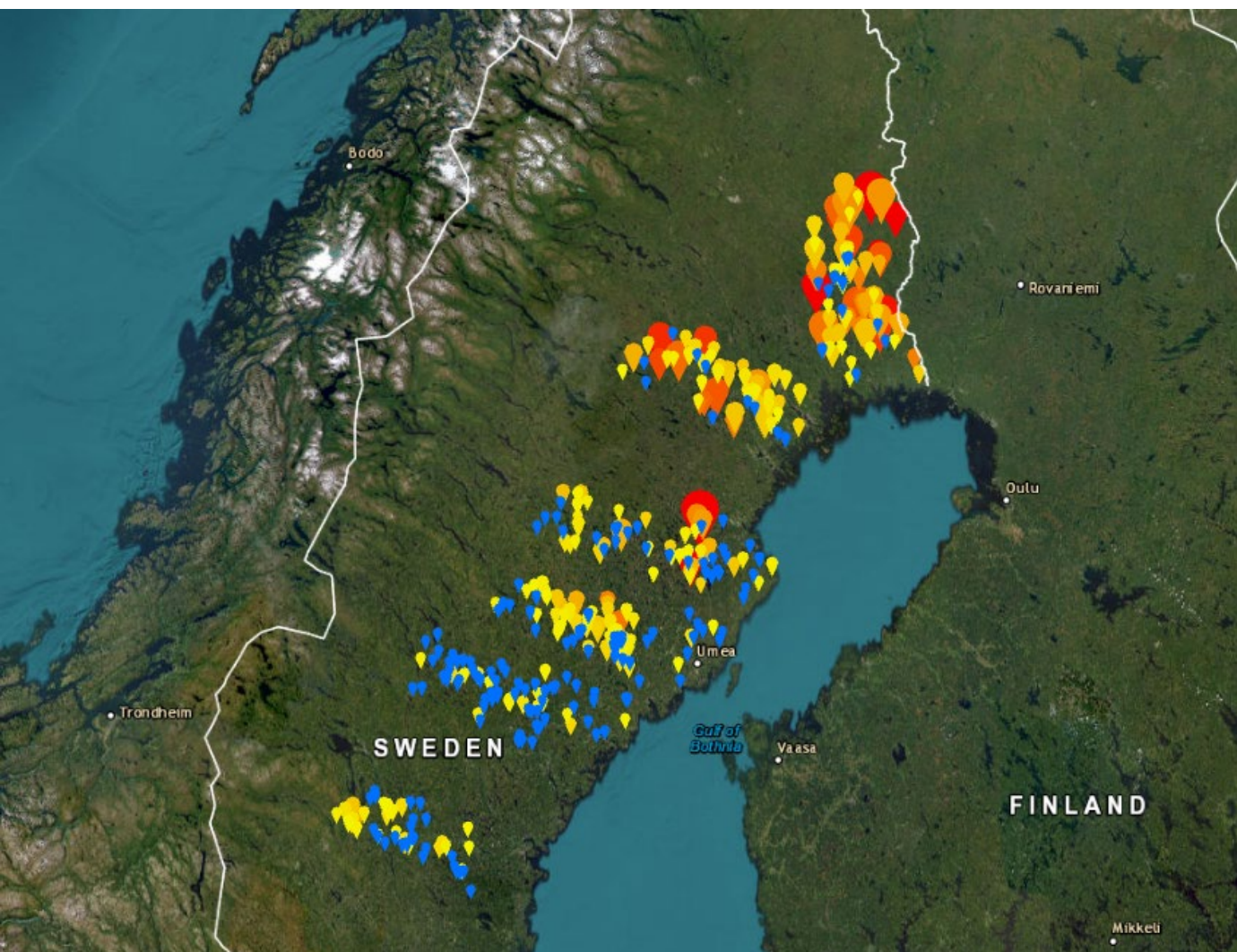


# Törskateinventering i ungskog

Identifierade riskfaktorer och skötselråd

Henrik Svennerstam



Inventeringens utbredning och övergripande resultat. Blåa symboler indikerar bestånd utan angrepp och gula till röda symboler angripna bestånd med varierande angreppsfrekvens.

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Summary</b> .....	<b>5</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>9</b>
Bakgrund .....	9
Riskfaktorer och mekanismer .....	10
Syftet med projektet .....	11
<b>Material och metod</b> .....	<b>11</b>
Beståndsurval .....	11
Geografisk omfattning .....	11
2021 .....	11
2022 .....	11
Inventeringsmetod .....	12
Cirkelprovytor, kartunderlag och insamling av data .....	12
Inventeringsvariabler .....	13
Inventeringsinstruktion och definitioner .....	17
Utbildning och genomförande.....	17
Analys .....	18
Törskate respektive misstänkt törskate .....	18
Provyte- respektive beståndsnivå .....	18
Angreppsfrekvens .....	19
Deskriptiv statistik .....	19
<b>Resultat och diskussion</b> .....	<b>19</b>
Inventeringens totala omfång .....	19
Antal angripna träd, angreppsfrekvenser och geografi .....	20
Antal angripna träd .....	20
Angreppsfrekvenser .....	21
Län.....	21
Höjd över havet.....	24
Angreppsfrekvenser & ståndortsvariabler.....	26
Kovall och törskateform.....	28
Jordart och textur.....	29
Markfuktighet .....	31
Rörligt markvatten .....	32
Angreppsfrekvenser och beståndsvariabler .....	32
Beståndsålder.....	32
Träslagssammansättning.....	34
Löv- och tallandel i beståndet & angreppsfrekvenser .....	34
Stamtäthet .....	36
Angreppsfrekvenser, registeruppgifter och skötsel.....	39
Bonitetsvisande träslag & ståndortsindex.....	39
Markberedningsmetod .....	42
<b>Riskfaktorer och skötselrekommendationer</b> .....	<b>43</b>
Övergripande resultat .....	43
Riskfaktorer för törskate.....	43

---

<b>Slutsatser och skötselråd .....</b>	<b>44</b>
Ståndortsanpassning vid anläggning av nytt bestånd .....	44
Riskhantering vid anläggning av nytt bestånd.....	46
Skötsel i redan angripna bestånd.....	46
<b>Referenser .....</b>	<b>46</b>



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala  
skogforsk@skogforsk.se  
skogforsk.se

---

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 18 november 2023 av Erik Ling, Programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 27 november 2023.

Redaktör: Charlotte Hessulf, charlotte.hessulf@skogforsk.se  
©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

# Förord

Denna rapport redovisar det av Skogforsk initierade och drivna projektet ”Törskateinventering på marker med dokumenterad skötselhistorik”. Syftet var att 1) i valda delar av Norrland inventera törskateförekomst; 2) finna kopplingar mellan törskateförekomst och vid inventering funna bestånds- och ståndortsvariabler samt bestånds- och skötselhistorik; 3) baserat på variabler som funnits ha inverkan på törskateförekomst ta fram skötselråd för att om möjligt minska framtida problem.

Projektet finansierades av den europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling genom landsbygdsprogrammet 2014–2020 med journalnummer 2020–865. Jag vill rikta ett stort tack till projektets markvärdar och samarbetspartners, Holmen Skog, Norra Skog, SCA och Sveaskog, för ovärderlig hjälp med utdrag ur beståndsregister och produktiva diskussioner under projektiden.

Sävar, november 2023

Henrik Svennerstam

# Summary

Scots pine blister rust occurs throughout Sweden, but is mainly associated with the problems it has caused in the northern parts of the country, especially in the county of Norrbotten. Several inventory projects have been carried out by the Swedish University of Agricultural Sciences and landowners. These projects have identified common cow wheat (*Melampyrum sylvaticum* or *Melampyrum pratense*), the alternate host plant for Scots pine blister rust, and land with higher production capacity as possible risk factors. The question is whether it is possible to identify in greater detail which site factors or other factors affect the occurrence of Scots pine blister rust. This could generate knowledge that could lead to new possible management strategies in areas where Scots pine blister rust causes problems.

Between 2021 and 2022, the Forestry Research Institute of Sweden, in collaboration with landowners Holmen Skog, Norra Skog, SCA and Sveaskog, conducted an inventory project on Scots pine blister rust in the counties of Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland, and Jämtland. Through a detailed inventory of site and stand factors, as well as analysis of management, the project aim was to identify factors with an impact on the occurrence of Scots pine blister rust in young pine forests (10–30 years old). A total of 421 stands (3373 plots) were surveyed, divided into 140 stands in Norrbotten, 146 in Västerbotten, 100 in Västernorrland, and 35 in Jämtland. On an overall level, the inventory confirms the results from previous inventories, with low infestation rates in all counties except Norrbotten, where 6.3% of all pine trees were infected by Scots pine blister rust. In Norrbotten, most stands with infection frequencies above 10% were also found.

The analysis of inventory data has identified several factors that, to varying degrees, affect the occurrence of Scots pine blister rust. The previously reported link between common cow wheat and risk of infection is confirmed, but only for the county of Norrbotten. A probable explanation for this observation is that Norrbotten is dominated by the host-changing form of Scots pine blister rust, unlike the other counties. Inventory data also suggest a possible link between common cow wheat and the proportion of deciduous trees found in a stand. Inventory data covering ground vegetation, soil texture, soil moisture and moving soil water also point to a link between soil production capacity and Scots pine blister rust.

Together with the analysis showing that stands, on average, have higher infection frequencies of Scots pine blister rust when spruce is the designated tree species for a certain area (as registered at some point by the landowner), it is clear that site variables that increase the soil's production capacity affect the occurrence of Scots pine blister rust, especially when several factors are combined or aggregated. However, there is some uncertainty as to whether the relationship between these site variables and Scots pine blister rust is applicable in all studied counties or only in Norrbotten. An interesting observation, but one that requires further analysis and perhaps even new targeted studies, is the relationship in inventory data between low stem density and higher infection frequencies.

Based on inventory data and analysis, several site variables have been identified as risk factors for Scots pine blister rust in Norrbotten, but not always in other surveyed counties. This means that the management guidelines must be adapted geographically.

In principle it is only in Norrbotten and possibly high-risk areas in other counties that the management guidelines can be considered reasonably robust. General management guidelines that can be given based on inventory data and identified variables with an impact on the occurrence of Scots pine blister rust are: 1) More strictly applied site adaptation in high-risk areas for Scots pine blister rust, where pine should not be planted on land with a higher site productivity class than blueberry; 2) An adjustment for high-risk areas in the choice between pine and spruce when establishing a new stand, where pine should not be planted on land that is in the higher site productivity range of the blueberry class; 3) Exercise caution when establishing a new stand at higher elevations if Scots pine blister rust is found in the adjacent area. If so, could an alternate tree species be used?

In addition to the guidelines based on identified risk factors, management aimed at risk diversification can also be a viable strategy for managing forest in areas with a higher risk of Scots pine blister rust. In practice, this may involve planting more seedlings, establishing mixed stands, maintaining a larger number of stems during pre-commercial thinning and, if possible, promoting other tree species when managing diseased stands.

# Sammanfattning

Törskatesvampen förekommer i hela landet, men förknippas främst med den problematik den orsakat i landets norra delar och framför allt i Norrbotten, där även ett antal inventeringsprojekt har genomförts av både Sveriges Lantbruksuniversitet och markägare. Dessa inventeringsprojekt har pekat ut kovall och mark med högre produktionskapacitet som möjliga riskfaktorer för törskate. Frågan är om det går att mer i detalj identifiera vilka ståndortsfaktorer eller andra faktorer som inverkar på förekomsten av törskate? Det är kunskap som skulle kunna leda till nya möjliga skötselstrategier i geografier med törskateproblematik.

Under åren 2021–2022 bedrev Skogforsk i samarbete med markägarna Holmen Skog, Norra Skog, SCA och Sveaskog ett inventeringsprojekt i norrlandsläna Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland och Jämtland. Projektet fokuserade helt på törskate och att genom detaljerad inventering av ståndorts- och beståndsfaktorer samt analys av skötsel försöka identifiera faktorer med inverkan på förekomsten av törskate i tallungskog (10–30 år). Totalt inventerades 421 bestånd (och 3373 provytor), fördelat på 140 bestånd i Norrbotten, 146 i Västerbotten, 100 i Västernorrland och 35 i Jämtland. På ett övergripande plan bekräftar inventeringen tidigare inventeringar, med låga angreppsfrekvenser i alla län med undantag för Norrbotten där 6,3 % av alla tallhuvudstammar hade angrepp av törskate. I Norrbotten återfanns också majoriteten av bestånden med angreppsfrekvenser över 10 %. Analysen av inventeringsdata har identifierat ett antal faktorer som i olika utsträckning påverkar förekomsten av törskate.

Till att börja med så bekräftas det sedan tidigare rapporterade sambandet mellan kovall och törskateförekomst för Norrbotten, men sambandet för övriga län var svagare eller obefintligt. En sannolik förklaring till denna observation är att Norrbotten domineras av den värdväxlande formen av törskate till skillnad från de andra länen. Inventeringsdata antyder också en möjlig koppling mellan kovallförekomst och lövandel. Inventeringsdata omfattande markvegetation, jordartens textur, markfuktighet och rörligt markvatten pekar även på en koppling mellan markens produktionskapacitet och förekomsten av törskate. Tillsammans med analysen som visar att bestånd i genomsnitt har större angreppsfrekvenser av törskate när gran angetts som bonitetsvisande trädslag, är det tydligt att ståndortsvariabler som ökar markens produktionsförmåga påverkar förekomsten av törskate och framför allt när flera faktorer aggregeras. Det finns dock en viss osäkerhet om sambandet mellan dessa ståndortsvariabler och törskate är tillämpligt i alla studerade län eller bara Norrbotten. En intressant observation, men som kräver ytterligare analyser och kanske även nya riktade studier, är sambandet i inventeringsdata mellan låg stamtäthet och högre angreppsfrekvenser.

Baserat på inventeringsdata och analys har ett antal ståndortsvariabler identifierats som riskfaktorer för törskate i Norrbotten, men inte alltid i övriga inventerade län. Detta medför att skötselråden måste anpassas geografiskt och i princip är det bara i Norrbotten och möjligtvis riskgeografier i övriga län som skötselråden kan anses robusta.

De generella skötselrekommendationer som kan ges baserat på inventeringsdata och identifierade variabler med inverkan på förekomsten av törskate är:

1. En mer strikt tillämpad ståndortsanpassning i riskgeografier för törskate, där tall inte bör planteras på marker rikare än blåbärsristyp.
2. En för riskgeografier justerad gränsdragning i valet mellan tall och gran vid etablering av nytt bestånd, där tall inte bör planteras på marker i det rikare spannet av blåbärsristypen.
3. Iakttag försiktighet vid anläggning av nytt bestånd i höjdlägen. Om riskgeografi, fungerar annat trädslag?

Utöver de råd som bottnar i identifierade riskfaktorer så kan även skötsel som syftar till riskspridning vara en framkomlig väg. I praktiken kan det handla om att, från beståndsetablering till slutavverkning, till exempel plantera fler plantor, anlägga blandbestånd, bibehålla större stamantal vid röjning och gallring och om möjligt premiera andra trädslag vid skötselåtgärder.



