarna.

Utvecklingen går således mot färre istället för fler alternativa vinterbetesmarker för samebyarna att styra sina renar till när det blir problem på de primärt tilltänkta markerna.

Att de traditionella flyttvägarna försämras över tid gör att nya behövs. Sådana alternativ finns inte överallt, störningarna och hindren är för många. Utvecklingen går successivt mot ökad renflytt via bil, vilket innebär en stor kostnad för berörda samebyar.

Inhängning av renar med utfodring kan få oönskade sjukdomar som exempelvis renpest att sprida sig bland djuren när många djur samlas i samma hage och de inte kan ha sitt fria naturbete.

5.7.2.4 Slutsats och behov av utveckling

Åtgärderna som togs fram 2019 och rör skogsbruk och renskötsel är:

- Planera skogsbruksåtgärder så att tillgången på vinterbete och klimatanpassade flyttleder för renen förbättras; undvik exempelvis contortatall i för rennäringen 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 avverkningen av hänglavsbärande skog i vinterbetesområden så att hänglavstillgången bibehålls eller ökar.

Inga resultat av dessa åtgärder går ännu att se i data från riksskogstaxeringen vilket framgår av kapitel 11 i Rapport 2024/19. Behovet av åtgärderna kvarstår, och kontinuerlig uppföljning behövs för att få kunskap om i vilken riktning risker utvecklas i renskötselområdet.

---

[230] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19. Delmål 11

[231] Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19. Delmål 11

5.7.3 Risker för kulturmiljö på skogsmark

I detta avsnitt avses risker för kulturmiljön i form av kulturlämningar, andra anlagda äldre landskapselement och äldre byggnader och bebyggelsemiljöer i skogslandskapet. Riskerna för kulturmiljön i form av biologiskt kulturarv anges i avsnittet om biologisk mångfald och naturvärden ovan.

5.7.3.1 Klimatrelaterad påverkan

Storm och skogsbrand

Den enskilda händelse som haft störst negativ påverkan någonsin på kulturmiljön i landet är stormen Gudrun år 2005. Tusentals kulturlämningar skadades eller förstördes av vindfällen, rotvältor och uttransport av stormfällt virke[232].

Risken för skador på kulturmiljön ökar då stormskador blir vanligare, på grund av milda vintrar med minskad tjäle i marken. Skogsbränder blir vanligare och mer omfattande på grund av varmare och torrare väder och skogar. Storm och skogsbrand kan också drabba enskilda byggnader eller bebyggda miljöer med kulturmiljövärden.

Risken för storm- och brandskador på kulturlämningar är också större i granskog, om stora granar växer på eller intill kulturlämningar. Detta eftersom granar har ytliga rotsystem och lättare faller i storm, och därmed kan skada intilliggande lämningar genom rotvältor. Ytterligare skador kan uppstå till följd av de körskador som ofta uppstår i samband med uttransport av stormfällt virke. Risken är också stor i tallskog, när det blåser hårt från ”fel håll”, det vill säga det håll som tallen inte är uppväxt att stå emot.

Vattenflöden, översvämning, ras och skred samt mildare vintrar utan tjäle

Översvämningar, ras och skred kan också negativt påverka eller förstöra kulturlämningar, äldre landskapselement och bebyggelse i skogslandskapet.

Risken för skador är större i och intill små vattendrag, särskilt i äldre bruks-, sågverks-, kvarn-, vattenkrafts- och industrimiljöer och där vattnet får flöda fritt efter eventuell utrivning av reglerande äldre dammar. I större vattendrag och i sjöar med stora vattenståndsvariationer kan det föreligga risk för stranderosion med ras eller skred som följd och som förstör kulturmiljöer. Körskador, diken, skogsbilvägar som skapar ackumulation eller omledning av vatten, vilket i sin tur skapar erosion och ras, kan förstöra fornlämningar och kulturmiljöer i eller nedanför slänter som är instabila.

Mildare vintrar utan tjäle ökar risken för framförallt körskador på och intill kulturlämningar. För fornlämningsskyddade miljöer enligt kulturmiljölagen gäller att

[232] Skogsstyrelsen. 2006b. Stormen 2005 – en skoglig analys, Meddelande 1. Kapitel 3.6.10 Skador på kulturmiljöer.

skyddet gäller inte bara för själva lämningen, som fångstgropen eller gravröset, utan också den omgivande miljö som lämningen behöver för att bevaras.

5.7.3.2 Sårbarhet

Känsligheten beror på följande faktorer:

- vilken typ av kulturmiljö som riskerar att påverkas eller förstöras av klimatrelaterade händelser,
- vilken skog (som ålder och trädslag) som växer i eller intill kulturmiljön,
- hur skogen växer i eller intill kulturmiljön (som yttäckning eller variation),
- var i landet kulturmiljön finns (som västra Sydsvenska höglandet eller Norrbottens inland).
- hur topografin ser ut (som platt eller sidlänt),
- vilken mark det är (som jordart, torr eller fuktig) och
- vilken klimatrelaterad händelse som inträffar.

Förvaltningen, skötseln och brukandet av skogen står i centrum för några av faktorerna och skulle kunna ses som en faktor i sig.

Variationen i sårbarhet är stor beroende på hur faktorerna kombineras. Exempelvis klarar ett gruvområde med lövskog i en dalgång i Bergslagen en storm bättre än ett Halländskt höglänt granskogstäckt gravfält från vikingatid. Varje kulturmiljö är i princip unik när det gäller sårbarhet även om vissa större drag kan ses i variationen.

Anpassningsförmåga

Kulturmiljön har ingen anpassningsförmåga, förutom det biologiska kulturarvet i gynnsamma fall efter den klimatrelaterade händelsen, exempelvis skogsbetesvärden vilka kan återfås med skötsel/fortsatt bete, eller hamlingsträd som klarat en brand. En genom en rotvälta förstörd järnåldersgrav eller nedbränd eller bortspolad bebyggelse kan i bästa fall bli arkeologisk kunskap vid räddningsgrävning respektive återuppbyggd i ursprunglig stil med traditionella metoder och material.

5.7.3.3 Bedömning av konsekvenser

Konsekvenserna för kulturmiljön av klimatrelaterade händelser i sig är uppenbara och beroende på variationen i blandningen av faktorerna enligt ovan. Skogsstyrelsen eller någon annan myndighet har dock varken tillräckliga data eller någon övervakning/uppföljning av i vilken omfattning och i vilken grad klimatrelaterade händelser påverkar eller skadar kulturmiljön i skogslandskapet.

5.7.3.4 Slutsats och behov av utveckling

Klimatrelaterade händelser kan ha stor negativ påverkan på kulturmiljön i skogslandskapet. Risken för påverkan beror på olika faktorer (enligt ovan).

Planering av skogsbruket och insatser för kulturmiljö behöver ske på landskapsnivå och över markägargränser för att skapa en optimal funktionell riskminimering. En god planering bygger på kunskap om det aktuella kulturlandskapet och kulturvärdena i sig. Då kulturmiljön omfattas redan i skogsbruksplaneringen blir det också enklare att röja, gallra och avverka för att minska risken för storm-, brand-, ras/skred- och körskador i samband med en klimatrelaterad händelse.

Att bruka skogar med hyggesfria metoder där rutor eller luckor skapas på och intill kulturlämningar är positivt för riskminimering och kan vara ett sätt att bättre klimatanpassa skogarna för bevarande av kulturmiljön. Omvänt är det direkt riskhöjande att spara skogen på eller intill kulturlämningar, men ta bort den intill dem. Detta gäller än mer vid trakthyggesbruk, då att spara vindkänsliga träd bara på en fornlämningsmiljö kan vara direkt förödande för fornlämningen vid en storm.

Val av trädslag vid nyplantering och förvaltning är också betydelsefullt för riskminimering. Det är alltid positivt för riskminimering och nästan alltid olämpligt att plantera skog på eller intill kulturlämningar, också beroende på den bioturbation och rotsprängning de växande träden medför. Plantering på fornlämningsskyddad mark kräver dessutom länsstyrelsens tillstånd enligt kulturmiljölagen.

Behovet av utveckling innefattar att Skogsstyrelsen och Riksantikvarieämbetet:

- tar fram data och uppföljning över klimatrelaterade händelsers påverkan på kulturmiljön,
- gör en riskanalys för att tydliggöra var i landet, för vilka skogar och kulturmiljöer risken är som störst för skador,
- rådger skogsägare och skogsföretag hur skogen kan klimatanpassas för att minska risken för skador och
- utvecklar styrmedel (som Nokås) för att stimulera skogsägare till sådan klimatanpassning av skogen.

Skogsägarna tar in sådana klimatanpassningsåtgärder i sin skogsbruksplanering och utför dem enligt planen tillsammans med skogsföretagen.

5.7.4 Risker i tätortsnära skogar

5.7.4.1 Klimatrelaterad påverkan

Den tätortsnära skogen definieras i den officiella statistiken som skog inom 0–3 kilometer från tätortsgränsen. Sammanlagt 4,3 miljoner hektar skogsmark eller 15 procent av all skogsmark i landet är tätortsnära skog.[233] I Sverige bor 88 % av befolkningen i någon av landets ca 2000 tätorter, varav de flesta är små. Endast 10 tätorter hade fler än 100 000 invånare.[234]

[233] Skogsstyrelsen. Statistik om tätortsnära skog. Websida.
[234] SCB. Tätorter i Sverige. Websida.

De klimatrelaterade händelser som påverkar skogen – till exempel storm, torka, extremnederbörd och brand (se analyser ovan över dessa specifika händelser) – påverkar också den tätortsnära skogen. Det som utmärker den tätortsnära skogen är att dessa klimatrelaterade händelser i större utsträckning även riskerar att påverka närliggande större befolkningscentra, skogsområden med många besökare (till exempel rekreationsområden), skolor, arbetsplatser, vägar och annan kritisk infrastruktur. Därtill är den tätortsnära skogen utsatt för ett exploateringstryck, ett tryck på skogen som kan komma att öka då skyddet av jordbruksmark föreslås stärkas ur livsmedelsberedskapssynpunkt[235].

Risken för skadegörare på stads- och skogsträd ökar i ett förändrat klimat. Almsjukans framfart bär syn för sägen och kan innebära drastiska effekter på landskapsbilden – en förändring som många människor reagerar starkt på. Det finns därför ett intresse för att hitta mer motståndskraftiga almar och askar, liksom alternativa trädslag som kan stå emot klimatförändringen och ersätta träd som ask och alm, för att därmed bibehålla och utveckla trädkrontäckningen och säkra olika ekosystemtjänster. Här finns risker att beakta för den tätortsnära skogen som har att göra med både spridning av invasiva arter och av skadegörare som importeras tillsammans med plantmaterial.

5.7.4.2 Sårbarhet

Skogarna närmast våra tätorter har egenskaper som utmärker dem från övriga skogslandskapet. Till exempel har de mer lövskog och fler grova träd än skogar längre bort från tätorter. I den riktigt nära skogen, inom 300 meter, finns det mer än dubbelt så mycket löv- och blandskog jämfört med skog längre bort. Undantaget är norra Norrland där andelen löv- och blandskog är lika stor eller lägre.

I den tätortsnära skogen är en mindre andel av skogen skyddad jämfört med skogslandskapet i övrigt och upp till 75 procent av skogen 2–3 kilometer från tätorter ägs av enskilda skogsägare. Därtill innehåller skogar nära våra tätorter fem gånger fler kända (registrerade) kulturlämningar än i övriga skogar.[236]

Tätortsnära skogar tillskrivs en allt viktigare roll inom samhällsplaneringen där skog och andra naturmiljöer har stor potential att minska risken för översvämning, ras, skred och erosion och att lindra effekten av högre temperaturer genom bland annat skugga. Därmed riskerar skador på tätortsnära skog, orsakade av klimatrelaterade händelser, i sin tur att medverka till negativa konsekvenser på skogens förmåga att bidra till den lokala klimatanpassningen av samhällen och infrastruktur, samt till andra ekosystemtjänster, så som rening av vatten och luft. Utöver klimatanpassning finns det även en stor efterfrågan på skogen nära tätorterna att leverera tjänster kopplat till folkhälsa, livskvalitet, friluftsliv, turism, biologisk mångfald och skogsnäring.

---

[235] Jordbruksverket. 2025. Stärkt skydd av jordbruksmark samt solelsproduktion i den gemensamma jordbrukspolitiken. Regeringsuppdrag.
[236] Skogsstyrelsen. Statistik om tätortsnära skog. Websida.

5.7.4.3 Bedömning av konsekvenser

Det finns en stor variation i landet mellan tätorter i avseende på bland annat befolkningsstorlek, täthet och byggelsestruktur, topografi, markpriser, samt omgivande natur- och kulturlandskapets historia och utveckling som gör det svårt att generellt beskriva konsekvenserna klimatrelaterade händelser på tätortsnära skog.

Den tätortsnära skogen har egenskaper, så som större andel löv- och blandskog, som på ett generellt plan kan göra dem mer motståndskraftiga för klimatrelaterade händelser så som brand och stormskador. Typiskt för de större städerna är att de ligger på produktiv mark nära kust och vattendrag, något som i regel skapar goda förutsättningar för höga biologiska värden och förekomst av äldre träd i och omkring tätorter.

Närheten till befolkningscentra och generellt sett fler besökare i den tätortsnära skogen kan å ena sidan förstärka de risker som är förknippade med klimatrelaterade händelser, till exempel ökad brandrisk när många människor rör sig i skog och mark, men å andra sidan också möjliggöra att akuta händelser upptäcks och åtgärdas snabbare. Fler bränder startas här, men de blir sällan så omfattande.

5.7.4.4 Slutsats och behov av utveckling

Tätortsnära skogar spelar en stor roll för folkhälsan, fysisk aktivitet och människors möjlighet till vardaglig kontakt med djur, natur, upplevelser, skogens kulturmiljöer och av årstidsskiftningar. Flera undersökningar visar att natur och friluftsliv främjar både den fysiska och den psykiska hälsan[237].

Det finns flera synergier att beakta och stärka mellan en aktiv rekreationsinriktad skötsel som stärker upplevelsevärden och attraktivitet, och en skötsel som samtidigt stärker skogens motståndskraft mot klimatrelaterade händelser. Till exempel kan det handla om åtgärder som röjning för sikt, klimatsäkring av stigar, leder och kulturmiljöer, ökad tillgänglighet till vattendrag och samt en skötsel som främjar en variation i träd och bestånd.

Med ett generellt sett stort besökstryck i tätortsnära skog finns det också anledning att beakta dessa skogars potentiella roll som ”skyltfönster” och ”lärplatser”– en möjlig pedagogisk arena för att kommunicera klimatanpassningsåtgärder till skolor, förbipasserande och olika grupper av yrkesverksamma i skogen. En åtgärd är att vidareutveckla och bilda nätverk i form av (nationella, regionala, lokala) lärandegrupper med skogliga aktörer, kommuner, myndigheter och andra intressenter inom samhällsplanering med fokus på brukande, skötsel och besöksförvaltning i tätortsnära skogar.[238]

[237] Folkhälsomyndigheten. Att vistas i naturen kan stärka vår psykiska hälsa. Websida.
[238] Skogsstyrelsen. 2023b. Friluftsliv och mångbruk – Mål och utvecklingsbehov för skogens sociala värden. Rapport 2023/11.

5.7.5 Genetik och skogsträdsförädling

5.7.5.1 Orientering

Trädens genetik påverkar hur mottagliga de är för olika klimatrelaterade händelser. I naturliga skogsekosystem sker en anpassning av skogens motståndskraft genom naturligt urval, genom trädens inneboende plasticitet, och genom migration eller genflöde[239]. Med klimatförändringens snabba förlopp riskerar dessa processer att vara otillräckliga för trädens naturliga anpassning.

En stor del av Sveriges produktiva skogsmark har de senaste 100-150 åren avverkats och därefter återbeskogats artificiellt med barrträd. Likaså har före detta betes- och jordbruksmark planterats igen. Då närproducerat skogsodlingsmaterial av barrträd historiskt varit en bristvara har mycket stora mängder skogsfrö importerats från framför allt centrala och nordöstra Europa[240]. Sammantaget har dessa storskaliga förflyttningar av skogsodlingsmaterial lett till att de lokala populationerna i produktionsskogen blandats upp eller till stor del ersatts med andra populationer (provenienser).