# Inledning

## Bakgrund

Törskate (*Cronartium pini*) är en rostsvamp som i Sverige enbart angriper tall (*Pinus sylvestris*), men som i Europa även angriper andra tallarter (Moriondo 1980). Törskatesvampen förekommer i två former. Den ena formen av törskate (*Cronartium flaccidum*) är beroende av värdväxling för att fullborda sin livscykel och kan värdväxla med ett antal växtarter. Med stor sannolikhet är kovallsläktet (*Melampyrum spp.*) i praktiken det mest betydelsefulla av dessa (Kaitera & Hantula 1998, Kaitera 1999, Kaitera m.fl. 2005). Den andra formen av törskate (*Peridermium pini*) sprids från tall till tall med klonal förökning (Hantula m.fl. 2002). Båda varianterna infekterar trädet genom att luftburna sporer landar på barren och tar sig in via klyvöppningarna (Ragazzi & Dellavalle Fedi 1992). Eftersom barr finns både på stam och grenar, kan initialinfektionen således uppstå både på stammar och på grenar. För en omfattande litteratursammanställning om törskatesvampen, dess biologi och epidemiologi, se Samils och Stenlid (2022).

Skadeverkningarna för ett infekterat träd varierar stort. Greninfektioner är ur trädets synpunkt inget problem så länge infektionen inte hinner sprida sig till stammen innan grenen dör. En staminfektion kan däremot få stora konsekvenser för trädet. En begränsad staminfektion kanske inte påverkar trädet alls för stunden, medan en allvarligare infektion kan ha stor negativ inverkan på trädets tillväxt och i värsta fall kan infektionen växa sig runt hela stammen så att ledningsbanorna stryps och hela trädet eller den del av trädet som är ovan angreppet dör. Kampen mellan träd och svamp kan vara mycket långvarig och sträcka sig över decennier. Det är oklart i vilken utsträckning trädet eller svampen vinner denna kamp. Utgången av kampen mellan träd och svamp är sannolikt beroende av faktorer såsom var angreppet är lokaliserat på trädet samt trädets motståndskraft och ålder vid infektionstillfället. Det är heller inte ovanligt med multipla infektioner på en och samma tall.

Törskatesvampen förekommer i hela landet, men det är i de norra delarna och framför allt Norrbotten som svampen historiskt orsakat mer allvarliga angrepp. Ett antal större ungskogsinventeringar har också genomförts av både större markägare och Sveriges Lantbruksuniversitet för att undersöka törskatesvampens utbredning och skadeverkningar i Norrland (Nationell Riktad Skadeinventering, NRS) 2007, 2008, 2012 och 2022. Sveaskog 2019, SCA 2020 och Holmen 2020. Att jämföra alla dessa inventeringar är svårt eftersom de skiljer sig med avseende på geografi, beståndsåldrar och instruktionsdefinitioner, men i stora drag bekräftar inventeringarna den historiska bilden av att Norrbottens län är mest utsatt. Men markägarna har även identifierat mindre områden med allvarliga törskateproblem, till exempel Nätelnområdet i Jämtland och Norsjöområdet i Västerbotten. Enligt en sammanställning som gjorts av Skogforsk i en ej ännu publicerad studie varierar de rapporterade angreppsfrekvenserna stort mellan olika inventeringar. För de inventeringar som listas ovan och avgränsat till Norrbottens län rapporterades angreppsfrekvenser på 3–27,4 %, beräknat på beståndsnivå som andelen angripna tallhuvudstammar och tallbistammar dividerat med summan av tallhuvudstammar och tallbistammar. Orsakerna till de stora skillnaderna mellan inventeringarna är flera, men en starkt bidragande faktor är att även om alla data härrör från Norrbotten, så varierar förekomsten av törskate inom länet.

En annan faktor är att symptomen på törskate inte alltid är tydliga och risk för förväxling med andra skadegörare/skador föreligger och det är sannolikt att falska positiva observationer kan ha bidragit till överskattning av angreppsfrekvenser i vissa fall. Inom NRS-inventeringarna var variationen mindre, med angreppsfrekvenser i Norrbottens län på 3,4–6,7 %. För Jämtlands, Västernorrlands och Västerbottens län var angreppsfrekvenserna som mest 1,2 % i NRS-inventeringarna, enligt Skogforsks sammanställning. Sammanställningen av data från NRS-inventeringarna i Norrbotten visar även att andelen lokaler med en angreppsfrekvens överstigande 10 % var 9,1–21,9 % och andelen lokaler med en angreppsfrekvens överstigande 20 % var 3,0–11,7 %. För NRS-inventeringarna i övriga län var andelen lokaler med angreppsfrekvenser överstigande 10 % låg: 1,5 % eller lägre.

### **Riskfaktorer och mekanismer**

NRS-inventeringen 2012 beskriver en koppling mellan kovallförekomst och andelen tallungskog som är infekterad av törskate (Wulff & Hansson 2013), en logisk följd av att kovallen är värdväxt för den värdväxlande formen av törskate. Wulff och Hansson (2013) pekar också på att angrepp av törskate oftare påträffas i tallbestånd på bördig mark. Kopplingen mellan mark med högre produktionsförmåga och törskate är även i linje med vad många praktiker med erfarenhet av törskate också vittnar om. En viktig fråga för skogsbruket är om det går att mer i detalj identifiera vilka ståndortsfaktorer eller kombinationer av ståndortsfaktorer som inverkar mest på förekomsten av törskate? Sådan kunskap skulle kunna ligga till grund för beslutstöd för skötseln av redan drabbade bestånd och vid anläggningen av nya bestånd i riskgeografier för törskate.

Törskate förefaller alltså vara mer frekvent på mer produktiv mark, men genom vilken/vilka mekanismer? Två huvudhypoteser finns som kopplar till värdträdet och dess egenskaper:

1. *Barrmassa & substratyta.* Träd på rika ståndorter får en förhållandevis större barrmassa. En ökad barrmassa utgör en större substratyta för törskatesporer att landa på och initiera infektion.
2. *Näringstillgång & substratkvalitet.* Rika lokaler förknippas med större näringstillgång, något som kan avspeglas i högre halter av näringsämnen i trädens delar. Det är möjligt att högre näringsstatus i barren ökar substratkvaliteten för törskatesvampen.

Utöver hypoteserna som kopplas till värdträdet så finns en mängd övriga variabler som var för sig eller i kombination gynnar törskatesvampen under dess livscykel, till exempel med avseende på sporspridning och sporens groning. En given variabel är kovallförekomst och de variabler som kan påverka dess abundans. Andra variabler kan vara kopplade till törskatesvampens klimatkrav. Samils och Stenlid (2022) beskriver hög luftfuktighet som en viktig parameter för effektiv sporulering och groning av sporer. Vind i kombination med inte alltför höga temperatur beskrivs också som förhållanden som kan gynna törskatesvampens spridning.

## Syftet med projektet

Törskatesvampen har en variabel symptombild där symptomen dessutom kan variera under året, så för att erhålla ett bra inventeringsresultat måste hänsyn tas till detta. Framför allt så kräver den komplexa skadebild törskatesvampen ibland uppvisar att inventerare är både välutbildade och ges mycket tid att söka efter törskateangrepp. Befintliga inventeringar har fokuserat på jämn geografisk spridning av inventeringslokaler och inventerat förhållandevis liten yta per lokal. Detta har medfört att observationerna av törskate blivit relativt få, något som kan medföra att samvariationsanalyser blir svaga. Det har därför varit svårt att ge välgrundade skötselrekommendationer. Markägare har på senare tid efterlyst information och skötselrekommendationer kring törskatesvampen. Det finns även stora kunskapsluckor med avseende på törskatesvampens grundläggande biologi och vilka faktorer som påverkar svampens spridning och skadeverkningar. Med en omfattande inventering där törskate är huvudfokus och där förhållandevis stora arealer inventeras per lokal var förhoppningen, och därmed syftet, att projektet skulle generera tillräckligt mycket data för att kunna besvara grundläggande biologiska frågor. Framför allt skulle riskfaktorer för törskate identifieras och om möjligt därigenom ge vägledning om skötselrekommendationer.

# Material och metod

## Beståndsurval

### Geografisk omfattning

Även om törskate förekommer i hela Sverige så är det i Norrland sjukdomen utgör ett problem för skogsbruket. Därför inventerades enbart norrlandslänen Jämtland, Västernorrland, Västerbotten och Norrbotten, med syftet att inventera törskateförekomst samt bestånds- och ståndortsvariabler. För att effektivisera inventeringsarbetet (minska transportsträckorna mellan bestånd men ändå erhålla ett objektiva inventeringsresultat) utsågs sex större inventeringsområden med utbredning från kusten och inåt landet.

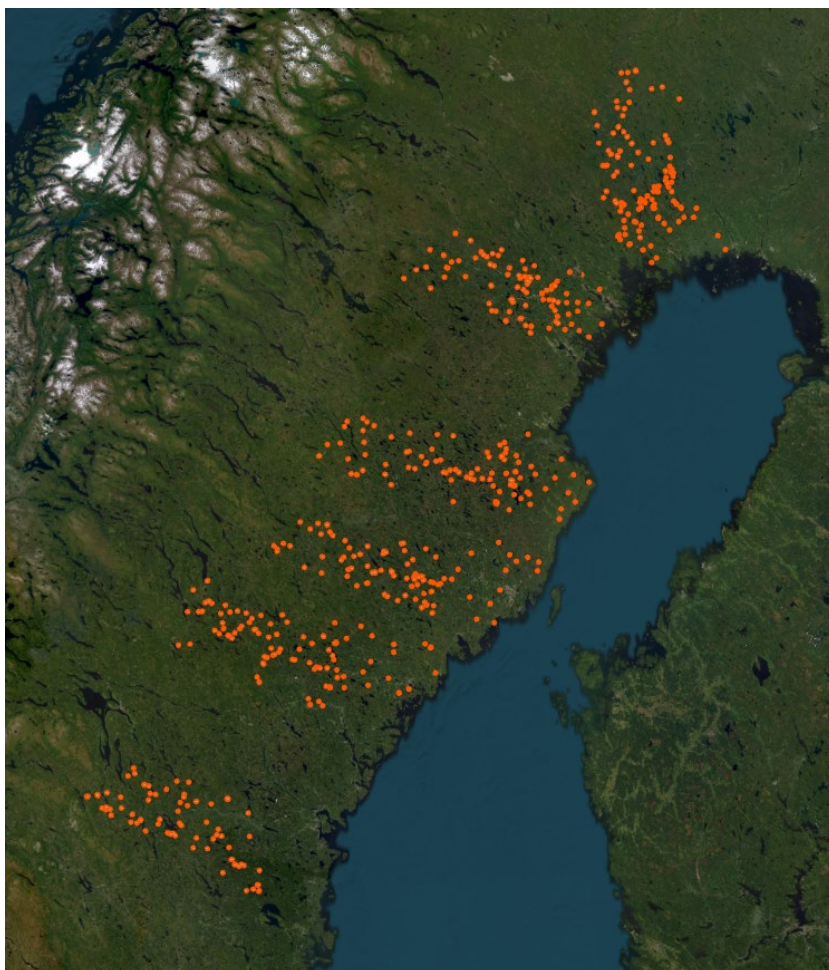
### 2021

Markvärdar för inventeringen 2021 var Holmen Skog, SCA och Sveaskog. Markvärdarna ombads att i sina beståndsregister välja ut de bestånd som 1) föll inom områdena 1–6, 2) hade en beståndsålder på minst 10 år och maximalt 30 år, 3) uppfyllde kriterierna om en areal på 2–10 hektar, 4) enligt registeruppgift hade en tallandel om minst 40 %, 5) hade registeruppgift om beståndsålder och eventuell skötselhistorik. Resultatet var en lista på 1000-tals bestånd från vilken cirka 65 bestånd slumpades fram för respektive område. Slutresultatet av denna process var totalt 390 kandidatbestånd för inventering under 2021.

### 2022

Urvalsprocessen för 2022 års inventering var identisk med den för 2021 med skillnaden att även Norra Skog agerade markvärd. Resultatet av urvalsprocessen var 180 kandidatbestånd för inventering under 2022.

Totalt valdes 570 bestånd ut som kandidater för inventering 2021–2022 (Figur 1).



Figur 1. De 570 bestånd som valdes ut som kandidater för inventering 2021–2022.

## Inventeringsmetod

### Cirkelprovytor, kartunderlag och insamling av data

Ungskogsbestånd som uppfyllde kriterierna uppsatta under rubriken "Beståndsurval" inventerades med cirkelprovyteinventering där radien på cirkelprovytorna var 5,64 m (100 m<sup>2</sup>). Förhållandet mellan beståndsareal och antal provytor (PY) var inte rakt proportionerligt mot beståndsarealen som uppgivits av markägaren, utan grupperat: upp till 3 ha (6 PY), större än 3 ha men mindre än 7 ha (8 PY) och 7 ha till 10 ha (10 PY).

Som vägledning till koordinater för cirkelprovyteinventering så förbereddes en karta i programvaran Arcgis Pro med fördefinierade punkter inom beståndsgränsen (Figur 2). Denna karta var tillgänglig för inventerarna via appen Field Maps (Arcgis). De fördefinierade punkterna var utlagda i ett rutnät på 40 x 40 meter. Antal möjliga punkter var i de flesta fall större än antalet PY. För att då uppnå en jämn fördelning av PY över beståndsarealen var instruktionen att till exempel inventera varannan, var tredje eller var fjärde PY i kartunderlaget. Exempel: beståndet i Figur 2 innehåller 27 möjliga PY och arealen är 5 ha. Således ska 8 PY inventeras och för att uppnå en jämn fördelning över beståndet inventeras ungefär var tredje PY.



Figur 2. Kartvy för bestånd i appen Field Maps där beståndsgräns och fördefinierade inventeringspunkter markerats.

Med appen Field Maps navigerade inventerarna till trakten och vidare till inventeringspunkten. Väl framme markerades den aktuella punkten i Field Maps-appen, vilket öppnade en app för insamling av data, Survey123 (Arcgis) och ett frågeformulär knutet till den specifika provytan. Utöver protokollet för provytor så fyllde inventerarna även i ett frågeformulär på beståndsnivå.

I de fall PY föll inom kantzoner, hänsynsytor eller andra ytor där skogen var av avsevärt annan karaktär än huvuddelen av beståndet, så flyttade inventerarna i stället till annan närliggande PY. I Figur 2 exemplifieras detta med kantzonen mot vattendraget där skogen sannolikt lämnats vid förnygringsavverkningen.

### **Inventeringsvariabler**

Under inventeringsarbetet 2021–2022 samlades data i två separata protokoll, ett för provytor och ett på beståndsnivå.