Efter hand lärde man sig mer om effekterna av denna typ av förflyttningar, exempelvis att gran från nordöstra Europa växte bättre i södra Sverige än lokal gran medan tall söderifrån ofta gav sämre resultat än lokal proveniens. Man lärde sig även att tallens överlevnad i Norrland blev bättre om den flyttades några breddgrader söderut.

Skogsodling med lövträd har varit ytterst begränsad jämfört med gran och tall, och föryngringen har i större utsträckning skett genom naturlig föryngring, särskilt bok. Även om behovet av skogsodlingsmaterial av lövträd därmed varit begränsat har en hel del ek från kontinentala Europa, såsom Nederländerna, planterats i sydligaste Sverige. Som jämförelse kan nämnas att man i Danmark använt mycket ek- och bokollon från olika delar av Europa.

Det finns idag väletablerade och storskaliga förädlingsprogram för tall och gran. Det ökande intresset för lövträd har lett till mer omfattande förädling av i första hand björk men även för andra trädslag pågår förädlingsaktiviteter i varierande omfattning. Inledningsvis väljer man ut så kallade plusträd ut som blir stamföräldrar till alltmer högförädlade plantor som idag står för den absoluta majoriteten av allt skogsodlingsmaterial som sätts ut i den svenska skogen. Förädlingen har under senare år gått från att primärt arbeta för ökad tillväxt med bibehållen kvalitet till att även inkludera andra förädlingsmål, i första hand resistens mot

[239] Aitken *et al.* 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. Evolutionary Applications, 1: 95–111.
Leites, L. och Benito Garzón, M. 2023. Forest tree species adaptation to climate across biomes: Building on the legacy of ecological genetics to anticipate responses to climate change. Global Change Biology, 29, 4711–4730.
[240] Myking *et al.* 2016. Historic transfer of forest reproductive material in the Nordic region: drivers, scale and implications. Forestry: An International Journal of Forest Research, 89(4), 325-337.

svampsjukdomar som väntas öka i takt med klimatförändringar och global handel med växter. Men andra mål finns också på skogsbrukets önskelista för framtida skogsträdsförädling, exempelvis ökad torktålighet[241].

5.7.5.2 Klimatrelaterad påverkan

Som framgår av denna rapport har skogen drabbats av olika typer av klimatrelaterade händelser. Dessutom har det visat sig att tillväxten i skogen avtagit den senaste tioårsperioden, och det spekuleras om denna nedgång kan kopplas till klimatförändringen (se kapitel 1.2, samt 5.1). Det är svårt att påvisa om och i så fall hur den historiskt omfattande användningen av förflyttat, och under senare decennier förädlat, skogsodlingsmaterial har påverkat trädens motståndskraft mot klimatrelaterade händelser.

5.7.5.3 Sårbarhet

Det finns en generellt sett hög tillit till att skogsträdsförädlingen förser skogsbruket med välanpassat skogsodlingsmaterial som är rustat att klara klimatförändringen. Därtill finns en ökad medvetenhet om vikten att ståndortsanpassa beståndsanläggningen så att exempelvis gran undviks på torrare marker och att ökad artdiversifiering eftersträvas. Skogsstyrelsens föreskrifter har även uppdaterats för att öka incitamenten att ståndortsanpassa återbeskogningen och skapa mer variation.

Skogsträdsförädlingen har som mål att erbjuda skogsodlingsmaterial som klarar den normala variationen av abiotiska och biotiska händelser, inbegripet de klimatscenarior som gäller fram till år 2100. Däremot är det svårt att testa och göra urval av material som klarar extremhändelser, vilket leder till osäkerhet om hur denna typ av händelser kan komma att påverka skogstillståndet på sikt.

5.7.5.4 Bedömning av konsekvenser

Enligt de bedömningar som gjorts är det sannolikt att användningen av förädlat skogsodlingsmaterial kommer att öka virkesproduktionen och göra skogen mer klimatanpassad[242],[243]. Det finns dock osäkerheter i de modeller och prognoser som används vilket bygger in motsvarande osäkerheter i de bedömningar som görs[244].

5.7.5.5 Slutsats och behov av utveckling

Det är svårt att veta i vilken omfattning användningen av förflyttat och förädlat skogsodlingsmaterial hittills har påverkat effekterna av klimatrelaterade händelser på skogen, men det kommer sannolikt att påverka skogens utveckling i framtiden.

Ett centralt mål för förädlingsprogrammen för gran och tall är att genom urval och geografisk förflyttning optimera förväntad arealtillväxt i ett klimat under förändring. Som komplement har förädlingen potential att bidra med förbättrad

[241] Skogsstyrelsen. 2023d. Skogsträdsförädling för ökad resistens mot skadegörare. Rapport 2023/19.
[242] Skogsstyrelsen. 2019d. Skogsskötsel med nya möjligheter. Rapport 2019/24.
[243] Skogforsk. 2020. Förädlat skogsodlingsmaterial 2020-2064. Arbetsrapport 1066-2020.
[244] Skogforsk. 2024. Scenario Förädling – ett komplement till SKA22. Arbetsrapport 1203-2024.

motståndskraft mot vissa biotiska skadegörare som förväntas öka med ett varmare klimat.

Några exempel från svensk forskning visar på denna potential:

- Det finns en genetisk variation i granens motståndskraft mot rotröta orsakad av svampen rotticka. Genom att selektera individer med högre motståndskraft räknar skogsträdsförädlingen med att rotröta hos gran kan begränsas i framtiden[245]. Detta arbete är redan påbörjat.
- Rostsvampen törskate orsakar stora skador på tall i norra Sverige. Genom genetiskt urval i fröodlingar kommer skogsodlingsmaterial som är något mindre mottagligt för törskate snart att finnas tillgängligt. Med mer effektiva selektionsmetoder räknar skogsträdsförädlingen med att denna typ av urval kommer att bli mer omfattande och få större effekt i skogen[246].
- Granar med sen skottskjutning (exempelvis träd som har flyttats till södra Sverige från nordöstra Europa) drabbas av allvarligare skador av barkborrreangrepp jämfört med granar med tidigare skottskjutning (lokal proveniens)[247]. Baserat på denna kunskap kan valet av skogsodlingsmaterial justeras i syfte att hitta en optimal avvägning mellan tillväxt och barkborreskador.

Sammanfattningsvis är assisterad migration och skogsträdsförädling viktigt för anpassning av skogen till klimatförändringar, men modellernas osäkerhet och lokal anpassning till icke klimatrelaterade lokala faktorer gör det viktigt att även behålla lokala provenienser. Användning av såväl förflyttat som lokalt material och att bevara intakta genetiska resurser bidrar till ökad genetisk diversitet vilket är en viktig buffert för att möta osäkerheten om hur klimatet kommer att utvecklas[248].

5.7.6 Andra relaterade risker

Inom klimatrisklitteraturen kategoriseras risker eller händelser på olika vis, exempelvis risken för *Unknown unkowns*, *Black Swans* och *Wicked Problems* och det kan ses som ett sätt att försöka fånga riskens karaktär eller (o)möjlighet till lösning.

Unknown unkowns kännetecknas av att de är risker som vi inte idag kan identifiera, eller tänka oss. Men de kan dyka upp och påverka system och leda till konsekvenser. Exempel på dessa är nya typer av skadedjur och svampar som ännu inte kommit till Sverige, men som skulle kunna spridas med transporter av växter eller

[245] Skogforsk. 2024. Friskare träd i framtidens skog – med ett screeningcenter för törskate och rotröta. Arbetsrapport 1192-2024
[246] Skogforsk. 2024. Friskare träd i framtidens skog – med ett screeningcenter för törskate och rotröta. Arbetsrapport 1192-2024
[247] Öhrn et al. 2024. Norway spruce resistance to bark beetle attack differ with timing of spring budburst. Poster IUFRO2024.
[248] Aitken, S.N. och Bemmels, J.B. 2016. Time to get moving: assisted gene flow of forest trees. Evol Appl, 9: 271-290

plantor som kommer hit. Skador kan också dyka upp från insekter och svampar som redan finns här och hittills inte varit ett problem för skogsbruket, men som i ett förändrat klimat gynnas på ett sätt så att de kan orsaka skador.

Plattbandmasken Obama (som hittats nyligen i Malmö stads planteringar), och tallvedsnematoden (känd sedan ett antal år från bland annat Portugal) är exempel på ”***Unknown knowns***” dvs sådana skadedjur som inte finns här ännu, men som vi känner till. Risker som sorterar under ***Unknown unkowns*** skulle kunna uppkomma av att *tippingpoints* nås, det vill säga att tröskelvärden överskrids inom en ekologisk process eller för en viss art eller företeelse, vilket leder till att naturen går in mot ett nytt, för oss ännu okänt eller svårbedömt jämviktsläge, och att det i sin tur påtagligt påverkar skog och skogsbruk i Sverige. En sammanställning av tippingpoints och risken för dem att överskridas för olika nivåer av global uppvärmning (inom Paris-avtalets maximalt 2 graders höjning i slutet av seklet, i en värld med uppvärmning av 2-4 grader, samt en värld med uppvärmning över 4 grader) har gjorts av McKay et al, 2022[249], och inkluderar bland annat risker i boreal zon, i Arktis och i Nordatlanten, som kan komma att få konsekvenser, om de inträffar, på skogsbruket här.

Black Swan-teorin, utvecklad av N.N. Taleb[250], beskriver oväntade och sällsynta händelser som får stora konsekvenser. Händelserna är svåra att förutsäga och ligger utanför vad som normalt förväntas. Det kan tex vara finanskriser eller naturkatastrofer. Teorin innebär även att människor ofta försöker hitta förklaringar i efterhand, vilket kan leda till en falsk känsla av förutsägbarhet. *Unknown unkowns* kan sägas vara en typ av Black Swan-händelser.

Kritik mot teorin finns och kan sammanfattas med att teorin betonar oförutsägbarhet, medan en hel del av händelserna faktiskt kan beräknas. Vidare att den bygger på efterklokhet på så vis att händelser som inte kunde ha förutsetts i efterhand bedöms som att de har varit oundvikliga. Teorin ger varken möjlighet att skatta osäkerheter eller hantera vardagliga händelser (den har mer fokus på extremer) vilket gör att det finns en risk för, om den används för riskhantering, att vissa ”vanliga” risker kan råka förbises.

De stora granbarkborreutbrotten som följt efter torr-sommaren 2018 skulle kunna argumenteras vara en sådan ”Black Swan”, då det inte förut under så lång tid som mätningar finns att tillgå under 1900-talet har funnits liknande höga volymer av skadad skog på grund av enbart granbarkborrar. Händelsen är alltså en extrem (en outlier), den har lett till betydande effekter inom skogsbruket i form av skador, och i efterhand har det varit möjligt att finna förklaringar till dess förekomst, baserat på det faktum att det verkar förklarligt och förutsägbart att det skulle kunna hända (ett argument är att liknande har hänt tidigare i Tyskland). Tidigare har

[249] McKay *et al*. 2022. Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points, Science, Vol 377, Issue 6611
[250] Taleb, N. N. 2007. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable.

granbarkborreskador främst kommit som en konsekvens efter att stormskadad skog lämnats, men åren efter 2018 skiljer ut sig från det.

Wicked problems kan sammanfattas som komplexa, sammankopplade utmaningar med brist på tydliga lösningar, där ofta flera system är inblandade[251]. Lösningar kan innebära att flera aktörer behöver samverka, och att olika intressen eller mål krockar. Kumulativa risker, kombinationer av risker, risker som ändras ickelinjärt och okända risker som tillkommer skulle kunna vara exempel på wicked problems. I denna analys beskrivs risker var och en för sig. Men naturen och vår skötsel av skogen ingår i en väv av faktorer och processer som samspelar. Det gör att risker kan komma att samvariera, att kombineras på olika sätt, att utvecklas på ett nytt sätt (kanske ickelinjärt, kanske utifrån tröskelvärden eller nya balanser) som vi ännu inte känner till eller har begränsad förståelse för. Vidare kan olika näringars perspektiv krocka och åtgärder som är bra ur en synvinkel kan te sig hindrande ur en annan.

Ett exempel skulle kunna vara att två olika slags klimat(anpassnings)nyttor (skogens och jordbruksmarkens) riskerar att spelas ut mot varandra. Ett annat exempel skulle kunna vara klimatanpassning så till vida att man gynnar tall för att öka markstabilitet inom branta instabila områden. Samtidigt är tall brandfarligt och kan öka risken för brand inom branta instabila marker, områden där man absolut inte vill ha brand och där brand kan får stora negativa följdkonsekvenser som erosion och ras efter branden.

[251] Lönngren, J. och van Poeck, K. 2021. Wicked problems: a mapping review of the literature, International Journal of sustainable development & world ecology 2021. 28:6. 481–502.

6 Riskanalys och diskussion

6.1 Riskernas relationer och beroenden är komplexa

Skogsstyrelsen har i denna analys haft fokus på sex övergripande risker i skogen och skogsbruket i ett förändrat klimat:

- Ökad risk för torka och torkstress
- Ökad risk för stormfällning
- Ökad risk för skador av insekter, bland annat granbarkborre
- Ökad risk för skogsbränder
- Ökad risk för svampskador, bland annat rotröta
- Ökad risk för ras, skred, erosion och slamström på grund av skötselåtgärder

Bakgrunden till urvalet av risker är att de kunskapsmässiga förutsättningarna för en viss fördjupning i analysen bedömdes vara bättre för dessa risker. Samtliga bedöms kunna fortsätta att påverkas i väsentlig grad av klimatförändringen[252].

Utöver ovanstående risker finns ytterligare risker och aspekter som beskrivs i kortare omfattning i kapitel 5.7. Dessa risker och aspekter är på inget sätt mindre eller enklare att hantera. De är på olika sätt betydelsefulla för att uppnå klimatresiliens och hållbarhet i skogsbruket.

- Risk för påverkan på biologisk mångfald och skogens ekosystemtjänster
- Risk för påverkan på renskötseln
- Risk för påverkan på kulturmiljön i skogen
- Risker för påverkan i tätortsnära skogar
- Genetik och skogsträdsförädling i ett förändrat klimat
- Andra risker: tex ökad risk för vårbakslag, körskador, viltbete, för nya patogener och skadeinsekter, samt hur riskerna uppträder i ett förändrat klimat (tex kumulativa risker, kombinationer av risker, risker som ändras ickelinjärt, okända risker som tillkommer mm).

[252] Se kapitel 2.2 Val av risker för fördjupad analys

Det finns utöver detta en samvariation, att en typ av klimathändelse kan verka som en katalysator för flera olika typer av skador. Ett exempel är torka och torkstress, som kan leda till direkta problem för små, nysatta plantor, brist på vatten till större träd och därmed tillväxtnedsättning eller ökad risk för granbarkborrar eller andra insektsangrepp, samt risk för skogbrand. Skogsbrand kombinerat med efterföljande skyfall kan även öka risken för erosion, ras och slamströmmar i brant terräng.

Hela grunden för skogsbrukets långsiktiga hållbarhet bygger på att trädens och skogens inneboende resiliens stärks genom åtgärder för riskminimering och riskspridning. Samtidigt är det viktigt att vara lyhörd för den specifika platsens förutsättningar i landskapet. Flera av de genomgångna riskerna finns i stora delar av landet. Riskens storlek kan bland annat variera beroende på geografisk gradient, topografi, geomorfologi, jordarter och markanvändning vilket påverkar hur sårbarheten för en eller flera risker utvecklas.

Denna riskanalys är gjord enbart för att få en övergripande, nationell beskrivning av Sveriges skogars och skogsbruks sammanlagda sårbarhet och risker i ett förändrat klimat. För att få fram beslutsunderlag som kan användas på landskaps- eller fastighetsnivå behövs fördjupade analyser.