Av Tabell 1 framgår inventerade variabler på provytenivå, Tabell 2 inventerade variabler på trädnivå och i Tabell 3 variabler på beståndsnivå samt observationer i angränsande bestånd. För definitioner av inventeringsvariabler och mer detaljerad beskrivning se avsnittet "Inventeringsinstruktion och definitioner".

Utöver de registreringar som gjordes av inventerarna inhämtade Survey123-appen automatiskt uppgifter om geografiska koordinater (från läsplattans interna GPS) och en tidsstämpel för varje provyta.

Tabell 1. Inventeringsvariabler på provyttenivå.

<b>Inventeringsvariabler på provyttenivå</b>	
Fältskikt	Ingen vegetation / lavtyp / fattigris / kråkbär-ljung / lingon / blåbär / starr-fräken / smalbladigt gräs / bredbladigt gräs / lågört med övrigt ris / högört med övrigt ris / lågört med blåbärsris / högört med blåbärsris / lågört utan ris / högört utan ris
Kovallförekomst	Återfinns ej / enstaka / frekvent / mycket frekvent
Jordart	Morän / sediment / torv / går ej att bedöma
Textur (om morän)	Grusig / sandig / sandig-moig / moig-mjäljig
Markfuktighet	Torr / frisk / fuktig / blöt
Ytstruktur	1–5
Lutning	1–5
Rörligt markvatten	Saknas / kortare perioder / längre perioder
Finns spår av röjning?	Ja / nej
Tall, representativ höjd och diameter för en tall per PY	
Gran, om förekommande, representativ höjd och diameter för en gran per PY.	
Löv, om förekommande, representativ höjd och diameter för ett lövträd per PY	
Tall, antal huvudstammar	
Tall, antal bistammar	
Gran, antal huvudstammar	
Gran, antal bistammar	
Löv, antal huvudstammar	
Löv, antal bistammar	
Älgskador	Lätta / medel / svåra / mycket svåra
Knäcksjuka	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Snöskytte	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Gremmeniella	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Tallkräfta	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Okänt svampangrepp	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Mekanisk skada	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Övriga skador (med möjlighet att kommentera)	Enstaka / frekvent / mycket frekvent

Tabell 2. Inventeringsvariabler på individuell trädnivå. Dessa inventerades enbart på tallstammar som registrerades som angripna av törskate eller misstänktes vara angripna av törskate. Observera att det förekommer skillnader i inventeringsvariablerna för registrering av angrepp av törskate respektive misstänkt törskate.

<b>Övergripande registrering på trädnivå</b>	
Finns törskate angrepp eller misstänkt törskate?	Törskate / misstänkt törskate
Huvudstam / bistam (enl. höjdkriterium)	
Trädhöjd	
Trädets diameter	
Antal Stamangrepp och/eller grenangrepp på ett individuellt träd	
<b>Registrering av individuella stam- eller grenangrepp av törskate. Endast ett stamangrepp och/eller granangrepp av törskate registrerades per träd)</b>	
Är angreppet sporulerande?	Ja / nej
Angreppshöjd mätt från marknivå	
På/vid vilken nod sitter angreppet (räknat från toppen och ner, toppskottet räknas som noll)	
Om stamangrepp, sitter angreppet mellan grennoder?	Ja / nej
Om grenangrepp, mät avstånd från stammen till angreppets proximala utbredning	0–5 cm / 6–10 cm / 11–20 cm / 21–30 cm / 31–40 cm / 41–50 cm / 51–60 cm / 60+ cm
Om grenangrepp ange grenvitalitet	Levande / delvis levande / död
Ta foto på stam- och/eller grenangrepp	
<b>Registrering av individuella stam- eller grenangrepp av misstänkt törskate. Endast ett stamangrepp och/eller granangrepp av misstänkt törskate registrerades per träd)</b>	
Angreppshöjd mätt från marknivå	
På/vid vilken nod sitter angreppet (räknat från toppen och ner, toppskottet räknas som noll)	
Om stamangrepp, sitter angreppet mellan grennoder?	Ja / nej
Om grenangrepp, mät avstånd från stammen till angreppets proximala utbredning	0–5 cm / 6–10 cm / 11–20 cm / 21–30 cm / 31–40 cm / 41–50 cm / 51–60 cm / 60+ cm
Om grenangrepp ange grenvitalitet	Levande / delvis levande / död
Ta foto på stam- och/eller grenangrepp	
<b>Registrering av vitalitet, stamdefekter och ev. älgskador på stammar registrerade som angripna av törskate eller misstänkt törskate</b>	

Trädvitalitet	Lätt skada / medelsvår skada / svårare skada-döende träd / dött träd
Stamdefekter (flera val möjliga)	Toppskifte / dubbeltopp / död topp / stamdeformation
Älgskador	Lätta / medel / svåra / mycket svåra
Kommentar skaderegistrering, möjlighet att kommentera något kring provytan eller skaderegistrering	

Tabell 3. Inventeringsvariabler på beståndsnivå.

<b>Registrering om beståndet inventeras, beståndsuppgifter och om förekommande, registrering av angränsande bestånd</b>	
Inventeras beståndet?	Ja / nej
Om beståndet inte inventeras, varför?	Ej åtkomligt / annan orsak (anges i fritext)
Finns synliga spår av markberedning?	Ja / nej
Bedömd markberedningstyp	Harv / högläggning / går ej att bedöma
Finns tecken på dikning?	Ja / nej
Finns lämnade hänsynsträd och eller överståndare?	Ja / nej
Finns törskateangrepp i hänsynsträd-överståndare?	Ja / nej
Om lämnade hänsynsträd-överståndare med törskate, uppskatta hur många	1 / 2-3 / 4 eller fler
Förekommer törskate i angränsande bestånd	Ja / nej
Uppskattad beståndsålder för angränsande bestånd med angrepp av törskate	0-10 / 11-25 / 26-50 / 51-75 / 76-100 / 100+
Uppge skogstyp för angränsande bestånd med angrepp av törskate	Tall / gran / björk / tall-blandskog / gran-blandskog / björk-blandskog / annan
Uppskatta angreppsfrekvens i angränsande bestånd med angrepp av törskate	Enstaka / frekvent / mycket frekvent
Uppskatta ålder i förhållande till bedömd beståndsålder på stammar angripna av törskate i angränsande bestånd	Yngre / medel / äldre



## Inventeringsinstruktion och definitioner

För variablerna fältskikt, jordart, textur, markfuktighet, ytstruktur, lutning och rörligt markvatten utgjorde "Fälthäfte i bonitering Västerbottens län" instruktionen för bedömningar (Skogsstyrelsen 1985).

Trädens höjd mättes med en noggrannhet på 0,5 meter och deras diameter med en noggrannhet på hela centimeter. Angreppshöjder mättes med en noggrannhet på 0,5 meter.

Indelningen i huvudstammar och bistammar gjordes enbart med avseende på höjd och avstånd till andra stammar (till skillnad från många markägares rutin som oavsett trädhöjd klassar stammar med vissa typer av skador och angrepp som bistammar). I denna inventering avser huvudstamsbegreppet de stammar som faller inom +/- 50 % av medelhöjden för det dominerande trädslaget. Om inget tydligt dominerande trädslag finns gjordes en sammanvägd bedömning av de trädslag/stammar som kommer att utgöra framtida bestånd. Huvudstammar ska ha ett avstånd på minst 60 cm till annan huvudstam. Om tall ansågs beståndsbildande räknades gran som huvudstam i de fall den uppnådde 1/3 av tallens höjd.

Bistammar var i denna inventering definierade som 1) de stammar som uppfyllde höjdkravet för huvudstam men står inom 60 cm från huvudstam, och 2) de stammar som inte uppfyllde höjdkravet för huvudstam men ändå ansågs utvecklingsbara. En bistam måste vara högre än 0,5 m, men ska då anses vara utvecklingsbar.

**Kovallfrekvens** bedömdes i en subjektiv skala: **Återfinns ej** – när man efter viss tid och eftersökning inom hela provytan inte återfinner ett enda exemplar av kovall / **Enstaka** – när man efter viss tid och eftersökning i hela provytan återfinner en eller enstaka individer av kovall / **Frekvent** – när man relativt snabbt återfinner enstaka eller flera individer av kovall / **Mycket frekvent** – kovall återfinns över stora delar av provytan och/eller större ansamling av kovallindivider återfinns på enskilda kvadratmeter inom provytan.

**Älgskador** bedömdes enligt följande definitioner: **Lätta skador** – bete på enstaka skott / **Medelsvåra skador** – bete på flertal skott, max ca 25 % av skotten. Mindre barkgnag räknas in i klassen / **Svåra skador** – stora delar av grenverket/skotten betade, upp till 50 %. Större barkgnag / **Mycket svåra skador** – omfattande skottbete, mer än 50 % av skotten betade. Barkgnag som hotar trädets överlevnad. Stambrott (stammen bruten under det senaste grenvarvet).

**Knäckesjuka, snöskytte, gremmeniella, tallkräfta, okänt svampangrepp, mekanisk skada** bedömdes i en subjektiv skala i klasserna **lätta** / **medel** / **svåra** / **mycket svåra**.

## Utbildning och genomförande

Inventeringen utfördes av inventeringslag bestående av två personer i varje. 2021 inventerade tre arbetslag och 2022 två arbetslag. Individerna som inventerade var universitetsstuderande vid jägmästarprogrammet, SLU, i Umeå eller biologistuderande vid Umeå universitet. Inventerarna utbildades under en vecka där teori blandades med praktik i fält, då bland annat områden med känd törskateproblematik besöktes för att inventerarna skulle bekanta sig med den varierande symptombild törskateangrepp kan uppvisa. Teori och fältutbildning inkluderade även föreläsning av en rad andra skadegörare.

En stor del av tiden i slutet av utbildningsveckan lades på provinventering för att bekanta sig med utrustning, protokoll, skadebedömning och på att göra kalibreringsövningar.

Själva inventeringsarbetet 2021 och 2022 utfördes under sjuveckorsperiod, från andra halvan av juni till början av augusti, en tidsperiod väl anpassad för att ha goda möjligheter att identifiera törskate eftersom svampen under denna period sporulerar. Sporulerande törskate är karaktäristiskt gyllengul och dessa symptom kan inte förväxlas med någon annan skadegörare (alla angrepp sporulerar dock inte alla år). Sommaren bjuder även på generellt torrare väder, något som gör gren- och stamangrepp lättare att upptäcka (då nederbörd och fuktigare väderlek under vår och höst kan ge bark/stam en mörkare ton, vilket gör att den ”svarta” som ibland är ett symptom för gren- och stamangrepp blir svårare att urskilja). Se Figur 3 för exempelbilder på törskateangrepp.



Figur 3. Exempelbilder på törskateangrepp. I bilden till höger kan man se den svärta som ibland kan förknippas med törskateangrepp (samt deformation).

## Analys

### Törskate respektive misstänkt törskate

Till den vidare analysen användes enbart registreringar av törskate och inte misstänkt törskate, då en genomgång av de bilder som togs på misstänkta törskateangrepp pekade på att olika inventeringslag hade gjort olika bedömningar av vad som kunde vara misstänkt törskate.

### Provyte- respektive beståndsnivå

I resultaten redovisas data på provytenivå eller beståndsnivå. Valet av nivå beror på ingående variabler där till exempel ståndortsvariabeln vegetationstyp är insamlad på provytenivå. Eftersom vegetationstyp kan variera mellan provytor i ett bestånd och inte alltid kan aggregeras till ett helt bestånd utförs analysen på provytenivå. Ett exempel där data redovisas på beståndsnivå är analys där variabeln ståndortsindex används.

Registeruppgiften för ståndortsindex är på beståndsnivå och därför aggregeras provytedata först till beståndsnivå innan analys mot ståndortsindex utförs. I tabell- och figurtexter anges på vilken nivå analysen utförts.

### **Angreppsfrekvens**

Angreppsfrekvens (andel av tallar i provyta eller bestånd som är angripna av törskate) är den huvudsakliga responsvariabeln i resultatredovisningen. Resultatredovisningen i denna rapport avser huvudstammar om inget annat anges och inkluderar även stående döda tallar med registrerat angrepp av törskate. I tabeller och figurer särskiljs ofta ”alla observationer” och ”angreppsfrekvens >0”. Anledningen till detta är att:

1. I många provytor och bestånd registrerades inga angrepp av törskate. Detta medför att den beräknade angreppsfrekvensen i många fall blir noll. En hög andel noll-observationer har stor påverkan på resultatet av summeringar och medelvärdesberäkningar och tolkningen av dessa.
2. I denna rapport görs många analyser av eventuella kopplingar mellan angreppsfrekvenser och variabler kopplade till ståndort, bestånd eller markägarnas registeruppgifter. Vid denna typ av korrelationsanalys kan nullobservationer med avseende på angreppsfrekvens få stor påverkan och därigenom dölja eventuella samband, därför är det viktigt att ibland kunna särskilja observationer där törskate registrerats från noll-observationer.

### **Deskriptiv statistik**

Eftersom finansiären enbart tillåter enklare bearbetning av data sker dataredovisning i denna rapport uteslutande med deskriptiv statistik och utan beräkningar av medelfel eller statistisk signifikans. Mer avancerad statistisk bearbetning av de data inventeringsprojektet genererat kommer i förekommande fall ske utanför denna rapport.

## **Resultat och diskussion**

### **Inventeringens totala omfattning**

Av de totalt 570 bestånd som slumpats fram som kandidater för inventering tillät tid och resurser inventering av 421 bestånd och 3373 provytor. Ytterligare sex bestånd besöktes och befanns antingen inte uppfylla de grundläggande kriterierna för inventering som anges under rubriken ”Beståndsurval”, eller så var det inte möjligt att nå beståndet på grund av vägbom eller dålig väg. Den vanligaste orsaken till att ett bestånd som kunde nås ej inventerades var att beståndet till viss eller stor del bestod av contortatall (*Pinus contorta*). Se Tabell 4 för sammanfattande data kring inventeringens totala omfattning och övergripande resultat i sin helhet och i länsvis uppdelning. De områden som inventerats i Västernorrland och Jämtland löper från kust och i riktning västerut, således är sagda områden mer att betrakta som en gemensam geografi än enskilda län. *För att förenkla resultatredovisningen i denna rapport så grupperas härnäst Västernorrlands och Jämtlands län tillsammans i tabeller och figurer.*

Tabell 4. Grundläggande data och övergripande resultat av hela ungsöksinventeringen 2021–2022 totalt och i länsvis uppdelning. Kolumn med ålder avser åldersspann med medelålder inom parentes. I kolumn med antal inventerade lokaler redovisas andel lokaler där törskate påträffats inom parentes. Siffror i kolumner för tallandel, granandel respektive lövandel avser huvudstammar.