Denna analys har avgränsats till att undersöka risker fristående från varandra (se metodkapitel 2). En slutsats är att det vore önskvärt att gå vidare med en analys där samvariation mellan risker inkluderas, och där kumulativa effekter kan vägas in och fånga riskerna på olika nivåer – för skogsägare, för hela skogsbruket och skogssektorn, och för samhället i stort.

6.2 Riskmatriser

I förra klimat- och sårbarhetsanalysen för skogen och skogsbruket sammanställdes risk för granbarkborreskador, stormskador och skogsbränder i en riskmatris[253]. Baserat på uppdaterad information utökas riskmatriserna denna gång med risk för torkstress, risk för erosion, ras, skred och slamströmmar på grund av rådande skogsskötselåtgärder, samt risk för svampskador.

Bedömning av konsekvenser är gjord i enlighet med kategorierna i Tabell 6.1 och bedömning av sannolikhet för att en klimathändelse som leder till skada är gjord enligt Tabell 6.2 (För ytterligare detaljer se kapitel 2). Nivån på sannolikhet kan variera från låg till mycket hög (se tabell 6.2 för kategorier), för tre tidsperioder (nutid, 2050, 2100) för klimatscenario RCP4,5. För bedömning av sannolikhet har en kvalitativ värdering av klimatinformation gjorts, utifrån på SMHIs klimat-scenariotjänst och rapporter om klimat (se information i kapitel 3).

Tabell 6.1 Samhällsekonomisk konsekvens[254] enligt kriterier från SMHI (SMHI 2019, Skogsstyrelsen 2019/23). Varje risk ska bedömas utifrån ekonomisk, social och ekologisk konsekvens. Den konsekvens som väger tyngst, dvs ligger längst ner i tabellen, är styrande. (Denna tabell finns även i tabell 2.1a)

Nivå på konse-kvens	Ekonomisk	Social	Ekologisk
Liten (1)	Kostnader som kan hanteras inom befint-liga kostnadsramar för myndigheten/sektorn	Störningar som på-verkar några (få) personer.	Liten och tillfällig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsför-måga.
Medel (2)	Kostnader som kräver omprioriteringar för myndigheten/sektorn	Hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga stör-ningar som påver-kar (ett flertal) per-soner.	Måttlig skada på eko-systems bärkraft och återhämtningsförmåga
Stor (3)	Kostnader som är svåra att bära för myn-dighet/sektorn	Stora hälsoeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som på-verkar många per-soner.	Allvarlig och långsiktig skada på ekosystems bärkraft och återhämt-ningsförmåga eller skada på riksintressen.
Mycket stor (4)	Kostnader som är svåra att bära för sam-hället	Fara för männi-skors liv och hälsa eller omfattande skada på sam-hällsviktig verksam-het	Allvarlig och irreversibel skada på ekosystems bärkraft och återhämt-ningsförmåga eller om-fattande skada på riksin-tressen

[253] Kapitel 5, Skogsstyrelsens rapport 2019/23
[254] Detta är samma tabell som användes i analysen 2019, från SMHIs underlag (2019).

Tabell 6.2 Sannolikheten för att en klimathändelse eller väderutveckling inträffar som kan påverka skogen och skogsbruket. Skalan kommer från SMHI (SMHI, 2019). Observera att skalan är gjord för att användas på framräknande sannolikheter. Skogsstyrelsen har valt att kvalitativt bedöma sannolikheten för de klimathändelser som kan påverka skada, genom en sammanvägning kvalitativt av eller flera klimatindikatorer som proxy för de komplexa skeenden som leder fram till en viss typ av skada och tabellens skala har tolkats och använts relativt. (Denna tabell finns även i tabell 2.1b)

Nivå	Bedömning av sannolikhet för att en klimathändelse inträffar som kan påverka skogen och skogsbruket
Liten (1)	Påverkan bedöms inträffa mindre än en gång vart hundrade år.
Medel (2)	Påverkan bedöms inträffa en gång vart tionde år till hundrade år
Hög (3)	Påverkan bedöms inträffa en gång vart tionde år
Mycket hög (4)	Påverkan bedöms inträffa mer än en gång vart tionde år

I tabell 6.3 ses bedömningarna av konsekvenser för de sex genomgångna riskerna (kapitel 5.1 till 5.6). Konsekvensbedömningarna är inlagda i en riskmatris (se kapitel 2.1 och Figur 2.2) utifrån sannolikheten att en klimatrelaterad händelse inträffar, som leder till skada/konsekvenser.

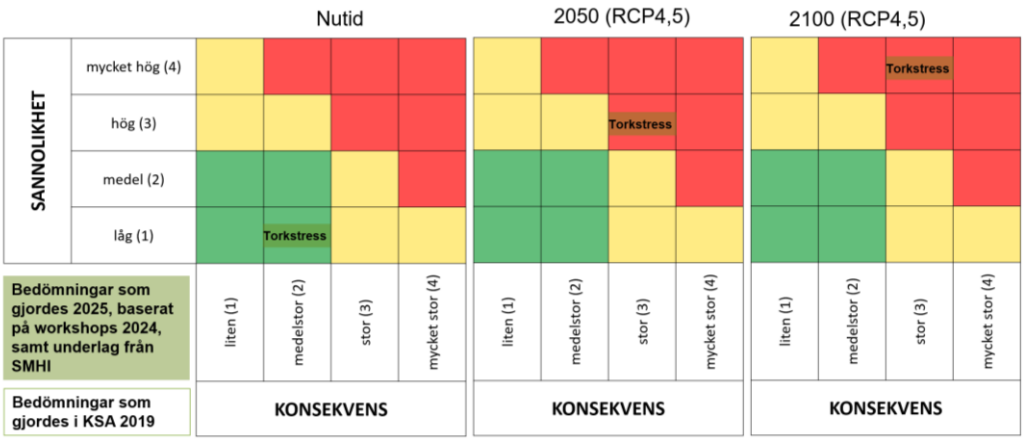
Gröna områden i riskmatrisen betecknar låg risk, det vill säga när sannolikheten för en händelse bedöms som låg (1) eller medel (2) samtidigt som konsekvensen bedöms som liten (1) eller medelstor (2). Röda områden i figuren betecknar hög risk, där sannolikheten för en händelse bedöms som hög (3) eller mycket hög (4) samtidigt som konsekvensen bedöms som stor (3) eller mycket stor (4). Två fall för hög risk finns även när sannolikheten är mycket hög (4) och konsekvensen är medelstor (2), samt när sannolikheten är medel (2) men konsekvensen är mycket stor (4). Övriga fält är gula och betecknar medelhög risk.

Eftersom flera av riskerna varierar regionalt, har det för respektive risk angetts var i landet de kan förekomma i framtiden. Torkstress kan komma att bli särskilt vanligt i östra Götaland, Svealand och längs norrländska Östersjökusten. För Norrlands inland syns snarare en ökning av nederbörd och markfuktighet för hela året. Risken för granbarkborreskador och skogsbrand följer till stor del samma geografiska mönster, medan stormskador kan förekomma i hela landet.

Risk för ras, skred och erosion förekommer bland annat i branta instabila områden, men kan även förekomma på platser där lokal topografi och markförhållande ger förutsättningar, exempelvis i eller nedanför mycket långa sluttningar.

Tabell 6.3 Riskmatriser för sex betydande skador inom skogen och skogsbruket, a) torkstress i Götaland, Svealand och längs Norrlands Östersjökust, b) stormskador i Sverige, c) granbarkborreskador i Götaland, Svealand och i Sverige d) skador från skogsbränder i Sverige e) skador från svampangrepp i Norrland och i Sverige och f) skador till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar som uppkommit efter skogsskötselåtgärder.

a) Riskmatris för torkstress i Götaland, Svealand och längs Norrlands Östersjökust



Bedömning av konsekvens:

I nutid har torkstress påverkat skogen och skogsbruket, men endast till en nivå med måttlig skada på ekosystems bärkraft, samt har lett till omprioriteringar av kostander för sektorn, men inte i nivå med att de är svåra att bära för sektorn. Det innebär att i nutid bedöms torkstress ge medelstora konsekvenser för skogen och skogsbruket (nivå 2) i de delar av landet som påverkades av torka. För framtiden bedöms förekomst av torka successivt öka, med ökad torkstress som följd för dagens skogsekosystem och skogsproduktion (nivå 3).

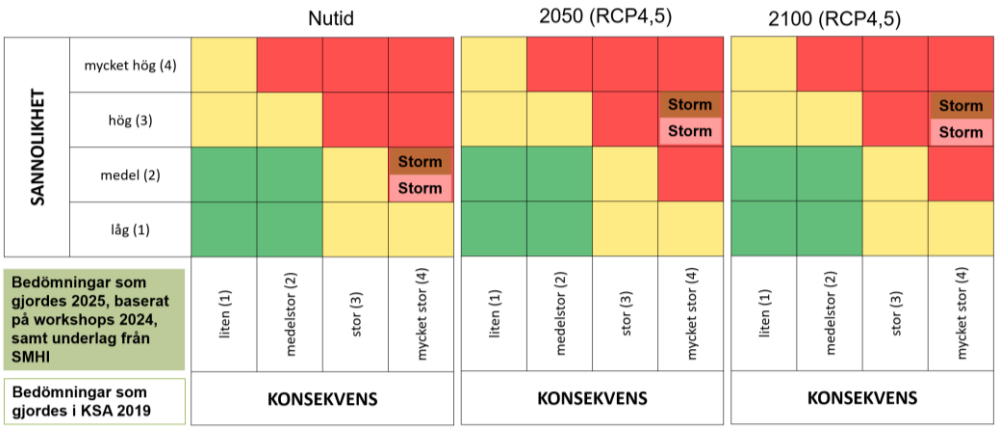
Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling:

- Grundvattentorka ökar betydligt redan i RCP 4,5 i östra Götaland o Svealand samt längs Östersjökusten i Norrland (Figur 40, SMHIs rapport 2025/74).
- ”Grundvattnets högsta och lägsta nivåer beräknas stiga i norra Sverige medan de i stället beräknas sjunka i södra Sverige” (citat, sida 78, SMHIs rapport 2025/74)
- Antal dygn med låg markfuktighet ökar i samma områden, Götaland, Svealand och längs Östersjökusten (med ca 15-25 dygn), särskilt på sommaren (på vintern kan antal dygn med låg markfuktighet komma att minska) (Figur 33, SMHIs rapport 2025/74)

Baserat på denna information bedöms sannolikheten till låg (nutid), och till hög (år 2050) och mycket hög (år 2100).

Sammanfattningsvis bedöms risken för torkstress i Götaland, Svealand och längs Norrlands Östersjökust vara låg idag men kommer att vara hög på medellång (2050) och lång sikt (2100).

b) Riskmatris för stormskador i Sverige



Bedömning av konsekvens:

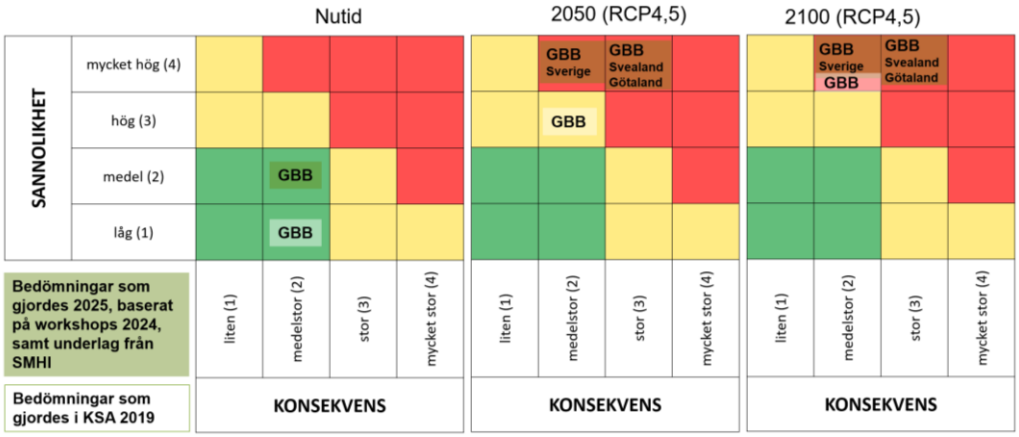
Konsekvenserna för stormskador är redan idag mycket stora (nivå 4). Dels har flera större stormar orsakat betydande mängd stormskadat virke under de senaste 30 åren, men även betydande omfattande skada på samhällsviktig verksamhet, och ibland även fara för människors liv och hälsa. Framöver fortsätter konsekvenserna av stormskador att vara mycket stora (nivå 4).

Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling

Det inte finns någon tydlig trend framåt i vindklimatet (sida 57, SMHIs rapport 2025/74). Vindklimatet kommer variera ungefär som tidigare, och stormarna likaså. Ökade stormskador kan dock komma att utvecklas på grund av minskad tjäle, särskilt i södra Sverige, och ökad vinternederbörd i form av regn före, eller under stormar. Baserat på denna information bedöms sannolikheten till medel (nutid), och till hög (år 2050 och år 2100).

Sammanfattningsvis bedöms risken för stormskador i Sverige redan idag vara hög och den kommer fortsatt vara hög även på medellång (2050) och lång sikt (2100), vilket överensstämmer med bedömningen från 2019-års KSA.

c) Riskmatris för granbarkborreskador i Götaland, Svealand och i Sverige



Utöver bedömning på nationell nivå, har en särskild bedömning av risken för granbarkborreskador i Götaland och Svealand gjorts, på grund av de granbarkborreskador som södra Sverige har haft efter torkan år 2018.

Bedömning av konsekvens:

Konsekvenserna för hela Sverige ligger kvar på bedömningen medelstor (nivå 2), i linje med bedömningen som gjordes 2019, för både år 2050 och år 2100, baserat på att just de ekonomiska konsekvenserna kan bli tuffa, men de kräver endast omprioritering av sektorn, och kan inte klassas som svåra att bära för sektorn i resten av Sverige (men konsekvenserna kan för en enskild bli stora, precis som sågs efter torkan 2018). Konsekvenser för Götaland och Svealand bedöms ligga på samma nivå som på nationell nivå idag, men konsekvenserna bedöms bli stora år 2050 och 2100 (nivå 3), baserat på att just de ekonomiska konsekvenserna kan bli svåra att bära för hela sektorn då.

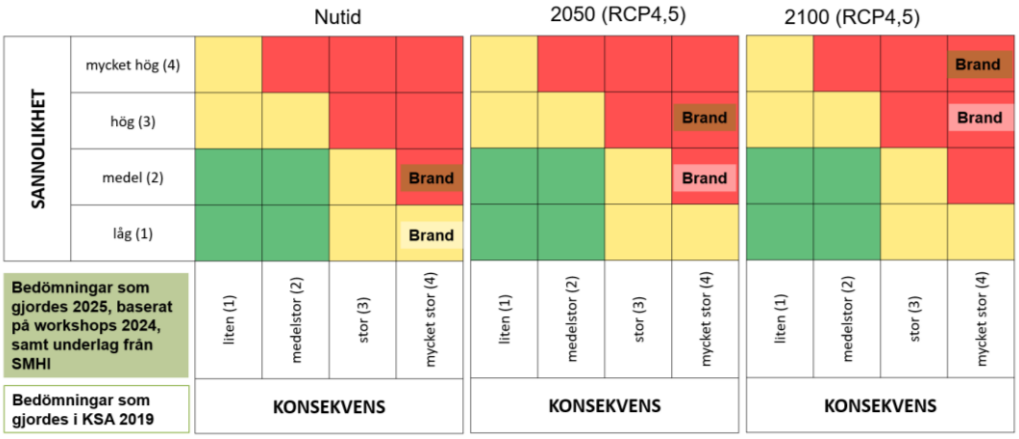
Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling

- Stormar kommer att inträffa ungefär som tidigare, men med skillnad att minskad tjäle och ökad nederbörd i form av regn, kan leda till större volym storm-skadade träd, och tillgängligt material för insekterna.
- Torka kommer att inträffa oftare i östra Götaland, Öland o Gotland, samt längs Östersjökusten upp längs Norrland (se riskmatris a ovan, samt figur 3.2 och 3.3), och skador kan komma flera år efter en intensiv torka (jmf 2018).
- Det varmare, sommarklimatet kan leda till möjligheter för granbarkborrar att hinna med fler generationer under en säsong (se kapitel 5.3).