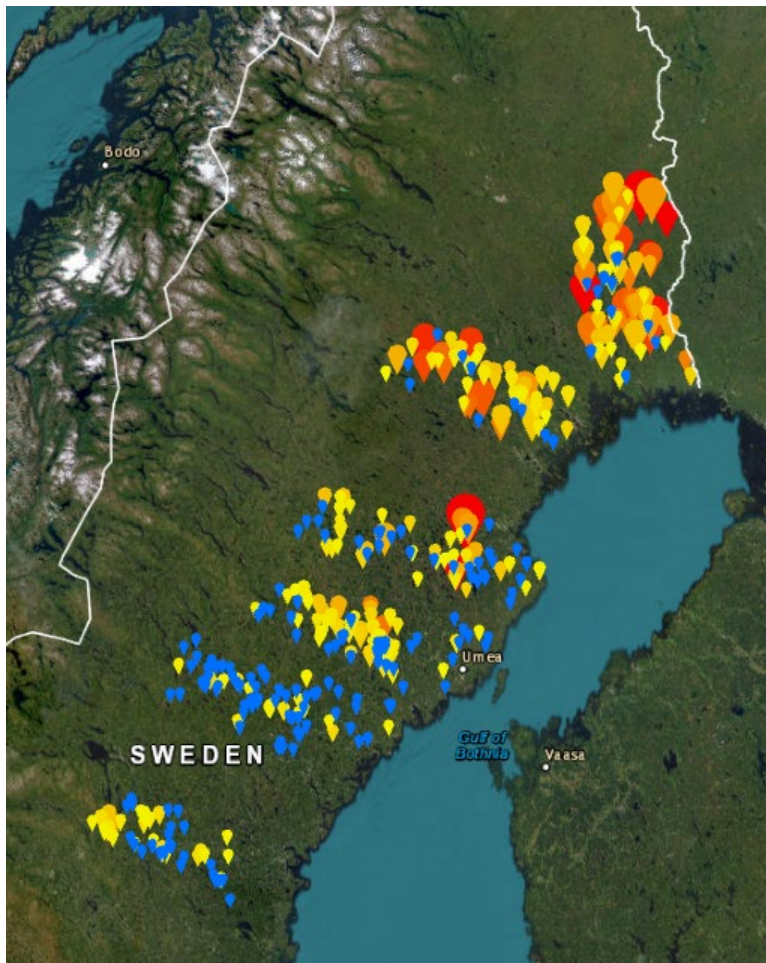
Län	Ålder	Inv. lokaler (andel m. tör.)	Talland. (%)	Granand. (%)	Lövand. (%)
Norrbottn	10–30 (19)	140 (87 %)	67,7	10,2	22,1
Västerbottn	10–29 (18)	146 (60 %)	69,2	11,0	19,8
Västernorrland	10–28 (18)	100 (32 %)	66,7	14,0	19,3
Jämtland	11–29 (17)	35 (43 %)	68,8	10,1	21,1
	<b>9–30</b>				
<b>Totalt</b>	<b>(18/18)</b>	<b>421 (256)</b>	<b>68,1</b>	<b>11,4</b>	<b>20,5</b>

## Antal angripna träd, angreppsfrekvenser och geografi

### Antal angripna träd

Under hela inventeringsprojektet registrerades 1305 tallar som törskateangripna, varav 1139 huvudstammar (varav 163 döda) och 166 bistammar (varav 78 döda). Av alla registrerade törskateangripna tallar återfanns 69 % i Norrbotten, 24 % i Västerbotten och 7 % i Jämtland. Således har en majoritet av observationerna av törskateangripna tallar gjorts i Norrbotten, något som är viktigt att komma ihåg då det i många fall får stort genomslag i de analyser som görs i denna rapport.

## Angreppsfrekvenser



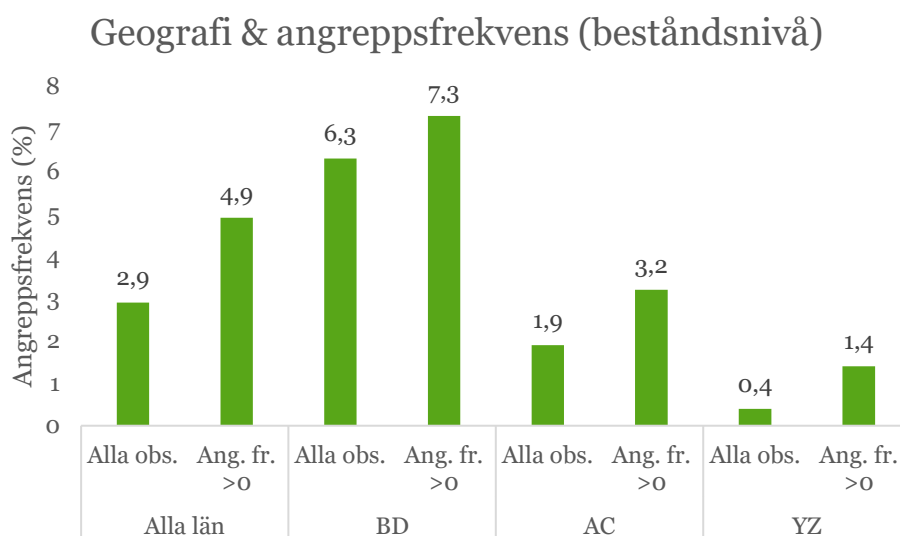
Figur 4. Inventerade lokaler 2021–2022. Bestånd utan registrerade angrepp markeras med blå symboler. Bestånd med angrepp markeras med gula till röda symboler. Gula till orange-röda symboler beskriver bestånd med angreppsfrekvenser större än noll och mindre än 20 %. Röda symboler beskriver angreppsfrekvenser större än 20 %. Data är på beståndsnivå.

### Län

Både på bestånds- och provytelnivå är det tydligt att nivån av angrepp varierar betydligt mellan de län som inventerats. På beståndsnivå påträffas de högsta angreppsfrekvenserna i Norrbotten (6,3 % för alla observationer och 7,3 % för bestånd där angrepp påträffats), följt av Västerbotten (1,9 % för alla observationer och 3,2 % för bestånd där angrepp påträffats) och Jämtland-Västernorrland (0,4 % för alla observationer och 1,4 % för bestånd där angrepp påträffats) (Figur 5). Jämfört med angreppsfrekvenserna följer andelen av bestånden där törskate påträffats i stort samma mönster, där Norrbotten ligger högst med 87 %, Västerbotten 60 %, Jämtland 43 % och Västernorrland 32 % (Tabell 4). Sammantaget pekar siffrorna på beståndsnivå ut Norrbotten som den geografi som har absolut störst problem med törskate, där nästan nio av tio inventerade bestånd har angrepp av törskate och de högsta angreppsfrekvenserna återfinns. Övriga län uppvisar förhållandevis låga angreppsfrekvenser, men andelen bestånd där törskate påträffas är ändå mellan 32–60 %. Detta indikerar att törskatesvampen är en geografiskt vitt spridd skadegörare, men orsakar inga större skador på länsnivå i Västerbotten,

Jämtland eller Västernorrland. Den högsta angreppsfrekvensen i hela inventeringen var 49 %, registrerad på en lokal i Norrbotten.

På provytenivå följer angreppsfrekvenserna för alla observationer de på beståndsnivå väl, medan observationerna på de provytor där törskate påträffats är avsevärt högre än på beståndsnivå (Figur 6). Den enkla förklaringen till detta är att i enskilda bestånd kan det finnas provytor både med och utan angrepp, så när provytedata aggregeras till beståndsnivå blir andelen noll-observationer av törskate relativt få.



Figur 5. Angreppsfrekvens av törskate för hela undersökningen samt i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla observationer (Alla obs.) samt för de observationer där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Siffror ovanpå staplar beskriver angreppsfrekvens (%). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

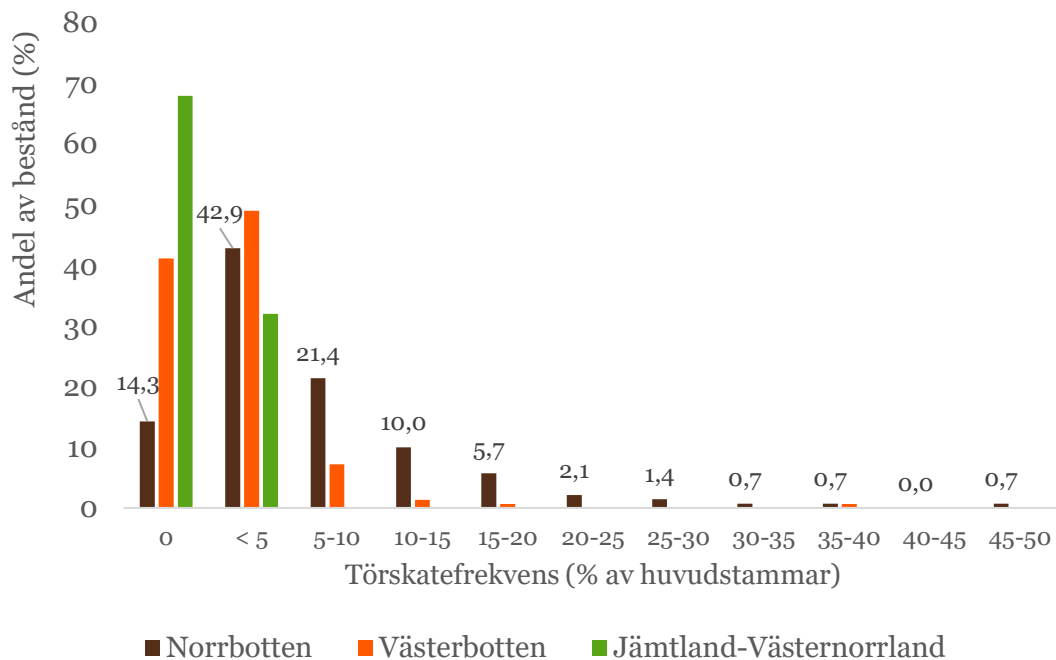
## Geografi & angreppsfrekvens (provytenivå)



Figur 6. Angreppsfrekvens av törskate för hela undersökningen samt i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla observationer (Alla obs.) samt för de observationer där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Siffror ovanpå staplar beskriver angreppsfrekvens (%). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provyttenivå.

Andelen bestånd med angreppsfrekvenser överstigande 5 % var låg i alla län utom Norrbottens (Figur 7). I Norrbotten hade 15,7 % av bestånden en angreppsfrekvens mellan 10–20 % och 4,9 % av bestånden hade en angreppsfrekvens överstigande 20 %. I jämförelse hade bara 2,6 % av bestånden i Västerbotten en angreppsfrekvens överstigande 10 % och i Jämtland-Västernorrland registrerades inga bestånd med angreppsfrekvenser över 5 %. Detta är ytterligare en illustration på att Norrbotten är det huvudsakliga problemområdet för törskate i Sverige där hänsyn måste tas vid anläggningen av nya bestånd och vid skötseln av redan befintliga, redan angripna bestånd.

## Geografi % angreppsfrekvens (klassindelad)



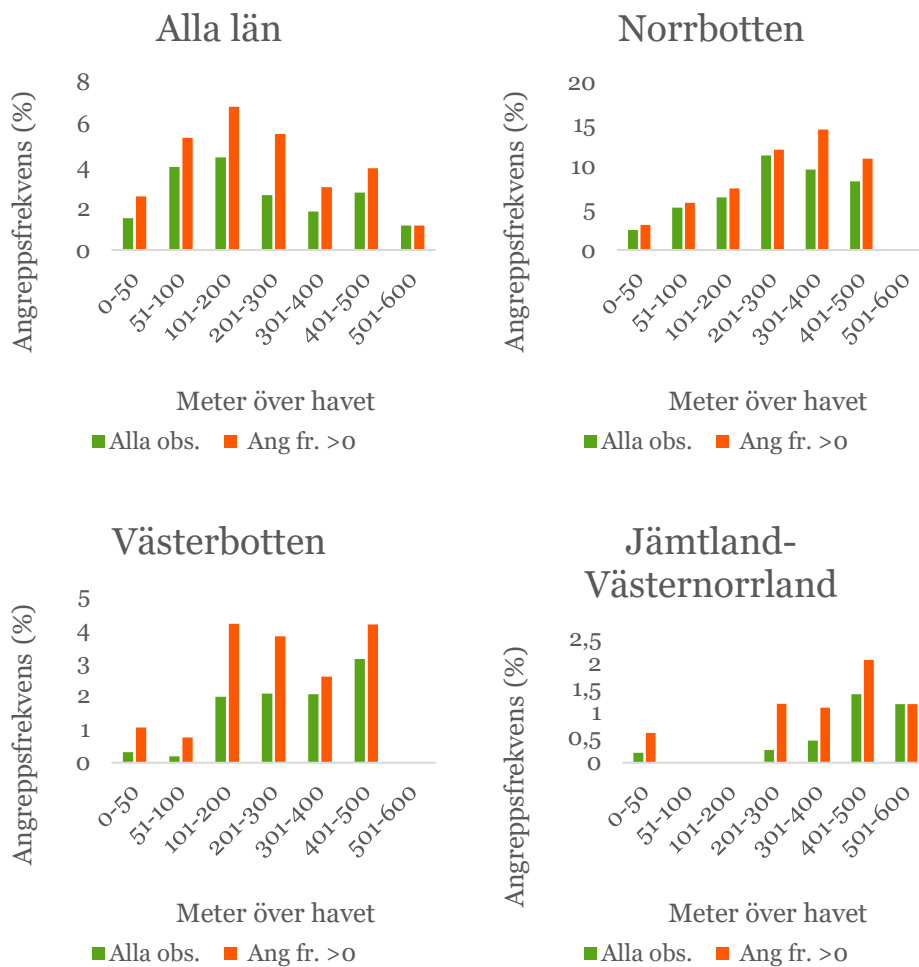
Figur 7. Angreppsfrekvens av törskate i klasser om 5 % i länsvis uppdelning. Siffror ovanpå staplar beskriver den andel angreppsklassen utgör av totalen i Norrbotten. Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

### Höjd över havet

Höjd över havet är en variabel som kanske främst förknippas med lokalt klimat och dess koppling till temperatur och temperatursumma. Höjd över havet kan även utgöra en grov proxy för lokalens position i förhållande till Östersjökusten. Höjd över havet avgör också huruvida en lokal befinner sig under eller ovanför högsta kustlinjen. Analysen av korrelationen mellan en lokals höjd över havet och registrerad angreppsfrekvens i bestånd där törskateangrepp registrerats, pekar i stort på att angreppsfrekvenserna ökar med ökande höjd över havet inom respektive län (Figur 8). I Norrbotten ökar angreppsfrekvenserna successivt till 400 m höjd över havet för att sedan falla tillbaka. I Västerbotten är angreppsfrekvenserna låga upp till 100 meter över havet för att sedan öka och vara relativt lika mellan 100–500 m höjd över havet. För Jämtland-Västernorrland finns också ett visst mönster i att angreppsfrekvenserna är högre för lokaler belägna på högre höjd över havet, men angreppsfrekvenserna är över lag låga.

Även om angreppsfrekvensernas höjdberoende inte är genomgående starkt, så kan det inte uteslutas att höjdberoende faktorer som lokalklimat har inverkan på förekomsten av törskate. Högre höjd över havet kan också innebära att en lokal befinner sig ovanför högsta kustlinjen, något som i sin tur kan medföra mer finkornsrik textur och en generellt mer produktiv mark jämfört med närliggande lokaler under högsta kustlinjen.





Figur 8. Angreppsfrekvens av törskate i relation till lokalens höjd över havet för hela undersökningen samt i länsvis uppdelning. Data särredovisas för alla observationer (Alla obs.) samt för de observationer där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Siffror ovanpå staplar beskriver angreppsfrekvens (%). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

## Angreppsfrekvenser & ståndortsvariabler

### Markvegetation

I inventeringen var blåbär (34,6 %) den dominerande vegetationstypen följt av lingon (16,4 %), kråkbär-ljung (15,2 %) och smalbladigt gräs (11,1%) (Tabell 5). Övriga vegetationstyper utgjorde 6 % eller mindre. Summan av alla hög- och lågörtstyper var 12,9 %.

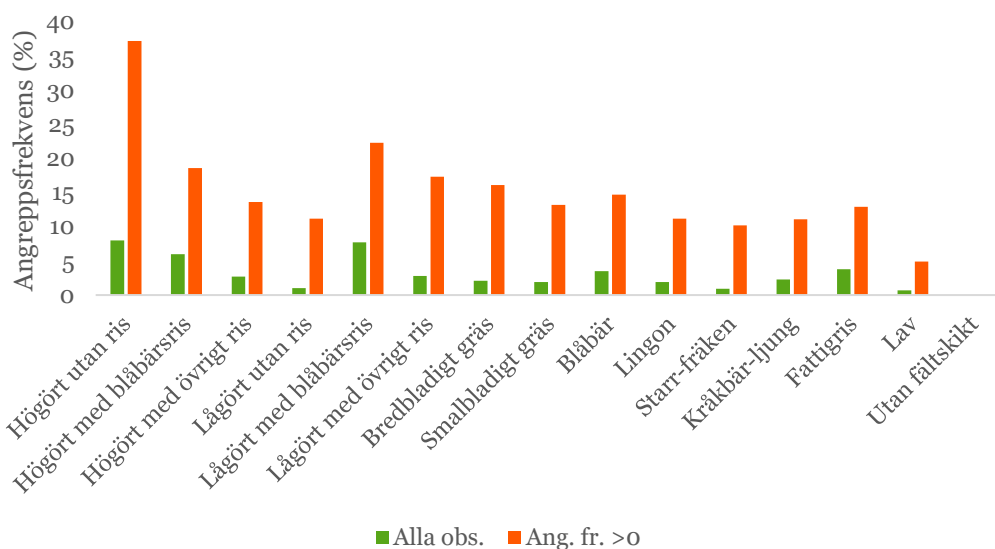
Tabell 5. Fördelning av vegetationstyp uttryckt som andel av totala antalet observationer. Data är på provytelnivå.

Vegetationstyp	Andel av obs. (%)
Högört u. ris	1,1
Högört m. blåbärsris	1,1
Högört m. övr. ris	0,6
Lågört u. ris	1,6
Lågört m. blåbärsris	6,0
Lågört m. övr. ris	2,6
Bredbladigt gräs	0,9
Smalbladigt gräs	11,1
Blåbär	34,6
Lingon	16,4
Starr-fräken	1,7
Kråkbär-ljung	15,2
Fattigris	5,9
Lav	1,0
Utan fältskikt	0,1

Markvegetationen är en av indikatorerna för en ståndorts produktionskapacitet. I Figur 9 redovisas samspelet mellan registrerad markvegetationstyp och beräknad angreppsfrekvens för alla län. Analysen pekar på en generellt fallande angreppsfrekvens från vegetationstyper som indikerar hög produktionskapacitet till de som indikerar låg. Noterbart är de höga angreppsfrekvenserna på hög- och lågörtstyperna. Vid närmare analys där data redovisas på länsnivå framträder ett mönster där angreppsfrekvenserna i Västerbotten, Jämtland och Västernorrland med undantag för ”högört utan ris” inte varierar med vegetationstyp i någon högre utsträckning (Tabell 6). I Norrbotten har vegetationstypen stor betydelse, med förhållandevis höga angreppsfrekvenser för hög- och lågörtstyperna, även om skillnader förekommer, och vegetationstyper som indikerar sämre produktionskapacitet än blåbär förknippas med lägre angreppsfrekvenser. Med andra ord förefaller det som att kopplingen mellan vegetationstyp och högre angreppsfrekvenser främst kan förknippas med Norrbotten även om angreppsfrekvenserna på ”högört utan ris” sticker ut även för de övriga länen. Bland de provytor som inventerades i Norrbotten klassades 11 % som någon av låg- eller högörtstyperna, och på dessa registrerades 17 % (149/902) av de törskateangripna tallarna i Norrbotten.

*Baserat på dessa fynd kan man argumentera att låg- och högörtstyperna utgör riskfaktorer för törskate, i alla fall för Norrbotten.*

## Markvegetation & angreppsfrekvens (%)



Figur 9. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad markvegetationstyp för alla provytor inom respektive vegetationstyp, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provytenivå.

Tabell 6. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad markvegetationstyp. I tabellen redovisas data för hela undersökningen samt uppdelat i län (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Under respektive geografi redovisas angreppsfrekvensen för alla provytor inom respektive vegetationstyp, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll. Siffror inom parentes beskriver det antal provytor som ligger till grund för beräknad angreppsfrekvens. Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provytenivå.

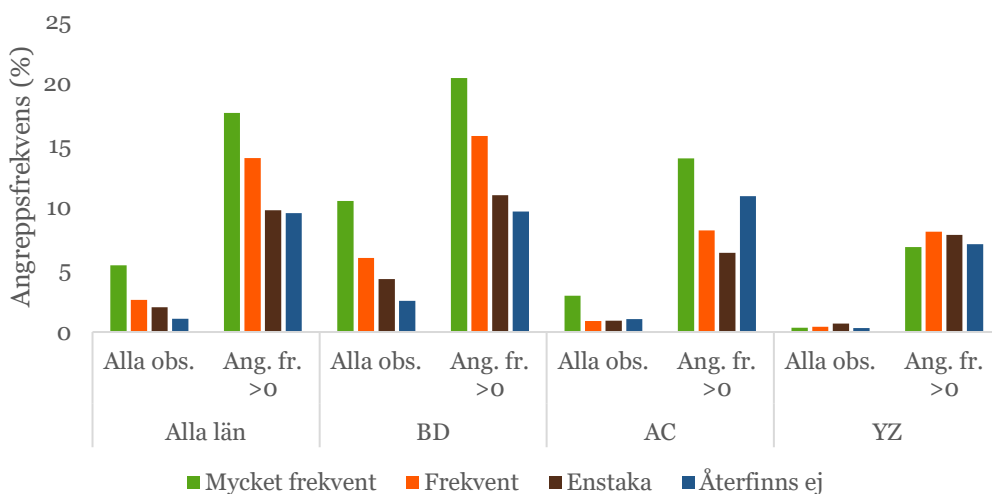
	Alla län		BD		AC		YZ	
	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0
Högört utan ris	8,0 (37)	37,2 (8)	8,6 (4)	17,1 (2)	24,3 (10)	48,7 (5)	0,9 (23)	20,0 (1)
Lågört med blåbärsris	6,0 (200)	18,6 (69)	12,2 (59)	20,0 (38)	0,0 (84)	- (29)	0,2 (57)	3,7 (2)
Högört med blåbärsris	2,7 (37)	13,6 (12)	5,2 (18)	15,5 (11)	1,9 (3)	7,7 (0)	0,0 (16)	- (1)
Högört med övrigt ris	1,0 (20)	11,2 (4)	5,0 (9)	25,0 (3)	2,1 (4)	8,2 (1)	0,2 (7)	6,3 (0)
Lågört utan ris	7,7 (54)	22,3 (5)	17,6 (5)	27,4 (1)	5,8 (12)	16,7 (3)	0,2 (37)	5,7 (1)
Lågört med övrigt ris	2,8 (86)	17,3 (14)	9,4 (23)	21,6 (10)	0,2 (33)	5,6 (1)	0,7 (30)	6,6 (3)
Bredbladigt gräs	2,1 (31)	16,1 (4)	6,1 (10)	20,3 (3)	0,0 (11)	- (0)	0,4 (10)	3,7 (1)
Smalbladigt gräs	1,9 (372)	13,2 (54)	3,2 (64)	14,8 (14)	2,5 (165)	13,8 (30)	0,6 (143)	9,0 (10)
Blåbär	3,5 (1161)	14,7 (276)	8,0 (373)	16,9 (177)	2,5 (351)	12,0 (74)	0,4 (437)	6,9 (25)
Lingon	1,9 (551)	11,2 (93)	6,0 (114)	14,0 (49)	0,9 (385)	8,1 (43)	0,2 (52)	10,0 (1)
Starr-fräken	0,9 (56)	10,2 (5)	1,5 (20)	10,3 (3)	0,7 (31)	10,1 (2)	0,0 (5)	- (0)
Kräkbär-ljung	2,3 (511)	11,1 (104)	4,2 (218)	12,5 (73)	1,0 (113)	7,3 (15)	0,7 (180)	8,2 (16)
Fattigris	3,8 (199)	12,9 (58)	5,0 (150)	13,0 (57)	0,0 (18)	- (0)	0,2 (31)	4,8 (1)
Lavtyp	0,7 (33)	4,9 (5)	0,8 (15)	4,1 (3)	0,8 (15)	6,3 (2)	0,0 (3)	- (0)
Ingen vegetation	0,0 (5)	- (0)	0,0 (2)	- (0)	0,0 (1)	- (0)	0,0 (2)	- (0)

## Kovall och törskateform

Kovall är den växt som tros utgöra den huvudsakliga mellanvärdet för den värdväxlande formen av törskate på svensk skogsmark (Samils & Stenlid 2022). Tidigare studier har pekat på en koppling mellan dess förekomst och angreppsfrekvenser på tall (Wulff & Hansson 2013) och resultaten från denna inventering pekar i samma riktning för Norrbotten men inte för övriga län (Figur 10). I Norrbotten är kopplingen mellan större förekomst av kovall och ökade angreppsfrekvenser stark, oavsett om man tittar på alla observationer eller enbart de provytor där törskateangrepp registrerats. För de provytor där törskateangrepp registrerats så är angreppsfrekvensen i genomsnitt mer än dubbelt så stor där kovallförekomsten var ”mycket frekvent” (20,4 %) jämfört med där kovall inte återfanns (9,7 %).

I Västerbotten uppvisar data en mer komplex bild, där den i medeltal högsta angreppsfrekvensen registrerades för provytor där törskateangrepp registrerats och kovallförekomsten var ”mycket frekvent”, men de näst högsta angreppsfrekvenserna registrerades för provytor där kovall ej återfanns. I Jämtland och Västernorrland återfanns i princip ingen koppling mellan kovallförekomst och angreppsfrekvens. Den troliga orsaken till att kopplingen mellan kovallförekomst och angreppsfrekvens varierar så mycket mellan dessa geografier är skillnader förekomsten av den värdväxlande kontra ej värdväxlande formen av törskate.

### Kovallförekomst & angreppsfrekvens



Figur 10. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad kovallförekomst för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla observationer (Alla obs.) inom respektive kovallklass, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provytenivå.

Under inventeringen som ligger till grund för denna rapport så togs även sporprover från angripna träd i samarbete med Sveriges Lantbruksuniversitet (Berit Samils & Ke Zhang vid institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi). Med DNA-analys av dessa sporprover kunde angrepp av den värdväxlande eller ej värdväxlande formen av törskate särskiljas. Totalt kunde 136 sporprover analyseras för att särskilja de två formerna av törskate. En stor majoritet av proverna var från Norrbotten och där befanns 84,7 % tillhöra den värdväxlande formen och 15,3 % den ej värdväxlande (Tabell 7). Motsvarande siffror för Västerbotten var 37,5/62,5 % och för Jämtland-Västernorrland 25/75 %. Replikeringen för provtagning kan anses god för Norrbotten, men svag för Västerbotten och mycket svag för Jämtland. Tydligt är ändå att den värdväxlande formen dominerar i Norrbotten och om man bortser från det svaga dataunderlaget för övriga län, så finns en trend att andelen av den värdväxlande formen sjunker i sydlig riktning. Skillnaden i förekomst av de olika formerna av törskate erbjuder därför en möjlig förklaring till varför kopplingen mellan kovallförekomst och angreppsfrekvenser är stark i Norrbotten men inte övriga län.

Tabell 7. Antal sporprover som kommer från den värdväxlande eller ej värdväxlande formen av törskate. Siffror inom parentes beskriver andelen en form utgör inom län.

	Norrbotten	Västerbotten	Jämtland-Västernorrland
<b>Värdväxlande</b>	83 (84,7 %)	9 (37,5 %)	3 (25 %)
<b>Ej värdväxlande</b>	15 (15,3 %)	15 (62,5 %)	9 (75 %)

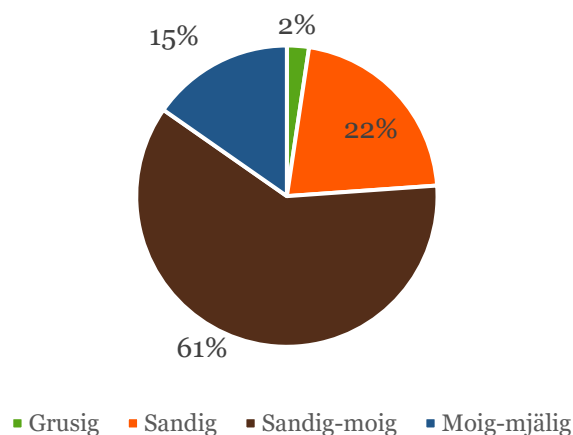
Observationen att den värdväxlande formen av törskate dominerar i Norrbotten, det län där de mest omfattande angreppen generellt återfinns, leder till frågan om den värdväxlande formen på något sätt är mer aggressiv och i så fall genom vilka mekanismer? En hypotes är att den värdväxlande formen, där möjligheten till upprepad sporspridning från kovall till kovall under sommaren kan ge upphov till större mängder sporer vid det sista sporstadiet på kovallen, de sporer som infekterar tallen. Samtidigt leder denna hypotes till följdfrågan: Om den värdväxlande formen har en mer effektiv sporspridning, varför dominerar inte den formen i hela landet? I den kontexten kan geografiska skillnader vara en förklaring, men kontentan är att mer forskning behövs för att belysa dessa frågor och komma närmare svar.

*Sammanfattningsvis utgör kovallen en mycket stark riskfaktor i Norrbotten och bör även vara det på lokaler i andra län ifall törskate förekommer i den värdväxlande formen.*

### Jordart och textur

I undersökningen var jordarten morän totalt dominerande, med mer än 94 % av observationerna. Då dataunderlaget för jordarterna sediment och torv var litet gjordes ingen jämförande analys av jordarternas påverkan på angreppsfrekvenser. Om jordarten befanns vara morän klassades även texturen. Sandig-moig var den klart dominerande texturen i undersökningen, följt av ”sandig”, ”moig-mjällig” och ”grusig” (Figur 11).