Baserat på denna information, ändras Skogsstyrelsens bedömning från 2019 års KSA till medel (i nutid) och mycket hög nivå (år 2050 och 2100).

Sammanfattningsvis bedöms risken för granbarkborreskador öka till hög risk på medellång (2050) och lång sikt (2100) för hela landet, med en mer uttalad ökning i Götaland och Svealand. Bedömningen överensstämmer den från 2019-års KSA i nutid och på lång sikt men är större på medellång sikt, det vill säga risken bedöms i denna KSA accelerera snabbare än vad den bedömdes göra 2019.

d) Riskmatris för skogsbränder i Sverige



Bedömning av konsekvens:

Konsekvenserna i Sverige för skogsbrandsskador ligger kvar på bedömningen mycket stor (nivå 4), i linje med bedömningen som gjordes 2019, för både år 2050 och år 2100. Även om brand i sig är en naturlig händelse i skog, så kan konsekvenserna av en skogsbrand bli mycket stora och leda till fara för människors liv och hälsa, eller omfattande skada på samhällsviktiga verksamheter. Detta trots ökade insatser gällande kapacitet att agera vid skogsbränder sedan 2019.

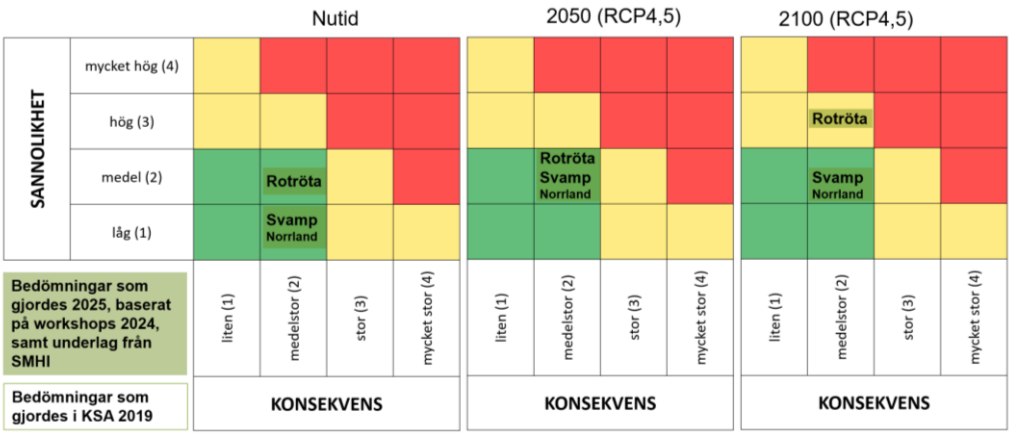
Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling

- Citat ur SMHIs rapport 2025/74 om brandrisk: ” I framtiden blir högrisksäsongen längre. Störst är förändringen längs Sveriges ostkust och enligt RCP8,5. I slutet av seklet kan Östersjölandskapen och norra Norrlands kustland få upp till en månad längre högrisksäsong. Förändringarna drivs främst av den ökande temperaturen och minskad relativ luftfuktighet, som leder till snabbare uttorkning av den ytliga vegetation som driver skogsbränder. … Kartan för 1971–2000 visar att högriskperioder historiskt har förekommit över hälften av åren (50 %) i Östersjölandskapen. I övriga Sverige förekom högriskperioder färre än hälften av åren. I framtiden blir högriskperioder vanligare. I slutet av seklet förekommer högriskperioder över hälften av åren i Götaland och Svealand samt längs Norrlandskusten enligt RCP8,5. I Östersjölandskapen är frekvensen 100 %, högriskperioder förekommer alltså alla år. RCP4,5 visar på en mindre förändring, men även här finns områden som visar 100 % förekomst i slutet av seklet.”

Baserat på denna information bedöms sannolikhet för utveckling så att risk för skogsbrand är möjlig vara medel (nivå 2) i nutid, samt hög (år 2050) och mycket hög (år 2100). Skogsstyrelsens bedömning har därför ändrats till högre nivåer sedan 2019.

Sammanfattningsvis bedöms risken för skada på grund av skogsbrand vara hög redan i nutid och öka på medellångsikt (år 2050) och lång sikt (år 2100).

e) Riskmatris för skador från svampangrepp i Norrland och i Sverige



En bedömning på nationell nivå gjordes för risk för svampskador (rotröta) i hela Sverige, samt risken för svampskador (törskate) i Norrland.

Bedömning av konsekvens:

Konsekvenserna av ett svampangrepp i Sverige (med fokus på rotröta) och i Norrland (med fokus på törskate) bedöms i nuläget befinna sig på en medelstor nivå (nivå 2). Rotröteskador är stora i dagsläget, särskilt i södra Sverige, och kostsamma för sektorn, men har hittills endast lett till kostnader som kräver omprioriteringar. Rottickan sprider sig norrut så konsekvenserna av rotröta kommer troligtvis successivt spridas norrut. I Norrland är konsekvenserna av svampangrepp i nutid av medelstor omfattning (nivå 2), och då åsyftas snarare törskatesvampskador. Bedömning av svampskador i Norrland är att konsekvenserna fortgår att ligga på en medelstor (nivå 2) nivå även år 2050 och 2100, grundat på att det kan kräva ekonomiska omprioriteringar för sektorn, men kostnaderna bedöms inte bli svåra att bära för sektorn totalt sett. Dock syns redan i Norrbotten lokalt större problem med törskate. Bedömningen innehåller stort mått av osäkerhet då den enbart bygger på befintlig kunskap. Forskning pågår som längre fram kan modifiera denna bedömning.

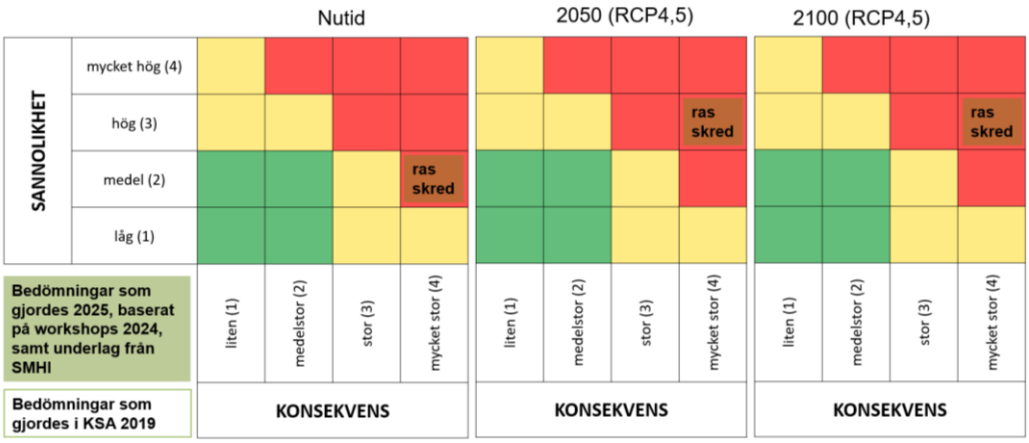
Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling

- Det kommer generellt bli mer nederbörd i hela Sverige. Årsmedelnederbörden ökar, samtidigt som tillfällen med skyfall ökar.
- Milda vintrar blir vanligare.
- SMHI betonar att det vegetationsklimat som syns i Skåne idag (i deras modellkörning för referensperioden 1971-2020) kommer hamna ”*i slutet av seklet i Dalarna (RCP4,5) eller Västernorrland (RCP8,5). Norrbottens kust har fått Gästriklands (RCP4,5) eller Stockholms (RCP8,5) vegetationsperiod. Vegetationsperiodens längd förändras mest i södra Sverige, och förändringen är störst med RCP8,5.*” (sida 40, SMHIs rapport 2025/74)
- Denna sannolikhetsbedömning innehåller ett större mått av osäkerhet, då det är svårt att avgöra exakt hur mycket de olika klimatindikatorerna ovan kan prognostisera skador av rotröta, törskate eller andra skadesvampar.

Sannolikhet för klimathändelser eller väderutveckling som leder till svampsskador i Norrland (till exempel Törskateskador) bedöms i nuläget att vara låg (nivå 1), och öka till medel (nivå 2) för år 2050 och år 2100. Sannolikheten för klimathändelser eller väderutveckling som bidrar till rotröta i Sverige bedöms i nuläget och för år 2050 att vara medelhög (nivå) och öka till hög (nivå 3) år 2100.

Sammanfattningsvis bedöms risken för skador från svampangrepp i Sverige (rotröta) att vara låg (år 2050), men öka till medelhög på lång sikt (år 2100). Risken för svampskador i Norrland (törskate) bedöms vara låg på medellång sikt (år 2050), öka något men fortfarande befinna sig inom låg risk på lång sikt (år 2100).

f) Riskmatris för skador till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar som uppkommit efter skogsskötselåtgärder



Bedömning av konsekvens:

Bedömning gjordes att i nutid sker redan tillfällen då konsekvenser innebär fara för människors liv och hälsa eller omfattande skada på samhällsviktig verksamhet (nivå 4). Framöver antas att ekonomin kan drabbas än mer (då skadorna blir kostsamma för samhället) samt att ekologiska värden kan påverkas, dvs bedömningen är att konsekvenserna kvarstår som mycket höga (nivå 4) för år 2050 och år 2100.

Bedömning av sannolikhet för klimathändelse/väderutveckling:

Erosion, ras, och slamströmmar uppkommer bland annat i branta instabila områden där skogsbruksåtgärder genomförts på ett sådant sätt att vattnets mängd, läge och hastighet ändras. Sannolikheten för skada förstärks påtagligt av stora vattenmängder till följd av intensiv eller långvarig nederbörd, eller kraftig avsmältning. Skred kan uppkomma till följd av skogsbruksåtgärder som medför belastning av marken där det finns kvicklera och sannolikheten förstärks av högt vatteninnehåll i marken.

- ”*Kartorna visar att flöden som idag har 10 och 50 års återkomsttid i framtiden beräknas inträffa oftare i Götaland och södra Svealand. De höga flödena i denna del av landet beräknas främst inträffa vintertid på grund av ökad nederbörd och mildare vintrar i framtiden. De ökade flödena leder i sin tur till en ökad översvämningsrisk*.” Citat ur SMHIs rapport 2025/74, sida 63
- Vidare skriver SMHI i rapporten gällande extrem nederbörd/skyfall:” *Inom perioden 2011–2040 väntas en ökning av skyfallsmängden med cirka 10 % jämfört med perioden 1971-2000, oavsett scenario. Runt mitten av seklet, 2041–2070 är ökningen ca 15 % enligt RCP4,5 och ca 20 % enligt RCP8,5. I slutet av seklet, 2071-2100 är ökningen cirka 20 % enligt RCP4,5 och dubbelt så stor, cirka 40 % enligt RCP8,5*” Citat ur SMHIs rapport 2025/74, sida 56

Redan idag upplever vi att vissa av de skyfall som har drabbat Sveriges generellt får betydande konsekvenser för samhället (Gävle 2021, Malmö 2014, Åre 2014 och 2023, stormen Hans 2023, Iggesund 2023). Mot denna bakgrund, ihop med SMHIs underlag och Skogsstyrelsens rapport 2021/9, bedömer Skogsstyrelsen sannolikheten till medel (nivå 2) för nutid. Därefter görs bedömningen att sannolikheten ökar till hög (nivå 3) för år 2050 och år 2100.

Sammanfattningsvis bedöms att risken för skada till följd av erosion, ras, skred och slamströmmar som uppkommit efter skogsskötselåtgärder redan nu är hög och kommer att öka på medellångsikt (år 2050) och lång sikt (år 2100).

6.3 Förebygga skadekostnader i ett långsiktigt hållbart skogsbruk

Riskerna med olika klimatrelaterade skador finns redan idag i skogsbruket. I de kostnadsuppskattningarna som ges i kap 1.5 framkommer att samtliga baseras på olika antaganden och dessutom har olika syften. Vissa skattningar syftar till att visa kostnad per hektar och skada, andra skattningar är gjorda för en enskild händelse, och ytterligare någon är gjord för att visa inte bara den enskilde skogsägarens kostnadsbortfall, utan samhällets kostnad av skadan i stort.

I Figur 6.1 syns en inkomplett sammanställning av årlig kostnad för klimatrelaterade skador i nutid. Totalt landar sammanställningen i att skogsbruket årligen nationellt har kostnader och inkomstbortfall för minst 11 miljarder kronor på grund av väderrelaterade skador, och denna siffra är då klart underskattad eftersom flera skadetyper saknar skattningar. Hur stor andel av de skador som har tillkommit och tillkommer på grund av klimatförändringen behöver analyseras vidare.

Ej komplett underlag

Skada	Uppskattning av årlig kostnad i nutid, Enhet: miljoner kronor Siffrorna baseras på sammanställningen i kapitel 1.5
Rotröta	1 000
Stormfällning	750
Granbarkborre	2 300
Skogsbrand (ca 2900 ha/år)	160
Viltbetesskador	7 200
Skada på samhällsfunktion efter ras, skred och erosion som påverkats av skogsbruksåtgärd	30
Snytbaggeskador, körskador, skador på skogsbilvägar	?
Skador på ekosystemtjänster och biologisk mångfald som behövs för ett långsiktigt hållbart skogsbruk	?
Skador på kulturmiljöer och biologiskt kulturarv i skogen	?
Övriga skador vi ännu inte drabbats av och skador vi ännu inte känner till	?
	> 11 miljarder kronor

Figur 6.1 Sammanställning av kostnadsuppskattningar för skador, i dagsläget, årligen för hela Sveriges skogsbruk. För rotröta, stormfällning, granbarkborreskador, skogsbrandsskador, viltbetesskador och skador på samhällsfunktioner efter ras, skred och erosion till följd av skogsbruksåtgärd finns skattningar i form av siffror. Men för flera andra skador som relaterar till klimatet saknas siffror, så figuren ska ses som ej komplett. Slutsummeringen att skador på grund av klimatet årligen redan kostar skogsbruket över 11 miljarder kronor ska ses som en underskattad siffra. För källa till varje siffersatt skada, se sammanställningen av kostnadsuppskattningar i kapitel 1.5 samt de referenser som anges, för att läsa om de olika antaganden och avvägande som är gjorda i varje enskilt fall.

För en del av skadorna finns även framtida skattningar (se kapitel 1.5), men det finns ett behov av att ta fram fördjupat underlag om hur klimatinitierade skador kan påverka det svenska skogsbruket om inga ytterligare klimatanpassningsåtgärder görs, samt beräkningar för vad det skulle kosta att klimatanpassa. Kostnader borde även jämföras med kostnader under scenarier där olika typer av klimatanpassningsåtgärder införs.

6.4 Identifierade behov framöver för att hantera riskerna

Utifrån de riskbeskrivningar som analysen tagit upp har behov identifierats för att hantera riskerna. Dessa behov kommer att användas som underlag till arbetet med att uppdatera Skogsstyrelsens mål och handlingsplan för klimatanpassning för kommande femårsperiod, i enlighet med förordning 2018:1428.

- Behov att ta fram underlag för Skogsstyrelsen och andra myndigheter som identifierar var olika sårbarheter, känsligheter och risker finns i landskapet samt magnitud, återkomst, och dess påverkan på naturmiljö och samhällsfunktioner

- Behov att ta fram målgruppsanpassade kunskapsunderlag och verktyg för att stödja skogsägare i klimatanpassning av skogen skogsbruket

- Behov att identifiera de aktörer som har ansvar och rådighet för att kunna förebygga riskerna

- Behov att föra dialog med företrädare för olika delar av sektorn om de identifierade riskerna och riskmatriserna, och vid behov uppdatera riskmatriserna när ny kunskap finns

- Behov att fördjupa diskussionen med forskare och skogliga aktörer för att få fram den senaste kunskapen om relevanta åtgärder för Sveriges skog och skogsbruk

- Behov att identifiera åtgärdsområden (genom att bygga vidare på listan med 19 åtgärder från 2019) samt bryta ner dessa till konkreta åtgärder på beståndsnivå över landet.

- Behov av att systematisk uppföljning av genomförda klimatanpassningsåtgärder för att få ett grepp om nyttan, kostnaderna och för att kunna bedöma vilka åtgärder som är kostnadseffektiva, och därmed bidra till det nationella och internationella klimatarbetet

- Behov av kostnadsberäkningar för olika klimatrelaterade skador i framtiden för skogsbruket och samhället, samt kostnadsuppskattningar och konsekvensbeskrivningar för olika anpassningsåtgärders införande

- Behov att besluta om aktiviteter i kommande uppdaterade handlingsplan som stödjer fortsatt utveckling av förebyggande åtgärder (med utgångspunkt från tabell 1.2) och som stödjer de aktörer som har rådighet att utföra åtgärderna

- Behov att fokusera på kommunikation och rådgivning som stödjer skifte i klimatanpassningsarbetets förebyggande insatser, så att arbetet accelererar och effekten kan följas upp i skogen och i skogsbrukets/skogssektorns processer

- Behov att i det förebyggande arbetet med klimatanpassningsåtgärder i landskapet vara uppmärksam på att undvika missanpassning

- Behov att undersöka samvariation av risker, kumulativa risker och göra kostnadsuppskattningar, som kan ligga till grund för åtgärder att förebygga och hantera flera risker parallellt, eller kaskadeffekter av olika risker

7 Slutsatser och förslag att ta med till uppdatering av handlingsplan

Analysen av klimatförändringens inverkan på skogen och skogsbruket pekar på att riskerna generellt kommer att öka i stora delar av landet under detta sekel. Götaland, Svealand och Norrlands Östersjökust riskerar ökad förekomst av torka och torkstress. Det riskerar att reducera skogstillväxten under dessa perioder och kan leda till ökad risk för granbarkborreskador och skogsbrand. I delar av landet kan den reducerade skogstillväxten under dessa perioder komma att överstiga den generella tillväxtbefrämjande effekten av längre vegetationsperioder och tillgång på vatten i medeltal över året och åren.

Det framtida klimatet kommer samtidigt att leda till mer nederbörd generellt i hela landet. Samtidigt ökar nederbördsextremer, då det i klimatmodellerna syns en ökad variation i när nederbörden faller, både i tid och rum. Skyfall och åskrelaterad nederbörd blir vanligare, och dessa kan i sin tur öka de markrelaterade problemen i skogsbruket och därmed även påverka samhället. Högvattenflöden i kombination med skogsbruksåtgärder som till exempel anläggande av skogsbilvägar, uttransport av virke och traditionellt trakthyggesbruk i och i anslutning till branta instabila områden kan leda till ökade problem med erosion, ras och slamströmmar, som kan ge skador på allt från mänskligt liv och samhällsfunktioner till vattenkvalitet och naturvärden. I områden med kvicklera ökar risken för skred.

Det är svårt att veta i vilken omfattning användningen av förflyttat och förädlat skogsodlingsmaterial hittills påverkat effekterna av klimatrelaterade händelser på skogen, men det kommer sannolikt ha effekter i framtiden. Assisterad migration och skogsträdsförädling är sannolikt viktigt för anpassning av skogen till klimatförändringen, men osäkerheterna i hur klimatförändringen påverkar förekomsten av nya skadegörare gör det mycket angeläget att en bred genetisk variation bibehålls i skogen, både lokalt och i ett större perspektiv. Dagens regelverk säkerställer att god genetisk variation bibehålls på beståndsnivå idag, men inte på landskapsnivå.

Redan klimat- och sårbarhetsanalysen från 2019 pekade på att riskerna med insekts- och svampangrepp ökar till följd av klimatförändringen, framförallt till följd av varmare somrar och mildare vintrar. En annan klimatrelaterad risk är att nya skogsskadegörare söderifrån etablerar sig här, vare sig de kommer hit av egen kraft eller via handel med skogsbiomassa, trävaror eller jordsatt plantmaterial . De finns flera sådana exempel från senare decennier.

Resultatet av denna klimat- och sårbarhetsanalys och de risker som presenterats kommer att användas för att uppdatera Skogsstyrelsens handlingsplan för klimatanpassning för skogen och skogsbruket samt tillhörande mål, i enlighet med Förordning 2018:1428.

7.1 Slutsatser till nationell klimat- och sårbarhetsanalys

Under 2025 och 2026 pågår ett arbete av Nationella Expertrådet för klimatpassning[255] att ta fram en ny klimat- och sårbarhetsanalys för hela Sverige.
Den nationella klimat- och sårbarhetsanalysen genomförs inom fem övergripande System: Hälsa, Ekosystem, Bebyggd miljö och infrastruktur, Livsmedelsförsörjning samt Näringsliv och naturresurser. Tvärgående kommer ”helhetssyn Vatten” hanteras inom samtliga fem system.

Följande slutsatser skickas med till den nationella Klimat- och sårbarhetsanalysen:

- **Helhetssyn vatten:**
  - Torka och torkstress på träd och skogsekosystem kommer att för stora delar av framförallt östra Götaland, Öland, Gotland, östra Svealand och Norrländska Östersjökusten bli betydande periodvis.
  - Skogsbrandrisk och risk för insektsangrepp kan komma att öka betydligt på grund av ökad torka och torkstress
  - Ökade nederbördsmängder i form av plötsliga skyfall, eller kraftig avsmältning i kombination med skogsbruksåtgärder riskerar att leda till erosion ras och slamströmmar vilket i sin tur kan skada exempelvis mänskligt liv och samhällsfunktioner. Ökad nederbörd ökar också risken för skred inom skredkänsliga områden, där skogsbruksåtgärder kan bidra till belastning som utlöser skredet, tex via timmervältor och vägbankar
  - Mildare vintrar och ökad mängd nederbörd kan även bidra till ökade svampangrepp i skogen, med bland annat rotröta som följd.
- **Ekosystem**
  - Klimatförändringar kan påverka konkurrensförhållanden och trädslagssammanssättning, eftersom arterna är anpassade till olika ståndortsförhållanden och är olika motståndskraftiga mot störningar som förväntas öka med storm, torka och insekts- och svampangrepp. Skogens egenskaper, som trädslagssammanssättning, struktur, och tillgång till viktiga substrat påverkar skogens funktion för ekosystemtjänsterna, bland annat som habitat för de skogslevande arterna.
  - Risk för problem för torkkänsliga arter om fuktiga miljöer fortsätter att minska, då de redan är påverkade av extensiv dikning och vattenreglering.
- **Näringsliv och naturresurser**
  - Kostnadsuppskattningar finns enbart för en mindre del av skaderisker i ett förändrat klimat. I dagsläget finns inte heller en komplett bild av vad klimatrelaterade skador kostar skogsbruket varje år. En mycket grov och underskattad siffra är att skogsbruket årligen

[255] Den nationella klimat- och sårbarhetsanalysen genomförs av Nationella Expertrådet för klimatanpassning med stöd av SMHIs sekretariat och flera expertpaneler.

förlorar minst 11 miljarder kronor på klimatrelaterade skador i skogen.
  - Framtidens långsiktigt hållbara skogsbruk är beroende av de analyserade riskerna (bland annat torka, brand, stormskador, insektsskador, svampskador, skador på grund av ras och skred, skador på biologisk mångfald och ekosystemtjänster, negativ påverkan på renbete och flyttleder, skador på kulturmiljöer i skogen och skador i tätortsnära skog) hanteras med klimatanpassningsåtgärder som genomförs på ett sätt som undviker missanpassning.

- **Bebyggd miljö och infrastruktur**
  - Tätortsnära skogar har stor potential att minska risken för översvämning, ras, skred, slamström och erosion och att lindra effekten av högre temperaturer genom bland annat skugga. Skador på tätortsnära skog orsakade av klimatrelaterade händelser kommer i sin tur att få negativa konsekvenser på skogens förmåga att bidra till den lokala klimatanpassningen av bebyggd miljö och infrastruktur, samt till andra ekosystemtjänster så som rening av vatten och luft.
  - Den tätortsnära skogen utsatt för ett exploateringstryck, ett tryck på skogen som kan komma att öka då skyddet av jordbruksmark föreslås stärkas ur livsmedelsberedskapssynpunkt.

- **Hälsa**
  - Tätortsnära skogar spelar en stor roll för folkhälsan, fysisk aktivitet och människors möjlighet till vardaglig kontakt med, djur, natur, upplevelser skogens kulturmiljöer och av årstidsskiftningar.
  - Det finns flera synergier att beakta och stärka mellan en aktiv rekreationsinriktad skötsel som stärker upplevelsevärden och attraktivitet och skötsel som stärker skogens resiliens för klimatrelaterade händelser. Det kan till exempel handla om åtgärder som röjning för sikt, klimatsäkring av stigar, leder och kulturmiljöer samt en skötsel som främjar en variation i träd och bestånd.

- **Livsmedelsförsörjning**

  Skogsbruket är den näringsverksamhet i Sverige som har den absolut största kontaktytan mot vatten. Skogsekosystemet och därmed klimatanpassning av skogsbruksåtgärder med syfte att skapa ett resilient ekosystem och ett hållbart skogsbruk har stor betydelse för bibehållande av vattenkvantitet och vattenkvalitet. Kostnadsberäkningar saknas för dessa ekosystemtjänster inom skogsbruket varför inga direkta resultat presenteras i denna analys. Detsamma gäller för ekosystemtjänster i form av produktion av bär, vilt och svamp.

8 Litteratur och källförteckning

Aalto, J. och Venäläinen, A. 2021. Climate change and forest management affect forest fire risk in fennoscandia. Finnish Meteorological Institute. Rapport 2021:3

Aitken, S.N. och Bemmels, J.B. 2016. Time to get moving: assisted gene flow of forest trees. Evol Appl, 9: 271-290. https://doi.org/10.1111/eva.12293

Aitken, SN., Yeaman, S., Holliday, JA., Wang, T. & Curtis-McLane, S. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. Evolutionary Applications, 1: 95–111. https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x.

Aldea, J., Ruiz-Peinado, R., del Rio, M., Pretzsch, H., Heym, M., Brazaitis, G., Jansons, A., Metslaid, M., Barbeito, I., Bielak, K., Hylen, G., Holm, S-O., Northdurft, A., Sitko, R. och Löf, M. 2022. Timing and duration of drought modulate tree growth response in pure and mixed stands of Scots pine and Norway spruce. Journal of Ecology, 110: 2673-2683. https://doi.org/10.1111/1365-2745.13978

Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J-H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A. och Cobb, N. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management 259 (4): 660-684, doi:10.1016/j.foreco.2009.09.001

Barquet, K. och Green, J. 2022. Towards multifunctionality: adaptation beyond the nature–society dichotomy, This Background Paper supports the scientific report, Stockholm+50: Improving Conditions for Change. Stockholm Environment Institute och CEEW The council, 24 sidor, https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/towards-multifunctionality-stockholm50backgroundpaper-1.pdf (hämtad 20250403)

Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T. Vergopolan N., Berg, A., och Wood, E. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. Sci Data 5, 180214(2018). https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214

Breidenbach, J., Moen Snoksrud, O., Søgaard, G., Granhus, A., Svensson, A., Eriksen, R. och Astrup, R. 2024. Store endringer I utviklingstrenden for norsk granskog. https://nibio.no/tema/skog/skog-og-miljoinformasjon-fra-lands-skogtakseringen/store-endringer-i-utviklingstrenden-for-norsk-granskog?location-filter=true).

Bärring, L., Berlin, M. och Andersson Gull, B. 2017. Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland. Int. J. Climatol. 37: 123–142

EEA. 2024. EU Climate Risk Assessment (EUCRA). Report 2024/01, Executive Summary file:///C:/Users/cani10/Downloads/Executive%20summary%20-%20European%20Climate%20Risk%20Assessment%20(2).pdf (hämtad 2025-03-16)

EEA. 2024. EU Climate Risk Assessment (EUCRA). Report 2024/01, full report https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment (hämtad 2025-03-16)

EFI. 2023. Significant increase in forest disturbances since 1950s. Policy Brief. Mars 2023. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2023/EFI_pb4_2023.pdf (hämtad 2024-12-05)

Eide, W., Ahrné, K., Bjelke, U., Nordström, S., Ottosson, E., Sandström, J. och Sundberg, S. 2020. Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2020. Number: 24. Publisher: SLU Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/22418/1/eide_w_et_al_210217.pdf

Elfving B. och Appiah Mensah A. 2024. Skogen växer snabbare och snabbare - men varför? Fakta Skog, SLU.

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119 av den 30 juni 2021 om inrättande av en ram för att uppnå klimatneutralitet och om ändring av förordningarna (EG) nr 401/2009 och (EU) 2018/1999 (europeisk klimatlag) https://eurlex.europa.eu/legalcontent/SV/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119 (hämtad 2024-07-11)

Felton, A., Belyazid, S., Eggers, J., Nordström, E-M. och Öhman, K. 2024. Climate change adaptation and mitigation strategies for production forests: Trade-offs, synergies, and uncertainties in biodiversity and ecosystem services delivery in Northern Europe. Ambio. 53:1-16

Fernandes, P. och Rigolot, E. 2022. Prescribed burning in the European Mediterranean Basin. 13. Global Application of prescribed fire. ffhal-03549228

Friedman, J. föredrag inom FRAS. 20250203, https://www.slu.se/ew-nyheter/2025/2/vaxer-skogen-samre--och-i-sa-fall-varfor/ (hämtad 20250316)

Förordning 2018:1428 om myndigheters arbete med klimatanpassning. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20181428-om-myndigheters_sfs-2018-1428/ (hämtad 2024-07-11)

Gaston, K. och Blackburn, T. 2000. Pattern and Process in Macroecology, Blackwell Science. Ltd.

Gessler, A., Cailleret, M., Joseph, J., Schönbeck, L., Schaub, M., Lehmann, M., Treydte, K., Rigling, A., Timofeeva, G. och Saurer, M. 2018. Drought induced tree mortality – a tree-ring isotope based conceptual model to assess mechanisms and predispositions, New Phytologist (2028) 219: 485-490.

GIZ and EURAC. 2017. Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Bonn: GIZ. https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf

Granström A. 2001. Fire Management for Biodiversity in the European Boreal Forest. Scandinavian Journal of Forest Research, 16(sup003), pp. 62–69

Gucinski, H., Furniss, M., Ziemer, R., och Brookes, M. 2001. Forest roads: a synthesis of scientific information. Gen. Tech. Rep. PNWGTR-509. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 103 p.

Hellberg, E., Niklasson, M. och Granström, A. 2004. Influence of landscape structure on patterns of forest fires in boreal forest landscapes in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*. 34(2): 332-338.

Henttonen, H. M., Nöjd, P. och Mäkinen, H. 2024. Environment-induced growth changes in forests of Finland revisited - a follow-up using an extended data set from the 1960s to the 2020s. Forest Ecology and Management. 551 (2024) 121515. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121515

Hof, A., Jansson, R. och Nilsson, C. 2015. Future of Biodiversity in the Barents Region. TemaNord 2015:519. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:795806/FULLTEXT01.pdf

Hånell B. 2009. Möjligheterna till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker. Faktaunderlag till MINT-utredningen, bilaga 4, Sveriges lantbruksuniversitet.

IPCC. 2001. Climate Change 2001: The scientific basis. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf (hämtad 20250415)

IPCC. 2018. Glossary of terms. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/wg2TARannexB.pdf

IPCC. 2022. Kapitel 16 i Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.

IPCC. 2023. Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the International Panel on Climate Change [Core Writing Team H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291647

Jones, S. S., Matsala, M., Delin, E. V., Subramanian, N., Nilsson, U., Holmström, E. & Drobyshev, I. 2025. Forest structure, roads and soil moisture provide realistic predictions of fire spread in modern Swedish landscape, Ecological Modelling, Volume 499

Jordbruksverket. 2025. Stärkt skydd av jordbruksmark samt solelsproduktion i den gemensamma jordbrukspolitiken. Regeringsuppdrag. https://jordbruksverket.se/download/18.1b29a1dd194b2e05896aaf6b/1740733653152/Jordbruksverkets-redovisning-av-regeringsuppdrag-starkt-skydd-av-jordbruksmark-och-solelsproduktion-tga.pdf

Jönsson, A. M. och Bärring, L. 2011. Ensemble analysis of frost damage on vegetation caused by spring backlashes in a warmer Europe, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 401–418, https://doi.org/10.5194/nhess-11-401-2011, 2011

Kausrud, K., Mysterud, A., Steen, H., Vik, J., Østbye, E., Cazelles, B., Framstad, E., Eikeset, AM., Mysterud, I., Solhøy, T., Stenseth, N. 2008. Linking climate change to lemming cycles. Nature 456:6.