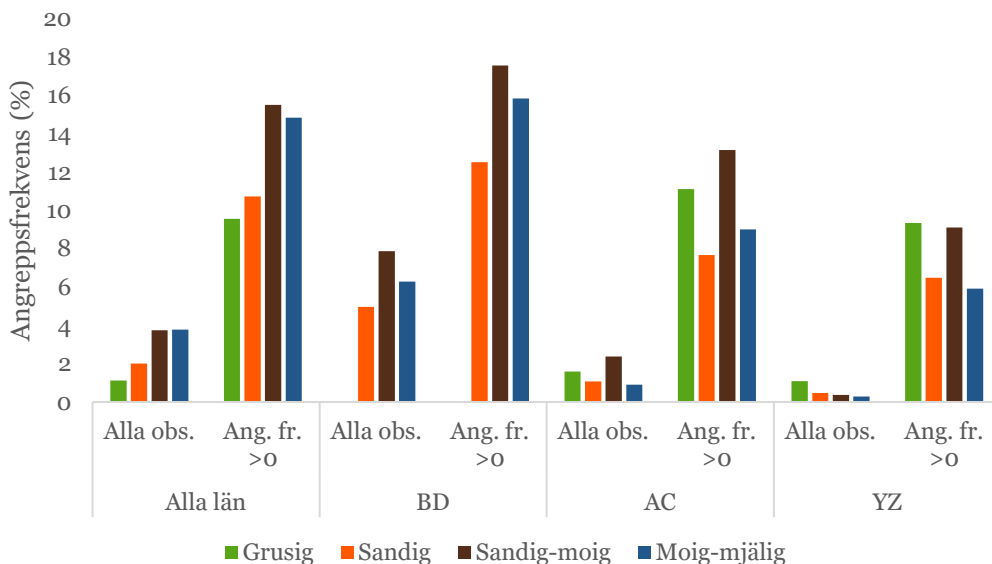
## Textur (morän)



Figur 11. Fördelning av texturklasser i inventeringen. Figuren avser endast data för provtytor där morän var den registrerade jordarten.

För alla län förefaller det finnas en koppling mellan finare textur och ökade angreppsfrekvenser, men på länsnivå är bilden komplex vilket pekar på att observationerna i Norrbotten fått stort genomslag när data redovisas för alla län (Figur 12). Givet variationen i data är det svårt att fastställa en koppling mellan textur och angreppsfrekvenser, men det finns i alla fall en indikation på att finare texturer kan leda till högre angreppsfrekvenser i Norrbotten. En möjlig förklaring är att marker med finare textur generellt är mer produktiva och att törskatesvampen gynnas av detta.

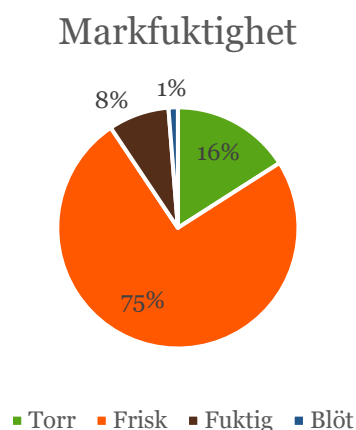
## Textur & angreppsfrekvens



Figur 12. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad markttextur (morän) för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla provtytor inom respektive texturklass, samt för de provtytor där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provtytenivå.

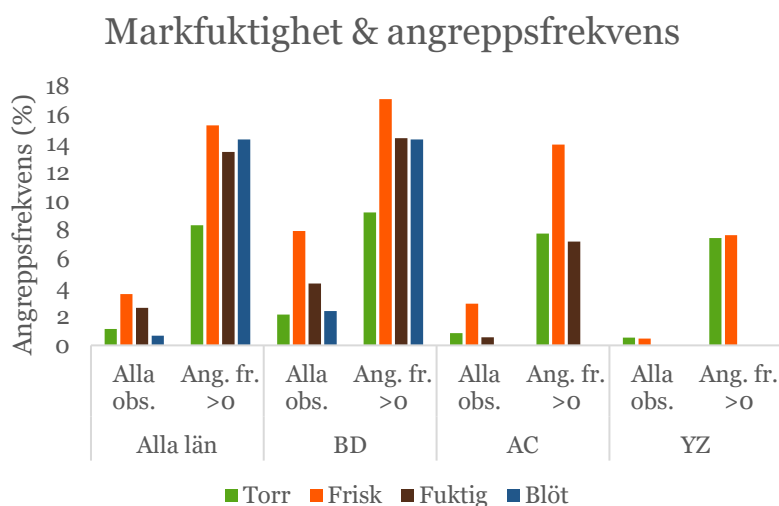
## Markfuktighet

Kopplingen mellan angreppsfrekvenser och den registrerade markfuktighetsklassen är utmanande att analysera. En komplikation är att majoriteten av observationerna utgörs av klassen "frisk" (75 %) följt av klassen "torr" (16 %), vilket gör dataunderlaget för övriga klasser relativt litet (Figur 13). Dessutom gjordes en absolut majoritet av observationerna av klassen "blöt" i Västerbotten. Markfukt är även en variabel som kan variera mycket inom ett bestånd vilket gör underlaget ännu svårare att analysera.



Figur 13. Fördelning av markfuktighetsklasser i inventeringen. Data är på provytenivå.

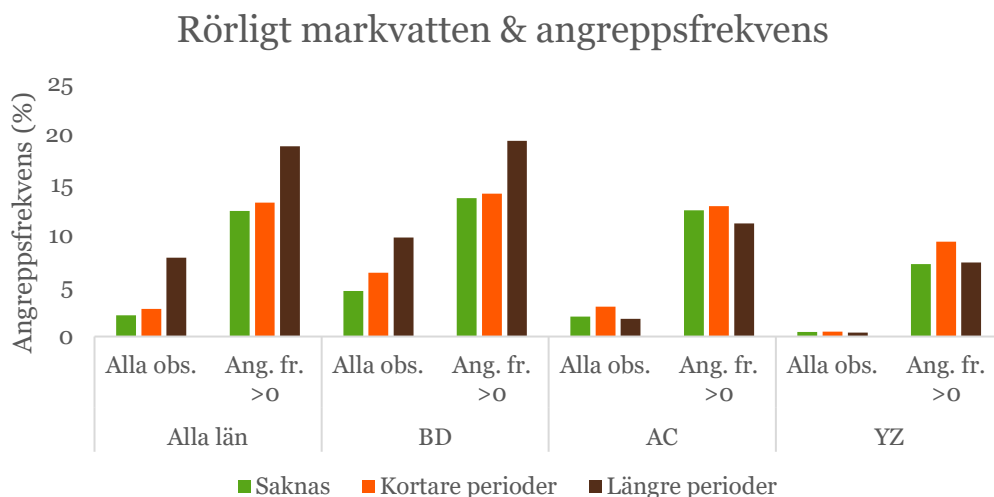
I likhet med analysen för andra ståndortsvariabler är det tydligt att data från Norrbotten får stort genomslag. Med tanke på begränsningarna i dataunderlaget är det svårt att uttala sig om markfuktighet påverkar angreppsfrekvenser i Västerbotten och Jämtland-Västernorrland. I Norrbotten och provytor där törskate registrerats återfinns ett mönster i att klasserna "frisk", "fuktig" och "blöt" har avsevärt högre angreppsfrekvenser än provytor som klassats som "torra", ett fynd som ligger i linje med att mer produktiva lokaler drabbas av högre angreppsfrekvenser (Figur 14).



Figur 14. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad markfuktighet för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla provytor, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll. Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provytenivå.

## Rörligt markvatten

Effekten av rörligt markvatten på angreppsfrekvenser var i stort sett obetydlig för Västerbotten, Jämtland och Västernorrland. I Norrbotten särskilde sig provytor där rörligt markvatten bedömdes förekomma under ”längre perioder” med högre angreppsfrekvenser än övriga klasser (Figur 15). Rörligt markvatten under kortare eller längre perioder är ståndortsegenskaper som generellt förknippas med högre produktion och kan ge en förklaring till de högre angreppsfrekvenser som registrerats på provytor med ”rörligt markvatten under längre perioder”.



Figur 15. Angreppsfrekvens av törskate i relation till registrerad klass för rörligt markvatten för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla provytor inom respektive klass, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på provytenivå.

## Angreppsfrekvenser och beståndsvariabler

### Beståndsålder

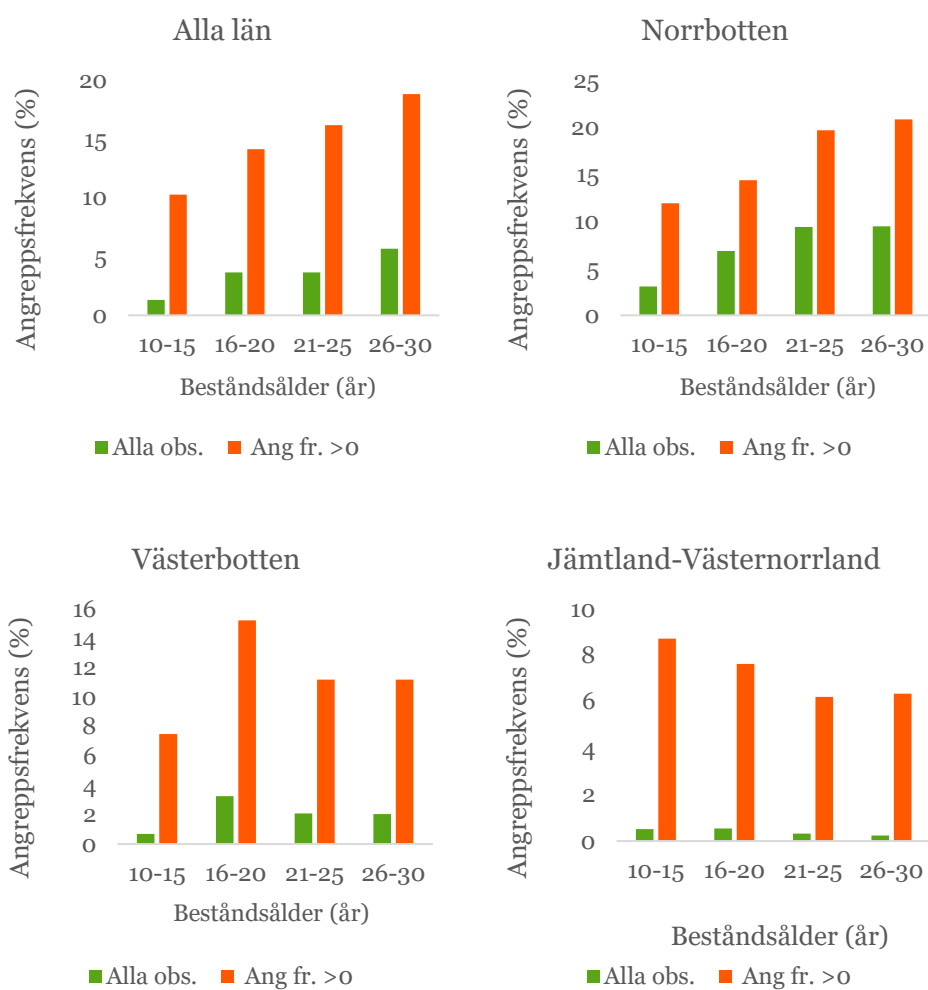
I registeruppgifterna från respektive markägare uppgavs en ålder för alla bestånd. För att göra en analys av eventuella samband mellan beståndsålder och funna angreppsfrekvenser grupperades data först i femårsklasser. Det är tydligt att sammanställningen för ”alla län” framför allt speglar data från Norrbotten och därför är det lämpligt att diskutera resultaten i länsvis uppdelning (Figur 16). I Norrbotten pekar data på en tydligt successivt ökande angreppsfrekvens med ökande beståndsålder. I Västerbotten ökar först angreppsfrekvensen med beståndsålder för att falla tillbaka i åldersspannen 21–25 och 26–30 år och i Jämtland-Västernorrland är de två yngre åldersklasserna förenade med högre angreppsfrekvenser än de två äldre.

Att göra en enhetlig tolkning av dessa utfall är svårt. Utfallet i Norrbotten kan förklaras av hypotesen att en tall riskerar att infekteras av törskate varje år och även om risken att infekteras ett visst år varierar, så ökar den kumulativa risken över tid. Möjliga anledningar till att de angreppsfrekvenserna inte ökar på samma sätt med ökande beståndsålder i Västerbotten och Jämtland-Västernorrland kan vara flera, men en möjlig felkälla är att äldre bestånd generellt består av större/högre träd där högt belägna



angrepp kan vara svårare att upptäcka. I medeltal var den till exempel den representativa tallhöjden i åldersklassen 26–30 år 5,7 m i Norrbotten, 7,8 m i Västerbotten och 9,3 m i Jämtland-Västernorrland. Skillnaderna i trädhöjd mellan länen kan därför vara en bidragande orsak till att färre angrepp upptäcks i Västerbotten och Jämtland-Västernorrland. En annan faktor som kan påverka är att den historiska mortaliteten i provytorna är okänd. Eftersom inventeringsresultatet ger en ögonblicksbild av angreppsfrekvenser kan det inte uteslutas att historisk mortalitet medför att andelen angripna träd minskar över tid om inte nya angrepp tillkommer.

Det är även tänkbart att skillnader i förekomst av de olika törskateformerna mellan länen kan påverka både sporspridning, sjukdomsutveckling och dynamiken i historisk mortalitet över tid.