Klimatpolitiska rådet. 2025. Klimatpolitiska rådets årliga rapport 2025. https://www.klimatpolitiskaradet.se/rapport-2025/ (hämtad 20250316)

Kljun N., och Kelly J. 2024. Forests destroyed by wildfires emit carbon long after the flames die – new study. The Conversation, 5 augusti, 2024.

Koelemeijer, I., Ehrlén, J., Jönsson, M., De Frenne, P., Berg, P., Andersson, J., Weibull, H., Hylander, K. 2022. Interactive effects of drought and edge exposure on old-growth forest understory species. Landscape Ecology 37:1839-1853.

Kolström and Kellomäki. 1993. Tree survival in wildfires. Silva Fennica. 27. 277-281.

Kretz, L., Schnabel, F., Richter, R., Raabgrund, A., Kattge, J., Andraczek, K., Kahl, A, Künne, T och Wirth, C. 2025. Functional traits explain growth response to successive hotter droughts across a wide set of common and future tree species in Europe. Plant Biology (early view). https://doi.org/10.1111/plb.70024.

Lagergren, F., Björk, RG., Andersson, C., Belušić, D., Björkman, M. P., Kjellström, E., Lind, P., Lindstedt D., Olenius, T., Pleijel, H., Rosqvist G., och Miller, P. A. 2024. Kilometre-scale simulations over Fennoscandia reveal a large loss of tundra due to climate warming, Biogeosciences, 21, 1093–1116, 2024 https://doi.org/10.5194/bg-21-1093-2024

Laudon, H., Mensah, A. A., Fridman, J. och Näsholm, T. 2024. Swedish forest growth decline: A consequence of climate warming? Forest Ecology and Management 565 (2024) 122052. doi:10.1016/j.foreco.2009.09.001

Leites, L., och Benito Garzón, M. 2023. Forest tree species adaptation to climate across biomes: Building on the legacy of ecological genetics to anticipate responses to climate change. Global Change Biology, 29, 4711–4730. https://doi.org/10.1111/gcb.16711

Lim, H., Oren, R., Palmroth, S., Tor-Ngern, P., Mörling, T., Näsholm, T., Lundmark, T., Helmisaari, H-J., Leppälammi-Kujnasuu, J. och Linder, S. 2015. Inter-annual variability of precipitation constrains the production response of boreal Pinus sylvestris to nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 348:31-45

Lönngren, J. och van Poeck, K. 2021. Wicked problems: a mapping review of the literature, International Journal of sustainable development & world ecology 2021. 28:6. 481–502. https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1859415

Marini, L., Økland, B., Jönsson, AM., Bentz, B., Carroll, A., Forster, B., Grégoire, J-C., Hurling, R., Nageleisen, L.M., Netherer, S., Ravn, H. P., Weed, A. och Schroeder, M. 2017. Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce Forests. Ecography 40: 1426–1435, 2017

McKay, D., Staal, A., Abrams, J., Winkelmann, R., Sakschwski, B., LorIani, S., Fetzer I., Cornell, S., Rockström, J. och Lenton, T. 2022. Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points, Science 377. Eabn7959 (2022) https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950 (hämtad 202505011)

MSB. 2013. Resiliens - Begreppets olika betydelser och användningsområden. 2013. MSB569 – 201

MSB. 2024a. Brandrisk skog och mark –Fakta och modeller. Karlstad

MSB. 2024b. Framtida brandrisk – förändringar i perioder av hög brandrisk enligt FWI-modellen. MSB2301.

Myking, T., Rusanen, M., Steffenrem, A., Kjær, E. D. och Jansson, G. 2016. Historic transfer of forest reproductive material in the Nordic region: drivers, scale and implications. Forestry: An International Journal of Forest Research. 89(4). 325-337. https://doi.org/10.1093/forestry/cpw020

Müller, M., Olsson, P-O., Eklundh, L., Jamali, S. och Ardö J. 2022. Features predisposing forest to bark beetle outbreaks and their dynamics during drought, Forest Ecology and Management, Volume 523, 2022, 120480.

Nationella Expertrådet för klimatanpassning. 2022. Nationella Expertrådets första rapport 2022. https://klimatanpassningsradet.se/publikationer/forsta-rapporten-fran-nationella-expertradet-for-klimatanpassning (hämtad 202504015)

Naturvårdsverket. 2021. Naturbaserade lösningar – ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar, rapport 7016. https://www.naturvardsverket.se/4ac248/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7016-2.pdf (hämtad 2025-03-07)

Naturvårdsverket. 2023. Handlingsplan för robust miljöarbete i ett förändrat klimat. Naturvårdsverkets handlingsplan för klimatanpassning 2023–2026 https://www.naturvardsverket.se/4ace23/contentassets/469a59fe37ac46369fdf9d44e33a806f/handlingsplan-klimatanpassning-2023.pdf (hämtad 2024-09-27)

Nilsson, C. 2008. Windstorms in Sweden – variations and impacts. Avhandling. Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution nr 197. 180 sidor.

Nilsson, C., Stjernquist, I., Bärring, L., Schlyter, P., Jönsson, AM. och Samuelsson H. 2005. Recorded storm damage in Swedish forests 1901–2000. Forest Ecology and Management 199 (2004) 165–173

Nordkvist, M., Eggers, J., López-Andújar Fustel, T. och Klapwijk, M. 2023. Development and implementation of a spruce bark beetle susceptibility index: A framework to compare bark beetle susceptibility on stand level. Trees, Forests and People 11, 100364

O'Brien, K. 2018. Is the 1.5°C Target Possible? Exploring the Three Spheres of Transformation. Current Opinion in Sustainability 31: 153-160.

Olsson, R. 2010. Rotröta. Skogens värsta skadegörare. Future Forests. Reportage 3, september 2010.

Parisavtalet. L828/4, 2016-10-19. översatt till svenska på EUs websida: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=EN (hämtad 2024-07-11)

Pedersen, S., Odden, M., och Pedersen, H. 2016. Climate change induced molting mismatch? Mountain hare abundance reduced by duration of snow cover and predator abundance. Ecosphere 8(3) e01722.

Pinto, G., Niklasson, M., Ryzhkova, N., och Drobyshev, I. 2020. A 500-year history of forest fires in Sala area, central Sweden, shows the earliest known onset of fire suppression in Scandinavia. Regional Environmental Change. Vol 20. Article 130 (2020). https://doi.org/10.1007/s10113-020-01718-2

Pinto, G.A.S.J., Rousseu, F., Niklasson, M. och Drobyshev, I. 2020. Effects of human-related and biotic landscape features on the occurrence and size of modern forest fires in Sweden. Acricultural and Forest Meteorology 291 (2020)108084. htts://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108084

Plathner F.V., Sjöström J. och Granström A. 2022. Influence of tree species on surface fuel structure in Swedish forests. In Advances in Forest Fire Research 2022 - D. X. Viegas & L.M. Ribeiro (Ed.) Chapter 4 – Risk Assessment

Popović Z., Bojović S., Marković M. och Cerdà A. 2021. Tree species flammability based on plant traits: A synthesis, Science of The Total Environment, Volume 800,2021, 149625

Proposition 2017/18:163. Nationell strategi för klimatanpassning, https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2018/03/prop.-201718163 (hämtad 20250316)

Pyne, S., Andrews, P.L. och Laven, R.D. 1996. Introduction to wildland fire. John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore. 769 p.

Päätalo, M.-L. 1998. Factors influencing occurrence and impacts of fire in northern European forests. Silva Fennica.32. 185-202.

Ramanathan, V., Carmichael, G. 2008. Global and regional climate changes due to black carbon. Nature Geoscience, 1, 221–227

Regeringens skrivelse. Skr. 2023/24:97 Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning, https://www.regeringen.se/contentassets/981309b513244d3eb987e0cf8ff69e37/nationell-strategi-och-regeringens-handlingsplan-for-klimatanpassning-skr.-20232497.pdf (hämtad 2024-07-11)

Regeringskansliet. 2021. Prioritised action framework (PAF) for NATURA 2000 in SWEDEN, final version. for the Multiannual Financial Framework period 2021 – 2027, 22 November 2021

Regeringskansliet. Att förändra vår värld: Agenda 2030 för hållbar utveckling. Svensk översättning av FN:s Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, https://www.regeringen.se/globalassets/regeringen/dokument/finansdepartementet/agenda-2030/att-forandra-var-varld_agenda-2030-for-en-hallbar-utveckling.png.pdf (hämtad 20250316)

Richardson, K., Steffen W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nouges-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Ramstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V, Wang-Erlandsson, L., Weber, L. och Rockström, J. 2023. Earth beyond six of nine Planetary Boundaries. Science Advances. 9.37. DOI: 10.1126/sciadv.adh2458

Ring, E., Wallgren, M., Mårald, E., Westerfelt, P. 2024. Forest roads in Sweden – infrastructure with multiple uses and diverse impacts. Silva Fennica vol. 58 no. 4, 24021.

Roberge C. och Mikaelsson H. 2024. Nationell Riktad Skogsskadeinventering. Resultat från Granbarkborreinventering 2024. SLU, Umeå

Rothermel, R. C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Res. Pap. INT-115. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 40 p.

Samils, B. och Stenlid, J. 2022. A review of biology, epidemiology and management of Cronartium pini with emphasis on Northern Europe. Scandinavian Journal of Forest Research. 37:3, 153-171.

Schelhaas, MJ., Hengeveld, G., Moriondo, M., Reinds, G.J., Kundzewicz, Z., ter Maat, H. och Bindi, M. 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* **15**, 681–701 (2010). https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s11027-010-9243-0

Schimanke, S., Joelsson, M., Andersson, S., Carlund, T., Wern, L., Hellström, S., Kjellström, E. 2022. Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021, SMHI rapport, Klimatologi 69,https://www.smhi.se/publikationer-fran-smhi/sok-publikationer/2022-11-20-observerad-klimatforandring-i-sverige-1860-2021 (hämtad 20250309)

Schimmel, J. och Granström, A. 1997. Fuel succession and fire behavior in the Swedish boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1207−1216.

Schlyter, P., Stjernquist, I., Bärring, L., Jönsson, AM. och Nilsson, C. 2006. Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on bore-al forests in northern Europe, focusing on Norway spruce, Climate Research, Vol. 31: 75–84.

Sevanto, S., McDowell, N. G., Dickman, T., Pangle, R och Pockman, W. T. 2014. How do trees die? A test of the hydraulic failure and carbon starvation hypotheses. Plant, Cell and Environment (2014) 37, 153-161.

SGI och MSB. 2021. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Karlstad. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning

SGI. 2022. Framtida kostnader till följd av ras, skred och erosion, Fördjupning av klimateffekter (dnr:1.12107-0584, 2022). Underlag framtaget av SGI.

SGU. 2016. Saltvattenavsatta leror i Sverige med potential för att bilda kvicklera. rapport 2016:08. https://www.sgu.se/globalassets/produkter/publikationer/tidigare/saltvattenavsatta-leror-i-sverige-med-potential-for-att-bilda-kvicklerasgu-rapport-2016-08.pdf

SGU. 2024. Klimatmodellering av grundvatten – grundläggande analys. rapport 2024:04. https://www.sgu.se/globalassets/produkter/publikationer/2024/klimatmodellering-av-grundvatten---grundlagganade-analys---sgu-rapport-2024-04.pdf

Sjöström, J och Granström, A. 2020. Skogsbränder och gräsbränder i Sverige – Trender och mönster under de senaste decennierna. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Publ nr MSB1536-april 2020. ISBN: 978-91-7927-032-2

Sjöström, J., och A. Granström. 2023. Human activity and demographics drive the fire regime in a highly developed European boreal region, Fire Safety Journal, Volume 136,103743

Skogforsk. 2020. Förädlat skogsodlingsmaterial 2020-2064. Arbetsrapport 1066-2020.

Skogforsk. 2023. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2023. https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2024/skogsbrukets-kostnader-och-intakter-2023/ (hämtad 20250402)

Skogforsk. 2024. Friskare träd i framtidens skog – med ett screeningcenter för törskate och rotröta. Arbetsrapport 1192-2024

Skogforsk. 2024. Scenario Förädling – ett komplement till SKA22. Arbetsrapport 1203-2024.

Skogsstyrelsen. 2006a. Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun. Rapport 8.

Skogsstyrelsen. 2006b. Stormen 2005 – en skoglig analys, Meddelande 1. Kapitel 3.6.10 Skador på kulturmiljöer. https://cdn.abicart.com/shop/9098/art72/4645972-02cb95-1556li.pdf (hämtad 2025-05-11)

Skogsstyrelsen. 2016. 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. Rapport 2016/10.

Skogsstyrelsen. 2019a. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23. Publicerad januari 2020.

Skogsstyrelsen. 2019b. Multiskadad ungskog i Västerbottens- och Norrbottens län. Möjliga åtgärder för att mildra problemen. Skogsstyrelsen Rapport 2019/10.

Skogsstyrelsen. 2019c. Skogsbrukets kostnader för viltskador. Återrapportering till regeringen. Rapport 2019/16.

Skogsstyrelsen. 2019d. Skogsskötsel med nya möjligheter. Rapport 2019/24.

Skogsstyrelsen. 2021. Skogsbruksåtgärder och skador på samhällsfunktioner. Analys av situationen idag och i ett framtida klimat samt åtgärdsförslag. Rapport 2021/9. https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-20222021202020192018/rapport-2021-9-skogsbruksatgarder-och-skador-pa-samhallsfunktioner.pdf (hämtad 2025-05-16)

Skogsstyrelsen. 2022a. Levande skogar - Fördjupad utvärdering 2023. Rapport 22/12.

Skogsstyrelsen. 2022b. Skogliga konsekvensanalyser 2022 - Skogens utveckling och brukande. Delrapport 2022/09

Skogsstyrelsen. 2023a. Analys av regelverk utifrån behov av klimatanpassning i skogen och skogsbruket. Rapport 2023/17. https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-2023/rapport-2023-17-analys-av-regelverk-utifran-behov-av-klimatanpassning-i-skogen-och-skogsbruket.pdf (hämtad 2025-03-16)

Skogsstyrelsen. 2023b. Friluftsliv och mångbruk – Mål och utvecklingsbehov för skogens sociala värden. Rapport 2023/11.

Skogsstyrelsen. 2023c. Nulägesbeskrivning av enskilda vägar med inriktning på skogsbrukets transporter. Rapport 2023/18, 87 sidor, https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-2023/rapport-2023-18-nulagesbeskrivning-av-enskilda-vagar-med-inriktning-pa-skogsbrukets-transporter.pdf (hämtad 2025-04-02)

Skogsstyrelsen. 2023d. Skogsträdsförädling för ökad resistens mot skadegörare. Rapport 2023/19.

Skogsstyrelsen. 2024a. Skogsskadornas utveckling sedan 1993. Underlag till 2024 års skogspolitiska utredning. Rapport 2024/15.

Skogsstyrelsen. 2024b. Underlag till Skogsutredningen, PM om skogsskador.

Skogsstyrelsen. 2024c. Uppföljning av klimatanpassning och effekter i skogen. Rapport 2024/19.

Skogsstyrelsen. 2025. Skogsskador i Sverige 2024. Temarapport. Rapport 2025/05.

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

SMHI. 2024. Myndigheters arbete med klimatanpassning 2023. Klimatologi Nr.73, Norrköping. https://www.smhi.se/publikationer-fran-smhi/sok-publikationer/2024-04-17-myndigheters-arbete-med-klimatanpassning-2023

SMHI. 2025. Klimatunderlag för klimat och sårbarhetsanalyser. Klimatologi nr 74. https://www.smhi.se/download/18.55d446f91937861d43d55ca/1744202744298/Klimatologi_74%20Klimatunderlag%20f%C3%B6r%20klimat-%20och%20s%C3%A5rbarhetsanalyser.pdf (hämtad 20250415)

Sockman, K och Hurlbert, A. 2020. How the effects of latitude on daylight availability may have influenced the evolution of migration and photperiodism. Functional Ecology 34:1752-1766.

Soininen, E., Magnusson, M., Jepsen, J., Eide, N., Yoccoz, N., Angerbjörn, A., Breisjøberget, J., Ecke, F., Ehrich, D., Framstad, E., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Killengreen, S., Olofsson, J., Oksanen, L., Oksanen, T., Tveito, O., Ims, R. 2024. Macroecological patterns of rodent population dynamics shaped by biocli-matic gradients. Ecography e07058. https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ecog.07058

SOU. 2007:60. Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter. https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2007/10/sou-200760-/ (hämtad 20250316)

Swanston, C., Janowiak, M., Brandt, L., Butler, P., Handler, S., Shannon, D., Derby Lewis, A., Hall, K., Fahey, R., Scott, L., Kerber, A., Miesbauer, J., Darling, L., Parker, L., och St. Pierre, M. 2016. Forest Adaptation Resources: climate change tools and approaches for land managers. 2nd edition, kapitel 3. https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-87-2

SWECO. 2019. En sammanställning av fyra samebyars pilotprojekt med klimat- och sårbarhetsanalys samt handlingsplan för klimatanpassning, syntesrapport, på uppdrag av sametinget, https://www.sametinget.se/klimat/syntesrapport (hämtad 20250415)

Taleb, N. N. 2007. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable.

Tanskanen, H., Venäläinen, A., Puttonen, P., och Granström, A. 2005. Impact of stand structure on surface fire ignition potential in Picea abies and Pinus sylvestris forests in southern Finland. Can. J. For. Res. 35: 410–420

Taskanen, H. 2007. Fuel conditions and fire behavour characteristics of managed Picea abies and Pinus Silvestris forests in Finland. Dissertationes Forestales 40. ISSN 1795-7389. ISBN 978-951-168-2.

Valinger, E., Elfving, B. och Mörling, T. 2000. Twelve year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. Forest Ecology and Management 134:45-53

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O-P., Viiri, H., Ikonen, V-P., och Peltola, H. 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. Glob Change Biol. 26:4178–4196.

Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM). 2022. Klimaendringer og virkninger på hovedøkosystem skog, Et norsk sammendrag basert på VKM Report 2022:15 Impacts of climate change on the boreal forest ecosystem, VKM Report 2022:15, ISBN: 978-82-8259-390-8, ISSN: 2535-4019.

Warren, R., Price, J., VanDerWal, J., Cornelius, S., och Sohl, H. 2018. The implications of the United Nations Paris Agreement on climate change for globally significant biodiversity areas. Climatic Change 147, 395–409 (2018). https://doi.org/10.1007/s10584-018-2158-6

Way, D. A. 2013. Will rising CO2 and temperatures exacerbate the vulnerability of trees to drought? Tree Physiology 33: 775-778, doi:10.1093/treephys/tpt069.

Wern, L. och Bärring, L. 2011. Vind och storm i Sverige. Faktablad 51-2011. SMHI.

Wulff S. och Roberge C. 2023. Nationell Riktad Skadeinventering (NRS). Inventering av barkborreangrepp i Götaland och Svealand 2023. SLU, Umeå.

Wulff, S., Hansson, P. och Witzell, J. 2006. The applicability of national forest inventories for estimating forest damage outbreaks – Experiences from a Gremmeniella outbreak in Sweden. Canadian Journal of Forest Research 36: 2605-2613.

Wulff, S., Walheim, M. och Roberge, C. 2022. Nationell Riktad Skadeinventering (NRS). Inventering av skador på ungskog 2022 i Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland och Jämtlands län. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.

Öhrn, P., Berlin, M., Elfstrand, M., Krokene, P., Jönsson, A., Wallin, E., Borg-Karlson, A-K. och Menkis, A. 2024. Norway spruce resistance to bark beetle attack differ with timing of spring budburst Poster IUFRO2024. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13608.79363

Örlander, G. och Frisk J. 2020. Viltbetesskador i Sverige - Konsekvenser för virkesproduktion, ekonomi och klimat. rapport från Södra i samarbete med Sveaskog, Södra, Billerud-Korsnäs, Holmen, LRF Skogsägarna, Mellanskog, Norra Skog, SCA, Skogsindustrierna och Storaenso. 8 sidor. https://mb.cision.com/Public/682/3191540/bf6dc190b4eb4b29.pdf (hämtad 20250403)

Websidor och nyhetsartiklar

Climate Action Tracker. Websida. https://climateactiontracker.org/ (20250522)

Dagens Industri. 2023-05-02. Granbarkborrar förstör skog för 14 miljarder. Nyhet. https://www.di.se/nyheter/granbarkborrar-forstor-skog-for-14-miljarder/ (hämtad 20250403)

EEA. 2024. Drought impact on ecosystems in Europe, 2000-2023 – maps and charts. Websida. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/drought-impact-on-ecosystems-in-data-viewers (hämtad 20250402)

EU. Målen för 2030. Websida. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/overall-targets-and-reporting/2030-targets_sv (hämtad 20250316)

Folkhälsomyndigheten. Att vistas i naturen kan stärka vår psykiska hälsa. Websida. https://dinpsykiskahalsa.se/artiklar/vad-paverkar-var-psykiska-halsa/natur-och-friluftsliv/ (hämtad 20250522)

IPBES. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Websida. https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/internationellt-miljoarbete/multilateralt-miljosamarbete/plattform-for-biologisk-mangfald---ipbes/ (hämtad 20250316)

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Websida. https://www.ipcc.ch/ (hämtad 20250316)

IPCC. AR5. Websida. https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/

Landbruksdirektoratet. Vernskog og naturfare. Websida. https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/skogbruk/vernskog-og-naturfare?print=1 (hämtad 20250522)

Leonadsen, L. ”Warmer, wetter, wilder”, Lykke Leonardsson, Köpenhamns stad, sammanfattar klimatläget så när hon beskriver hur Köpenhamn har arbetat med plötsliga skyfall i en Cloudburst Management Plan, se video från konferens, 2018: Living with water 2018: Lykke Leonardsen (hämtad 2025-05-11)

LRF. 20231013. Det var en gång en skogsbilväg. Nyhet. https://www.lrf.se/nyheter/det-var-en-gang-en-skogsbilvag/ (hämtad 20250522)

Naturvårdsverket. 20250411. Mer krävs för att nå klimatmålen, Pressmeddelande om Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimatredovisning 2025. https://www.naturvardsverket.se/om-oss/aktuellt/nyheter-och-pressmeddelanden/2025/april/mer-kravs-for-att-na-klimatmalen/ (hämtad 20250415)

Naturvårdsverket. Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk. Websida. https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/ (hämtad 20250316)

Preventionweb (UNDRR). 20250124. After the fire: Rain on wildfire burn scars can trigger deadly debris flows – a geolo-gist explains how. Nyhet. https://www.preventionweb.net/news/after-fire-rain-wildfire-burn-scars-can-trigger-deadly-debris-flows-geologist-explains-how (hämtad 20250522)

SCB. Tätorter i Sverige. Websida. https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/tatorter-i-sverige/ (hämtad 20250430)

SEI. Planetära gränser. Websida. https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html (hämtad 2025-03-05)

Skogforsk. Skogsbrand – branschriktlinjer och förebyggande arbete https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2017/riskhantering-avseende-brand-vid-skogsarbete/ (hämtad 20250415)

Skogsstyrelsen. 20230912. Omfattande regnskador på skogsbilvägar – skogsägare uppmanas inspektera. Nyhet. https://via.tt.se/pressmeddelande/3368856/omfattade-regnskador-pa-skogsbilvagar-skogsagare-uppmanas-inspektera?publisherId=415163&lang=sv

Skogsstyrelsen. Statistik om tätortsnära skog. Websida. https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/temaomraden/tatortsnara-skog/ (20250522)

SLU. 20240604. Ovanligt fynd vid björkskador utanför Hudiksvall. Nyhet. Hämtad 2025-04-11 från: https://www.slu.se/ew-nyheter/2024/6/ovanligt-fynd-nar-forskare-undersokte-bjorkskador-utanfor-hudiksvall/

SLU. Artdatabanken. Websida. https://www.slu.se/artdatabanken/ (hämtad 20250415)

SLU. Nationell riktad skogsskadeinventering NRS. Websida. https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/miljoanalys/skogsskadeovervakningen/om-nrs/

SLU. Riksskogstaxeringen. Websida. https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/

SMHI. 20240125. Ny nationell klimat och sårbarhetsanalys ska tas fram. Nyhet. https://klimatanpassningsradet.se/nyheter/nyheter/2024-01-25-ny-nationell-klimat--och-sarbarhetsanalys-ska-tas-fram (hämtad 20250316)

SMHI. 20240131. Mindre sannolikt med extrem kyla i Norge, Sverige och Finland i ett förändrat klimat. Nyhet. https://www.smhi.se/nyheter/nyheter/2024-01-31-mindre-sannolikt-med-extrem-kyla-i-norge-sverige-och-finland-i-ett-forandrat-klimat (hämtad 2025-05-17)

SMHI. Framtidens klimat. Websida. https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/

SMHI. Klimatscenariotjänst. Websida. https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100/year/anom (hämtad 2025-03-17)

SMHI. Lathund för klimatanpassning – Klimat och sårbarhet. Websida. https://www.smhi.se/lathund-for-klimatanpassning (hämtad 20250522)

SMHI. Normalperioden 1961-1990. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/normaler/normalperioden-1961-1990-

SMHI. Normalperioden 1991-2020. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/normaler/normalperioden-1991-2020

SMHI. Olika mått på luftfuktighet. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet/olika-matt-pa-luftfuktighet

SMHI. Orkanernas höst 1969. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/stormar-i-sverige/orkanernas-host-1969 (hämtad 2025-05-22)

SMHI. Vegetationsperiod. Websida. https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/fenologi/vegetationsperiod (hämtad 20250430)

SMHI.. 20240918. WMO:s rapport United in Science 2024: “Vi är långt ifrån målen”. Nyhet https://www.smhi.se/nyheter/nyheter/2024-09-18-wmos-rapport-united-in-science-2024-vi-ar-langt-ifran-malen (hämtad 2024-09-27)

Stenungsunds kommun. 20230923. Samlade nyheter om skredet. Websida. https://www.stenungsund.se/raddning-och-sakerhet/aktuella-handelser/information-om-skredet-i-stenungsund/samlade-nyheter-om-skredet (hämtad 20250522)

SVT. 20230701. Stora skador i Matfors efter skyfall – Per-Anders nedfart spolades bort. Nyhet. https://www.svt.se/nyheter/lokalt/vasternorrland/per-anders-i-matfors-vart-tog-vagen-vagen (hämtad 20250522)

TV4. 20230912. Inslag på TV4 om stormen Hans i renskötselområdet (2023-09-12). Nyhet. https://www.tv4play.se/korthet/a7408b617157f7591d2a/stora-problem-for-rennaringen-efter-stormen-hans?panelId= (hämtad 2025-05-11)

United Nations. 17 Sustainable development goals. Websida. https://sdgs.un.org/goals (hämtad 20250504)

Personlig kommunikation

Lennart Svensson, skogsskadespecialist, Skogsstyrelsen, Kommunikation via epost, 2025-04-02

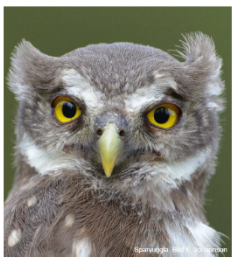
Bilaga 1: Underlag till workshop för bedömning av konsekvenser

Varför en workshop?

Syfte: Att med hjälp av er få grepp om sårbarheten i skogen och skogsbruket. Kommentarer och inspel tas sedan vidare i den klimat- och sårbarhetsanalys som görs.

Vem är inbjuden: skogskadesamordnare, förvaltare av skogsstyrelsens fastigheter, specialister från Skogsenheten för skogsskador, skogsskötsel, kulturmiljö, rennäring, naturvård, skogens sociala värden, specialist från Tillsynsenheten, specialist från Rådgivningsenheten, specialist från Enheten för statistik och data, Tvärgruppen för klimatanpassning

Format: Introduktioner digitalt, och sedan 2 olika grupparbeten, kl 9-12
Stöd av SMHI – Bodil Ståhl, sakkunnig klimatanpassning och vik.verksamhetsledare Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning



SKOGSSTYRELSEN 2

Tid	Program för workshop den 1 oktober och den 4 oktober	
9.00-9.10	Presentationsrunda	Karin Ö (SKS)
9.10-9.15	Kort sammanfattning av projektet att följa upp klimatanpassning	Karin Ö (SKS)
9.15-9.30	Klimat- och sårbarhetsanalys som underlag för klimatanpassningsaktiviteter - Översiktlig beskrivning - Hur vi ska använda begrepp här	Bodil Ståhl (SMHI)
9.30 – 9.40	Frågor	
9.40 - 10.00	Underlag för klimat- och sårbarhetsanalys • Identifierad **sårbarhet** utifrån känslighet och anpassningsförmåga (del 1) • Bedömning av **konsekvenser** nu och i ett förändrat klimat (del2)	Carin N och Giuliana Z (SKS)
10.00 – 10.10	**PAUS**	
10.10 – 10.25 10.25 – 10.50	DEL 1 Introduktion till gruppreflektion om bedömningar av känslighet och anpassningsförmåga (sårbarheten) Grupparbete – Bedömningar av känslighet och anpassningsförmåga (sårbarheten)	Bodil Ståhl (SMHI), Carin N och Giuliana Gruppledare: Karin Ö, Carin N, Giuliana Z, Per H, Hillevi E, Anja L (SKS)
10.50-11.00	**PAUS**	
11.00 – 11.10 11.10 – 11.40	DEL 2 Introduktion till gruppreflektion om konsekvenser Grupparbete – Konsekvenser nu och i ett förändrat klimat	Bodil Ståhl (SMHI), Carin N och Giuliana Gruppledare: Karin Ö, Carin N, Giuliana Z, Per H, Hillevi E, Anja L (SKS)
11.40-11.55	Återrapportering i helgrupp	Bodil Ståhl (SMHI)
11.55 – 12.00	Avrundning – nästa steg	Karin Ö och Carin N (SKS) Bodil (SMHI)

SKOGSSTYRELSEN 3

Introduktion

Läsanvisning

- Läs gärna hela material till workshopen. Den består av:
  - Introduktion
  - KSA – vad är det?
  - KSA – den tidigare
  - Workshopen (innehåller de olika momenten, samt matriser vi kommer att använda)
- Denna ppt har mycket text. Den är tänkt att läsas som en bilderbok, inte att visas vid ett föredrag.
- Du har även fått ut ett fördjupningsmaterial om metoden, klimatdata och annan data. Detta är för dig som vill veta mer för eget intresse.

SKOGSSTYRELSEN 4

Introduktion

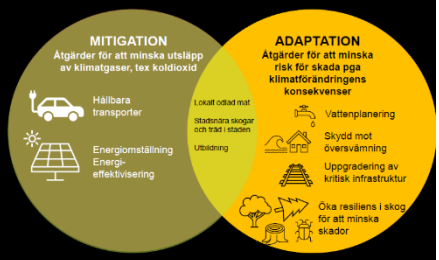
Vad är klimatanpassning?

Klimatanpassning:

"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"

Eng:
Adaptation eller *Climate Change Adaptation CCA*

OBS!
Inom klimatanpassning ingår inte att begränsa klimatförändringarna (eng: *mitigation*) genom att reducera koldioxidutsläppen, eller kolinlagra i skogen.



OBS!
Klimatanpassning av skogen är alltså en del av vattenplanering, skydd av transport/infrastruktur mm

Alla punkterna i bubblan berör skog

SKOGSSTYRELSEN 5

Introduktion

Klimatanpassning ingår i dagligt arbete inom sektorn och myndigheten

Klimatanpassning stärker vårt arbete!