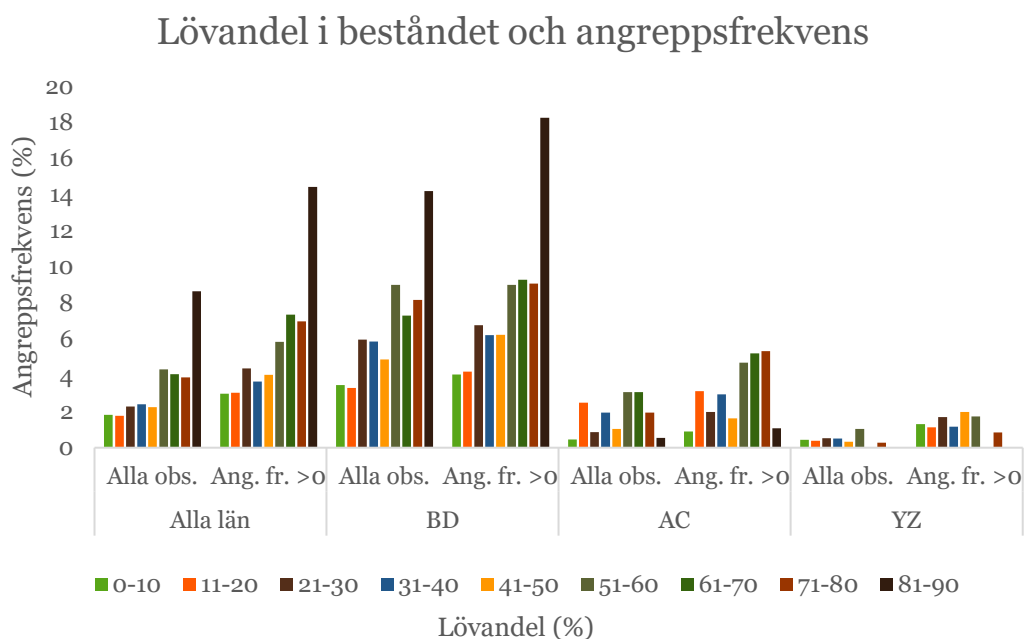
Figur 16. Angreppsfrekvens av törskate i relation till beståndsålder för alla bestånd inom respektive åldersgrupp, samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

## Trädslagssammansättning

### Löv- och tallandel i beståndet & angreppsfrekvenser

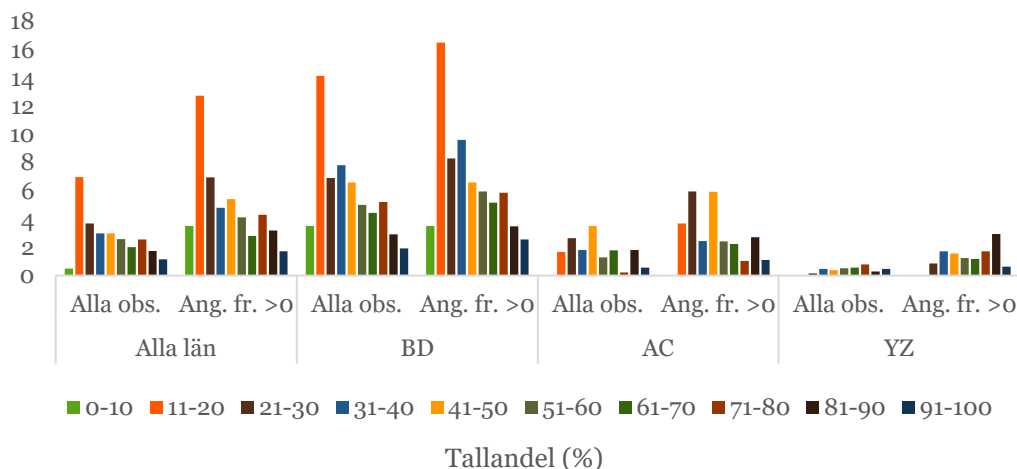
Ett huvudmål för inventeringen var att söka variabler i skötsel, ståndorten eller beståndet som inverkar på angreppsfrekvensen av törskate. Två beståndsvariabler som befanns ha inverkan på angreppsfrekvenser var löv- och tallandelen i beståndet, där angreppsfrekvenserna generellt ökar i Norrbotten med ökande lövandelen och minskar med ökande tallandel (Figur 17 och Figur 18). Eftersom löv- och tallandelen är starkt beroende av varandra är den positiva respektive negativa interaktionen logisk. Resultaten pekar dock mot att det är lövandelen som mekanistiskt kan förklara kopplingen till angreppsfrekvenser. För övriga län är bilden mer komplex.

I Västerbotten finns ett samband mellan lövandelen och angreppsfrekvenser medan angreppsfrekvenserna kontra tallandel varierar. I Jämtland-Västernorrland är angreppsfrekvenserna generellt låga och skillnaden i angreppsfrekvens kontra löv- och tallandel liten.



Figur 17. Angreppsfrekvens av törskate i relation till lövandelen i beståndet för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla bestånd, samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Lövandelen är beräknad som summan av huvud- och bistammar av löv dividerat med summan för alla bi- och huvudstammar för alla trädslag. Data på angreppsfrekvenser avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

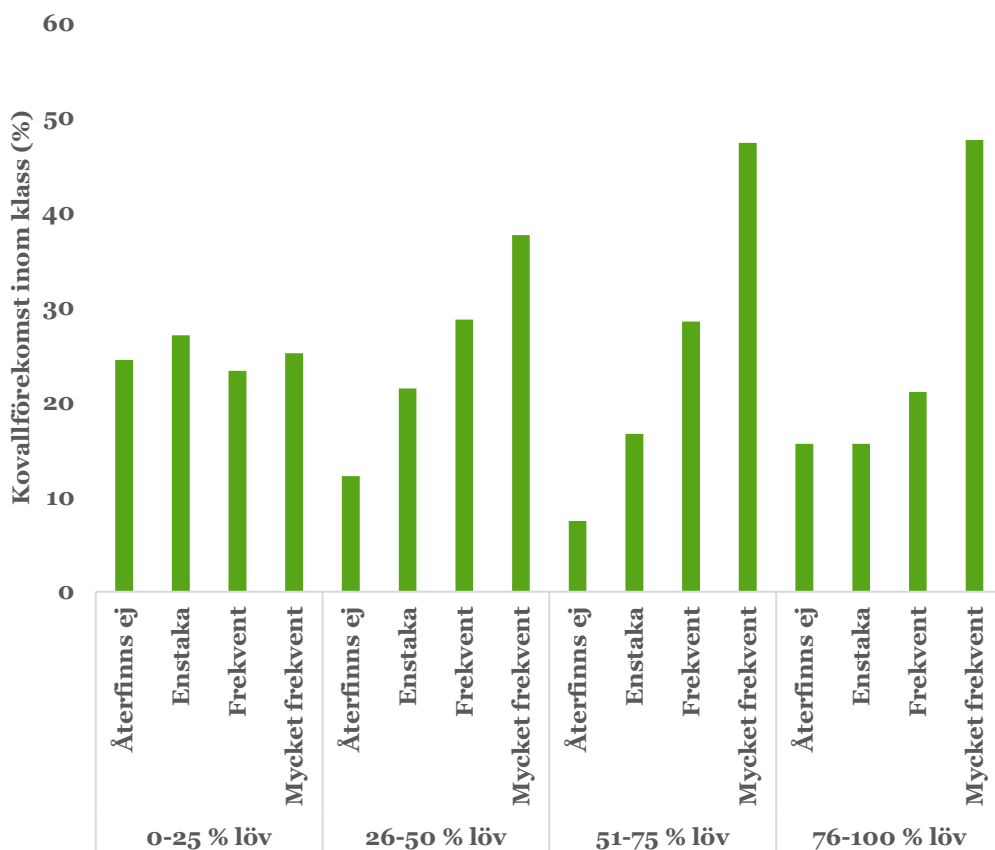
## Tallandel i beståndet och angreppsfrekvens



Figur 18. Angreppsfrekvens av törskate i relation till tallandel i beståndet för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla bestånd, samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Tallandelen är beräknad som summan av huvud- och bistammar av tall dividerat med summan för alla bi- och huvudstammar för alla trädslag. Data på angreppsfrekvenser avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

Genom vilken/vilka tänkbara mekanismer påverkar lövandel angreppsfrekvenserna av törskate i Norrbotten? Kovallförekomst har en stor påverkan på observerade angreppsfrekvenser i Norrbotten. Kovallen har egna ståndortskrav och genom att analysera eventuella kopplingar mellan ståndorts- och beståndsvariabler identifierades lövandel som en stark kandidat. En analys av kovallens förekomst i relation till registrerad lövandel i Norrbotten pekar på att kovallens förekomst ökar kraftigt när lövandelen är större än 25 % (Figur 19).

## Lövandel & kovallförekomst i Norrbotten



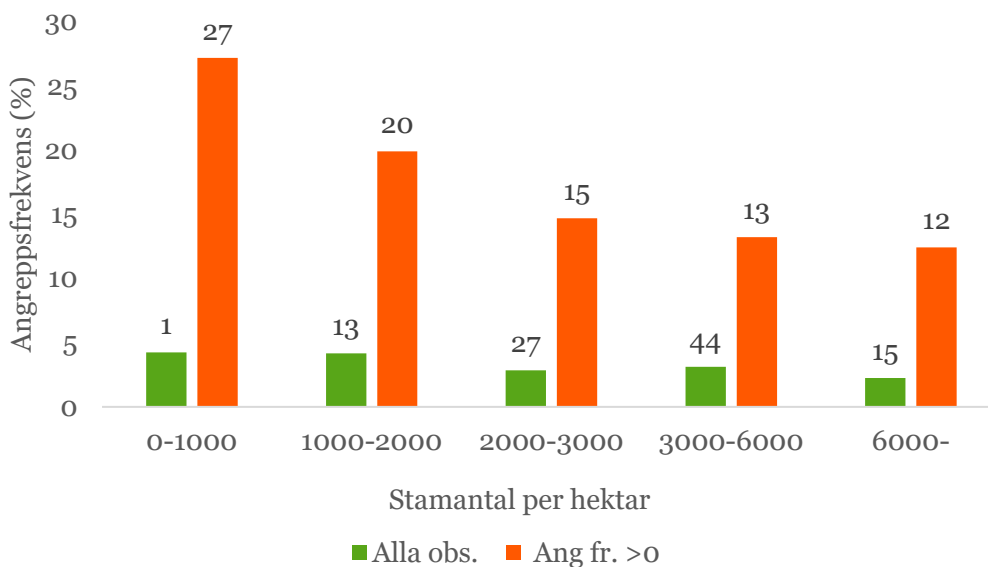
Figur 19. Kovallförekomst i relation till lövandel i Norrbotten, grupperat i klasser om 25 %. Lövandelen är beräknad som summan av bi- och huvudstammar av löv dividerat med summan för alla huvud- och bistammar för alla trädslag. Summan av de individuella kovallförekomsterna inom klass för lövandel är 100 %. Data är beräknat på provytelnivå.

*En möjlig förklaring till sambandet mellan lövandel och kovallförekomst är att kovall och lövträd har liknande ståndortskrav, det vill säga att på lokaler med större lövuppslag så finns även förutsättningar för kovall att bli mer vanlig. Detta kan tolkas som att en lövandel över 25 % i sig inte måste vara en riskfaktor, men kan vara en indikator på betingelser som kan medföra högre förekomst av kovall, vilket i sin tur är en riskfaktor.*

### Stamtäthet

Stamtäthet är en beståndsvariabel som kan bero på en rad olika faktorer såsom föryngringsmetod, skötsel och ståndortens egenskaper. I en analys där angreppsfrekvensen i provytor där angrepp registrerats ställs mot stamtäthet grupperad i olika intervall pekar data på att de högsta angreppsfrekvenserna återfinns vid lägre stamtätheter (Figur 20). Till skillnad från många andra variabler så var mönstret dessutom relativt lika för de olika länen och på grund av detta redovisas data aggregerat för alla län tillsammans.

## Stamantal och angreppsfrekvens på provytenivå (Alla län)

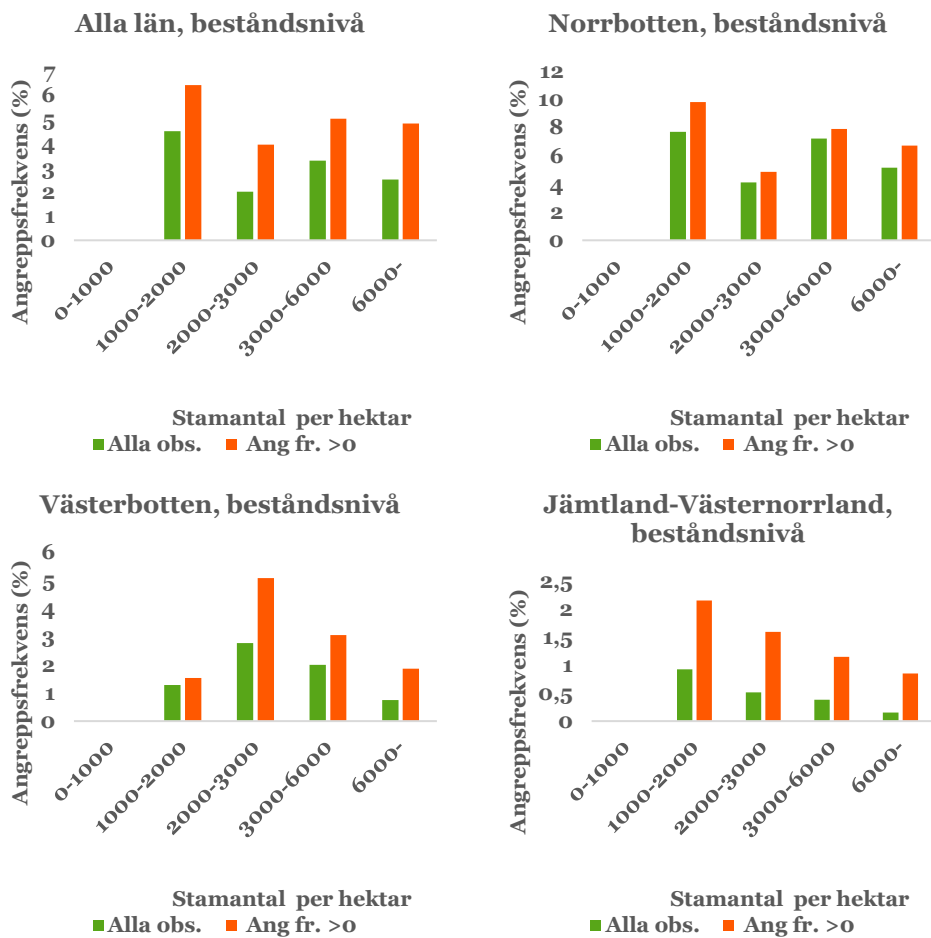


Figur 20. Angreppsfrekvens i relation till stamantal per hektar för alla provytor, samt för de provytor där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Stamantalet är beräknat som summan av huvud- och bistammar för alla trädslag uppräknat till hektar-nivå. Siffror ovan staplar beskriver andelen observationer inom respektive klass för stamantal. Data är beräknat på provytenivå.

Detta utfall är något oväntat då högre stamantal generellt förknippas med mer produktiva marker och något som enl. vissa hypoteser hade kunnat medföra mer törskateangrepp. För att undersöka eventuella samband med andra variabler gjordes även analyser av stamtäthet kontra kovallförekomst eller beståndsålder. Analysen av stamtäthetens inverkan på kovallförekomst gav inga resultat som kan förklara sambandet mellan stamtäthet och törskateförekomst (data visas ej). Med avseende på ålder så var medelåldern för provytor där stamtätheten var mellan 0–1000 stammar 15,6 år och 17,7–18,7 år för högre stamantal. Givet tidigare redovisade data som visar att angreppsfrekvensen av törskate generellt ökar med beståndsåldern, förklarar inte heller ålderskillnader mellan stamtäthetsklasser den högre angreppsfrekvensen vid låg stamtäthet.

Analysen av hur stamtäthet inverkar på registrerade angreppsfrekvenser ger en delvis annan bild, med större variation mellan län och inte samma tydliga samband bortsett från i Jämtland-Västernorrland (Figur 21).