När vi har med klimatanpassningsaspekten:
- Minskar, lindrar och förebygger vi skaderisker, tex
  - Skador från brand, storm, insektsskador, rotröta
  - Torkstress-skador
  - Ras, skred, erosion, översvämningar, körskador
  - Skador på biologisk mångfald, på viltbete och renbete
  - Skador på samhälle och infrastruktur som kommer av skötselåtgärder
- Utökas möjligheten för skogens tillväxt
- Utökas möjlighet för användning och brukande av skogen i framtiden

Fokus är den vitala resilienta skogen!

SKOGSSTYRELSEN 6

Introduktion

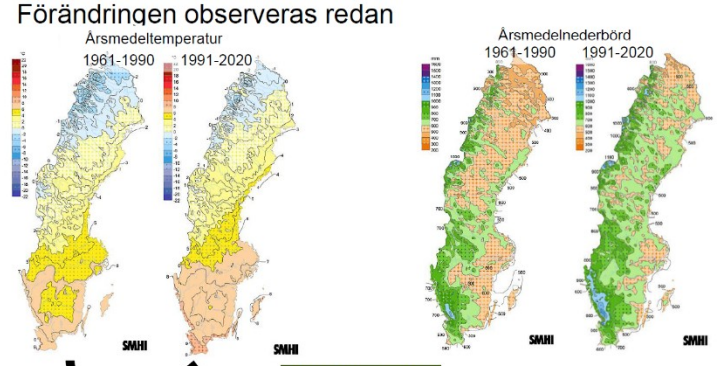
Varför behövs en klimat- och sårbarhetsanalys?

- Det blir varmare, regnigare och fler tillfällen med extremt väder ser ut att inträffa framöver (AR6, IPCC). Detta påverkar skogen och skogsbruket.
- Det är viktigt att minska utsläppen av koldioxid, för att minska den globala uppvärmning. Men även att klimatanpassa, för att minska samhällets sårbarhet för de klimatförändringar som redan sker och som kommer i framtiden.
- En klimat- och sårbarhetsanalys sammanfattar hur något påverkas av klimatförändringarna, vilka konsekvenserna blir, uttryckt i risken för skada.

SKOGSSTYRELSEN 7

Introduktion

Förändringen observeras redan



Vi ser redan de senaste 30 åren en förändring i medeltemperatur och nederbördsmängd för Sverige.

SKOGSSTYRELSEN 8

KSA – vad är det?

Vad innehåller en klimat- och sårbarhetsanalys?

En klimat- och sårbarhetsanalys kartlägger vilka

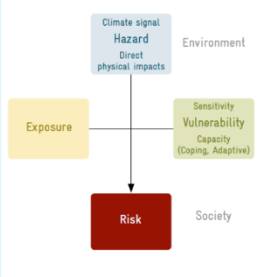
- **klimatrelaterade händelser (eng: *hazard*) som finns,**
- **och hur något – i vårt fall skogen - exponeras för det.**
- **Sårbarheten tas fram genom att väga känsligheten (eng: *sensitivity*) med anpassningsförmågan (indelad i *coping capacity* och *adaptive capacity*).**
- **Målet är att få fram en uppskattning av risken för skada.**

Risken är funktion av ***sannolikheten (p) för en händelse*** eller fara/eng.*hazard*, **exponeringen (E)** för denna händelse, och **sårbarheten (V)** för den.

Risk (R) = f (p, E, V)

Figuren visar de olika delarna i en klimat- och sårbarhetsanalys, så som de används i IPCC.

Den klimat- och sårbarhetsanalys som Skogsstyrelsen nu gör hämtar inspiration från denna metod, med stöd från sammanställningar från SMHI, klimatanpassning.se och climate-adapt.eu .



Figuren är hämtad ur figur 4, sida 15, i rapporten GIZ and EURAC 2017: Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook.Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. Bonn: GIZ. https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/risk-supplement-to-the-vulnerability-sourcebook--guidance-on-how-to-apply-the-vulnerability-sourcebook2016s-approach-with-the-new-ipcc-ar5-concept-of-climate-risk

SKOGSSTYRELSEN 9

KSA – den tidigare

Hur gjorde Skogsstyrelsen sist?

- Förordning 2018:1428 satte ramarna.
- Myndigheten skulle (och ska även nu) göra en klimat- och sårbarhetsanalys, och sedan sätta mål för klimatanpassning baserat på de risker som kom fram.
- I Skogsstyrelsens rapport 2019:23 finns KSAn i kapitel 5.
- Klimatanpassningsarbetet ska enligt förordningen följas upp vart 5 år, och klimat- och sårbarhetsanalys ska uppdateras, och målen ses över. Där är vi nu!
- Skogsstyrelsen gick 2019 igenom de skador som påverkas av klimatförändringarna, och använde sig av SMHIs mallar för att sammanfatta riskbedömningen i den förra KSAn.

Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

- Klimat- och sårbarhetsanalys för skogssektorn
- Dialoger med skogsägarföreningar, miljöorganisationer m.fl.
- → Övergripande effektmål med uppföljningsbara preciseringar
- → Förslag på skötselåtgärder m.m. för att nå effektmålen
- Handlingsplan för hur Skogsstyrelsen ska verka för att nå målen
- Uppföljning under 2024

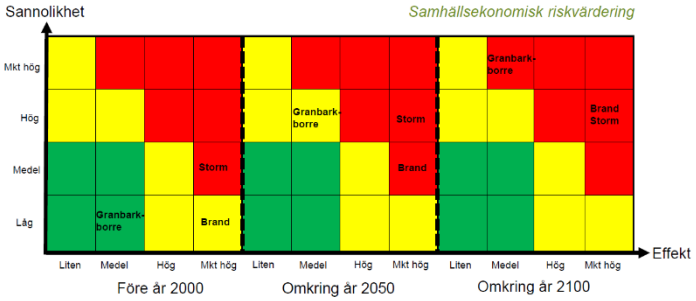
SKOGSSTYRELSEN

10

KSA – den tidigare

Klimat- och sårbarhetsanalys för skogssektorn från Skogsstyrelsens rapport 2019: 23

Klimat- och sårbarhetsanalysen från 2019 är sammanfattad i denna figur, där skador från storm, granbarkborre och brand skattats utifrån sannolikheten att det inträffat och effekten av skadan på samhället.

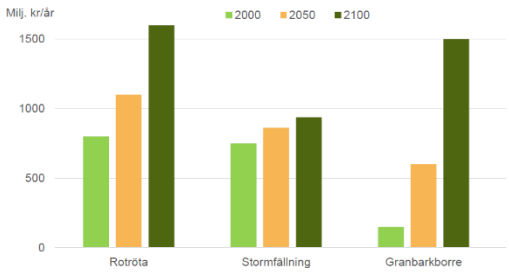


SKOGSSTYRELSEN

11

KSA – den tidigare

Vad kostar det att inte klimatanpassa?



Skogsstyrelsen gjorde även uppskattning av hur stor kostnaden skulle bli framöver för skadorna rotröta, stormfällning och granbarkborre om ingen klimatanpassning gjordes nu.

Uppskattningen är grov, men ger ändå en tydlig fingervisning om problematiken som behöver adresseras framöver.

Och vad händer när flera skador sammanfaller – tex brand, torka och sedan granbarkborrar…

Källa: Skattningar presenterade i Rapport 2019/23 – Klimatanpassning av skogen och skogsbruket – mål och förslag på åtgärder

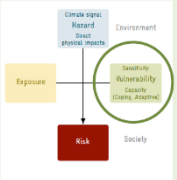
SKOGSSTYRELSEN

12

Workshopen

Vad vi ska göra på workshopen – Del 1

1. Bedöma sårbarhet i skogen och skogsbruket



A. Uppdelat på känslighet och anpassningsförmåga
- Känslighet: mottaglighet för skada
- Anpassningsförmåga: bristande förmåga att hantera och anpassa sig

B. För olika skador
- Stormskador
- Granbarkborreskador
- Brand
- Svampskador
- Ras och skred

C. I olika delar av landet
- Götaland, Svealand, Södra Norrland, Norra Norrland
- För vissa sårbarheter och konsekvenser finns relevans att nämna en öst/västlig gradient, kustnära/inlandsgradient.

D. I produktionsskog
- Indelat i granskog, tallskog, barrblandskog, contortaskog, blandskog, lövskog och ädellövskog
- fokus är på produktionsskog, det vill säga att analysen inte innefattar naturreservat, nationalparker eller andra avsättningar.
- antas skötas enligt konventionella metoder just nu, utan klimatanpassningsåtgärder

E. För klimatets framtida utveckling används
- RCP4,5 (ökade utsläpp fram till 2040, för att sedan minska)
- och RCP8,5 (fortsatt ökade utsläpp till 2100)

F. För tidsperioderna: Nutid (2020-talet), 2050 samt 2100.

SKOGSSTYRELSEN 13

Vad vi ska göra på workshopen – Del 2

2. Bedöma konsekvenserna av de olika skadorna i skogen och skogsbruket

På liknande sätt som ovan. Vi utgår från era bedömningar av sårbarhet (Del 1) och uppskattar konsekvenserna för de olika skadorna, i olika skogstyper, i olika landsdelar, i konventionellt skötts skog utan anpassningsåtgärder, för tidsperioderna nutid, 2050 och 2100.

Vi bedömer även samhällsekonomiska effekter (monetära och icke-monetära).

Dessa frågor kommer även tas upp med sektorns representanter när vi träffar dem, samt myndigheter, och deras inspel bidrar sedan till hela klimat- och sårbarhetsanalysen.

SKOGSSTYRELSEN 14

Workshopen – Del 1

Bedöma nivå av känslighet och anpassningsförmåga

- **Känslighet:** är den utsträckning samhälle, människor och naturmiljö påverkas på grund av exempelvis fysiologiska eller tekniska förutsättningar.
- **Anpassningsförmåga:** förmågan hos samhälle, människor och naturmiljö att förebygga eller hantera en händelse eller att tillvarata möjligheter. Förmågan påverkas av kunskap, ekonomi, teknologi, juridik och organisation.

Exempel på indelning av känslighet och anpassningsförmåga	
1 för låg känslighet	Skogen är inte känslig alls för skadan, eller i mycket låg grad, enstaka träd per hektar kan skadas. Skadan får låg inverkan på tillväxt. Skötsel av skog orsakar ej ras och skred i branta instabila områden.
2 för medelhög känslighet	Fler än ett träd per hektar skadas och/eller dör, men inte många, öppnar för enstaka småluckor enbart. Skadan får inverkan på tillväxt där den sker. Skötsel av skog orsakar ras och skred i branta instabila områden, och orsaka liten skada på något annat av samhällsvärde.
3 för hög känslighet	Betydande antal träd per hektar skadas och dör, skadan lämnar stor lucka. Skadan får betydande inverkan på tillväxt framåt i tiden i beståndet. Skötsel av skog ger omfattande ras och skred i branta instabila områden, och orsaka väsentlig skada på något annat av samhällsvärde.
1 för hög anpassningsförmåga	Skogen kan stå emot skadan väl om den har god vitalitet och växer i för den passande jord. Resiliens för klimatet finns.
2 för medelhög anpassningsförmåga	Skogen kan delvis stå emot skadan men saknar viss vitalitet på grund av felaktig ståndortsanpassning eller andra förutsättningar. Motståndskraft finns, men inte klimatresiliens.
3 för låg anpassningsförmåga	Skogen kan mycket dåligt stå emot skadan då den inte växer i för dem väl anpassad jord, eller saknar rumslig, geografisk eller annan förutsättning för att ha god vitalitet. Skogen är varken motståndskraftig eller klimatresilient.

Inspirerat av metodbeskrivningen i SMHIs rapport Rekommendationer för arbetet med klimatanpassning, från 2023-12-11

Workshopen - Del 1

Bedömning av sårbarheten - exempel

I ett produktionsbestånd, om konventionell skötsel görs i beståndet – hur är då känsligheten om det kommer en storm?
I ett produktionsbestånd, om konventionell skötsel görs i beståndet – hur är då anpassningsförmågan för att hantera en storm?

Sårbarheter att bedöma för följande skador	Stormskador Sårbarhet idag			Stormskador Sårbarhet ca 2050			Stormskador Sårbarhet ca 2100			
	Känslighet	Anpassnings-förmåga	Sårbarhet Summa	Känslighet RCP4.5/RCP 8,5	Anpassnings-förmåga RCP4.5/RCP 8,5	Sårbarhet RCP4.5/RCP 8,5 Summa	Känslighet RCP4.5/RCP 8,5	Anpassnings-förmåga RCP4.5/RCP 8,5	Sårbarhet RCP4.5/RCP 8,5 Summa	
Södra Sverige: totalt	**10 (12)**	**9**	**19 (21)**							
Granskog	3	3	6	/	/		/	/		
Tallskog	2	1	3	/	/		/	/		
Barrblandskog	2	2	4	/	/		/	/		
Blandskog	1	1	2	/	/		/	/		
Lövskog	1 (men 2 om sommarstorm)	1	2 (3)	/	/		/	/		
Ädellövskog	1 (men 2 om sommarstorm)	1	2 (3)	/	/		/	/		

SKOGSSTYRELSEN 16

Workshopen – Del 2

Matris för att bedöma konsekvenserna

Tabell 2 - Exempel på konsekvensnivåer

Bedömning		Ekonomisk	Social / säkerhet	Ekologiskt
1	Liten	Kostnader som kan hanteras inom befintliga kostnadsramar för myndigheten/sektorn	Störningar som påverkar några personer	Liten och tillfällig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga
2	Medel	Kostnader som kräver omprioriteringar för myndigheten/sektorn	Hälseeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar flera personer	Måttlig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga
3	Hög	Kostnader som är svåra att bära för myndigheten/sektorn	Stora hälseeffekter för människor eller djur eller allvarliga störningar som påverkar många personer	Allvarlig och långsiktig skada på ekosystems bärkraft och återhämtningsförmåga eller skada på riksintressen
4	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

Om bedömningen i en kolumn (ekonomisk, social/säkerhet, ekologisk) blir högre än de andra, så styr det den totala bedömningen.

Se nästa sida för exempel

Från SMHIs rapport **Rekommendationer för arbetet med klimatanpassning**, från 2023-12-11, sida 22

SKOGSSTYRELSEN 17

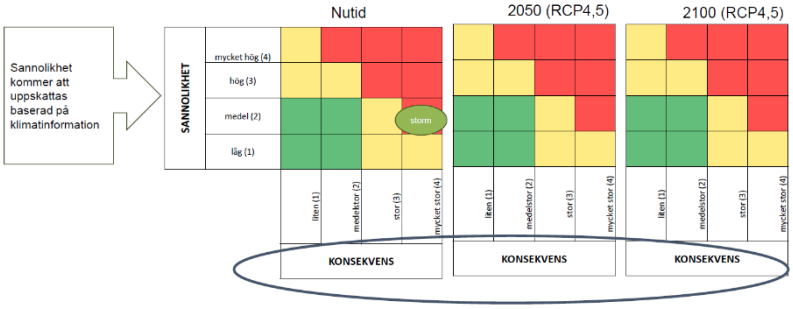
Workshopen - Del 2

Bedömning av konsekvenserna - exempel

	idag					2050					2100				
	Sårbarhet	Konsekvens				Sårbarhet	Konsekvens				Sårbarhet	Konsekvens			
	Total	Ekologisk	Social	Ekonomisk	Total (högsta värdet)	Total	Ekologisk	Social	Ekonomisk	Total (högsta värdet)	Total	Ekologisk	Social	Ekonomisk	Total (högsta värdet)
Södra Sverige: totalt	**19 (21)**														
Granskog	6	Stor (3)	Mycket stor (4)	Stor (4)	4										
Tallskog	3														
Barrblandskog	4														
Blandskog	2														
Lövskog	2 (3)														
Ädellövskog	2 (3)														

SKOGSSTYRELSEN 18

Er information kommer att användas i dessa riskmatriser (exempel stormskador)



SKOGSSTYRELSEN 19

Stort tack för att du medverkar!

SKOGSSTYRELSEN 20