Skillnaderna som analysen på provytenivå kontra bestånds nivå illustrerar har ingen given förklaring. Det tydliga sambandet mellan stamtäthet och angreppsfrekvenser på provytenivå i provytor där angrepp registrerats kan peka på att effekten av stamtäthet är lokal, det vill säga att de mekanismer som inverkar på risken för ett träd att bli infekterat beror på miljön (stamtätheten) i trädets absoluta närhet. Att sambandet försvagas på bestånds nivå kan bero på att aggregeringen av provytedata leder till att skillnader i stamtäthet inom ett bestånd elimineras.



Figur 21. Angreppsfrekvens i relation till stamantal per hektar i beståndet för alla bestånd, samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Stamantalet är beräknat som summan av alla huvud- och bistammar för alla trädslag uppräknat till hektar-nivå. Data är beräknat på beståndsnivå.

Även om skillnader mellan analysen på provyte- och beståndsnivå finns kan det inte uteslutas att observationerna på provytenivå är sanna. Vilka möjliga orsaker/mekanismer kan då ligga bakom de högre angreppsfrekvenserna vid lägre stamantal som observerades på provytenivå? Flera hypoteser är tänkbara.

En hypotes bygger på idén att törskate angriper mer växtliga tallindivider. Eftersom lägre stamantal medför mindre konkurrens växer det enskilda trädet bättre vid lägre stamantal och kan om hypotesen stämmer då löpa större risk för angrepp.

En annan hypotes är att majoriteten av angreppen i ungskog sker på grenar och på relativt låg höjd över marken (Skogforsk, opublicerade data). I glesa bestånd sker grenrensningen generellt senare än i tätare bestånd. Eftersom en större andel av angreppen i ungskog startar på grenar (Skogforsk, opublicerade data) kan träd i glesa bestånd, där grenrensningen generellt sker senare, bära mer grenar på låg höjd över marken och därför riskera mer angrepp.

En annan möjlig förklaring handlar om att beståndstätheten kan påverkas av mortalitet, dvs. i hårt törskateangripen kan låg beståndstäthet vara en effekt av törskaterelaterad mortalitet över tid.

Ytterligare en möjlig förklaring är att angrepp är svårare att finna i tätare bestånd, vilket kan leda till att de beräknade angreppsfrekvenserna sjunker och blir missvisande låga.

Eftersom beståndstätheten är resultatet av en mängd olika faktorer är det svårt att dra enkla slutsatser av det samband angreppsfrekvens och beståndstäthet uppvisar i denna studie. Samtidigt är sambandet på provytelnivå så tydligt att det är svårt att bortse ifrån och motiverar mer avancerad statistisk analys av befintliga data, där eventuella bakomliggande faktorer kan identifieras. Även nya riktade studier/fältförsök kan motiveras.

*Sammanfattningsvis kan det inte uteslutas att låg stamtäthet är en riskfaktor även om mer ingående studier behövs.*

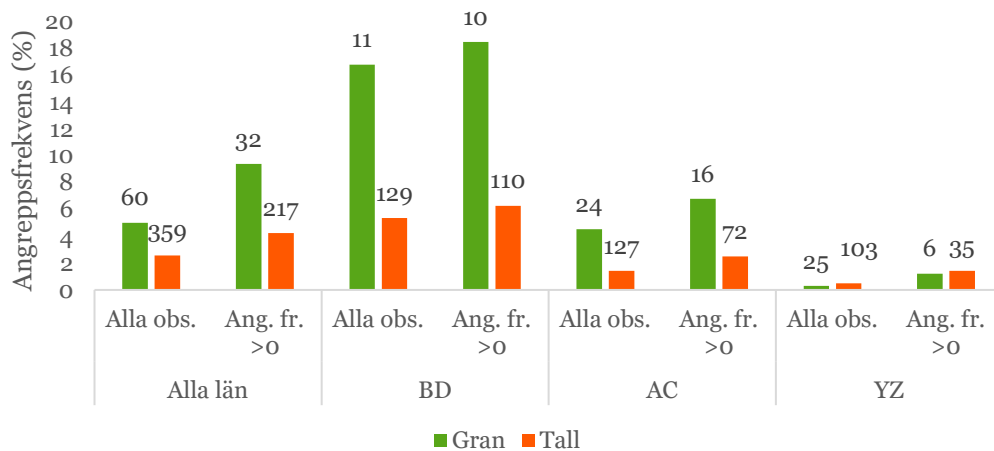
## **Angreppsfrekvenser, registeruppgifter och skötsel**

### **Bonitetsvisande trädslag & ståndortsindex**

Ståndortsindex är ett mått på markens produktionsförmåga och med bonitetsvisande trädslag menas det trädslag som ståndortsindex avser. Utifrån de registeruppgifter som angivits av markägarna har en analys av angreppsfrekvenser kontra uppgift om bonitetsvisande trädslag och ståndortsindex utförts. Analysen pekar på tydligt högre angreppsfrekvenser för lokaler (där angrepp registrerats) i Norrbotten och Västerbotten som i beståndsregister klassats som granmarker (Figur 22). Antalet lokaler som klassats som granmarker och där angrepp av törskate registrerats utgör en mindre andel av totalen, men de högre angreppsfrekvenser de förknippas med indikerar att de ståndortsfaktorer som ligger till grund för klassningen också kan vara riskfaktorer för törskate. I instruktionen för ståndortsbonitering är kriterierna för att utse gran till bonitetsvisande trädslag att lokalen är fuktig eller blöt och vegetationstypen är av gräs- eller örttyp. I inventeringen registrerades 49 av de 60 granlokalerna (för alla län och alla observationer) dock som friska. Hur bonitetsvisande trädslag ursprungligen utsågs av markägarna är svårt att veta, men oavsett hur det gick till slår det igenom vid analysen av angreppsfrekvenser. Det är också möjligt att registeruppgiften om bonitetsvisande trädslag kan bero på att marken i fråga tidigare var bevuxen av gran. Även om valet av bonitetsvisande trädslag kan förknippas med viss subjektivitet har det ändå praktisk relevans eftersom tall som växer på lokaler klassade som granmarker löper större risk för högre angreppsfrekvenser.

*Sammanfattningsvis tyder resultaten kring bonitetsvisande trädslag på vikten av ståndortsanpassning och att risken för allvarigare angrepp av törskate ökar när ståndorten är mer lämplig för gran eller befinner sig i gränslandet mellan gran och tall.*

## Bonitetsvisande trädslag och angreppsfrekvens



Figur 22. Angreppsfrekvens av törskate i relation till markägares registeruppgift på bonitetsvisande trädslag för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla bestånd samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Siffror ovanpå staplar beskriver det antal bestånd som respektive angreppsfrekvens beräknats från. Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

Med avseende på ståndortsindex och ett eventuellt samband med registrerade angreppsfrekvenser är bilden mer komplex. Varken inom gran- eller tallindex ökar angreppsfrekvenserna med ökande indexsiffra (Tabell 8). Detta är något oväntat givet tidigare nämnda hypoteser om att mer växtlig tall kan vara mer utsatt för angrepp. En möjlig felkälla är om de ståndortsindex som angivits i registeruppgifterna inte stämmer fullt ut, men baserat på de data som finns förefaller bonitetsvisande trädslag vara helt överordnat index som riskfaktor för törskate.



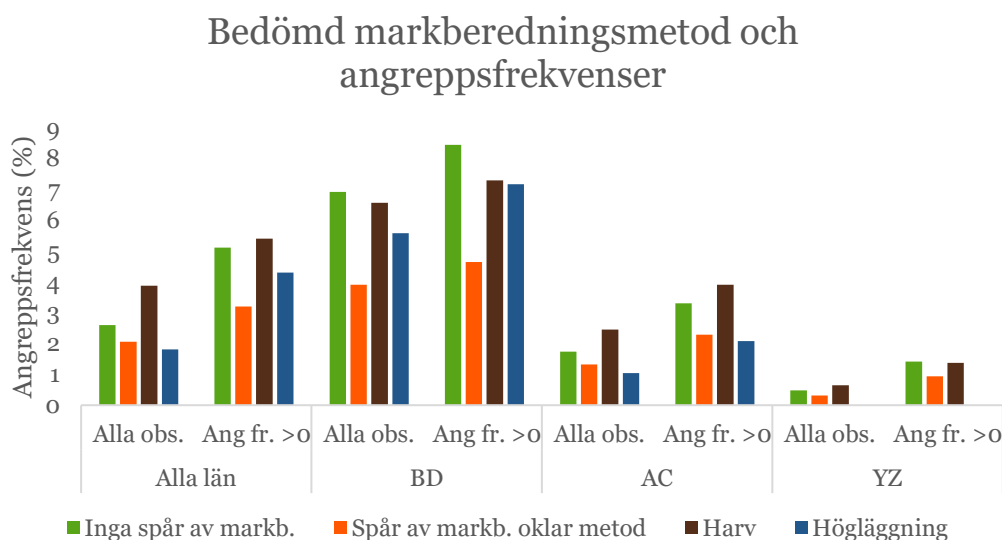
Tabell 8. Angreppsfrekvens av törskate i relation till markägares registeruppgift för ståndortsindex för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är en sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för för alla bestånd, samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll. Siffror ovanpå staplar beskriver det antal bestånd som respektive angreppsfrekvens beräknats från. Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

	Alla län		BD		AC		YZ	
	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0	Alla obs.	Ang. fr. >0
<b>G14</b>	19,4 (1)	19,4 (1)	19,4 (1)	19,4 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
<b>G15</b>	12,2 (3)	18,3 (2)	12,2 (3)	18,3 (2)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
<b>G16</b>	9,0 (7)	12,6 (5)	12,6 (5)	12,6 (5)	- (0)	- (0)	0,0 (2)	- (0)
<b>G17</b>	5,6 (4)	7,4 (3)	16,9 (1)	16,9 (1)	2,7 (2)	2,7 (2)	0,0 (1)	- (0)
<b>G18</b>	13,4 (5)	16,7 (4)	48,8 (1)	48,8 (1)	6,1 (3)	6,1 (3)	0,0 (1)	- (0)
<b>G19</b>	0,8 (6)	1,6 (3)	- (0)	- (0)	0,0 (1)	- (0)	0,9 (5)	1,6 (3)
<b>G20</b>	10,3 (4)	13,8 (3)	- (0)	- (0)	13,5 (3)	20,2 (2)	0,9 (1)	0,9 (1)
<b>G21</b>	1,9 (7)	4,4 (3)	- (0)	- (0)	4,1 (3)	6,2 (2)	0,2 (4)	0,9 (1)
<b>G22</b>	0,7 (7)	1,6 (3)	- (0)	- (0)	2,0 (2)	2,0 (2)	0,1 (5)	0,7 (1)
<b>G23</b>	0,4 (6)	1,3 (2)	- (0)	- (0)	0,7 (4)	1,3 (2)	0,0 (2)	- (0)
<b>G24</b>	4,7 (4)	18,9 (1)	- (0)	- (0)	6,3 (3)	18,9 (1)	0,0 (1)	- (0)
<b>G25</b>	1,2 (6)	3,5 (2)	- (0)	- (0)	2,3 (3)	3,5 (2)	0,0 (3)	- (0)
<b>T14</b>	7,3 (3)	10,9 (2)	10,9 (2)	10,9 (2)	0,0 (1)	- (0)	- (0)	- (0)
<b>T15</b>	1,2 (2)	1,2 (2)	0,6 (1)	0,6 (1)	1,8 (1)	1,8 (1)	- (0)	- (0)
<b>T16</b>	3,9 (19)	6,7 (11)	4,3 (17)	6,7 (11)	0,0 (2)	- (0)	- (0)	- (0)
<b>T17</b>	3,4 (13)	4,9 (9)	4,0 (11)	4,9 (9)	0,0 (1)	- (0)	0,0 (1)	- (0)
<b>T18</b>	2,9 (60)	3,9 (45)	4,2 (32)	4,8 (28)	1,6 (23)	2,6 (14)	0,5 (5)	0,8 (3)
<b>T19</b>	5,4 (39)	7,5 (28)	8,7 (22)	10,1 (19)	1,4 (11)	2,2 (7)	0,6 (6)	1,7 (2)
<b>T20</b>	2,5 (96)	3,6 (65)	4,9 (35)	5,5 (31)	1,2 (39)	1,9 (25)	0,9 (22)	2,1 (9)
<b>T21</b>	1,5 (42)	3,1 (20)	4,8 (4)	4,8 (4)	1,6 (20)	3,2 (10)	0,6 (18)	1,7 (6)
<b>T22</b>	1,2 (47)	2,9 (19)	6,8 (4)	6,8 (4)	1,2 (18)	3,1 (7)	0,3 (25)	0,9 (8)
<b>T23</b>	1,7 (14)	3,3 (7)	8,5 (1)	8,5 (1)	2,6 (5)	3,3 (4)	0,2 (8)	0,8 (2)
<b>T24</b>	0,5 (15)	1,4 (5)	- (0)	- (0)	1,1 (5)	1,9 (3)	0,2 (10)	0,8 (2)
<b>T25</b>	1,7 (4)	2,3 (3)	- (0)	- (0)	5,5 (1)	5,5 (1)	0,5 (3)	0,7 (2)
<b>T26</b>	0,0 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	0,0 (1)	- (0)
<b>T28</b>	1,6 (2)	3,3 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	1,6 (2)	3,3 (1)
<b>T29</b>	0,0 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	0,0 (1)	- (0)
<b>T30</b>	0,0 (1)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)	0,0 (1)	- (0)
<b>Ingen uppg.</b>	0,6 (2)	0,6 (2)	- (0)	- (0)	0,6 (2)	0,6 (2)	- (0)	- (0)

## Markberedningsmetod

Syftet med markberedning är att på kort sikt säkerställa ett gott resultat efter plantering eller sådd. Studier har även visat att markberedningseffekten är mätbar långt efter att den utförts (Hjelm m. fl. 2019). Givet markberedningens generellt positiva inverkan på tillväxt är det även tänkbart att den kan ha inverkan på risken för törskateangrepp och det finns en studie från Skogforsk (Skogforsk, opublicerade data) som visar på ett samband mellan markberedning och törskate. Mer specifikt visar studien ett samband mellan kraftig markberedning (hyggesplöjning) och ökade angreppsfrekvenser av törskate. I de registeruppgifter som markägarna tillhandahöll, fanns för vissa bestånd uppgift på vilken typ av markberedning som utförts innan föryngring. Tyvärr var antalet bestånd med uppgift om markberedningsmetod för få för att göra en meningsfull analys av markberedningsmetodens inverkan på törskateangreppens omfattning.

Som ett komplement till registeruppgifter om markberedningsmetod gjordes även observationer om huruvida spår av markberedning kunde observeras. Om spår av markberedning förekom skulle en bedömning av möjlig markberedningsmetod utföras. Som en konsekvens av bristen på registeruppgifter gjordes i stället en analys baserad på dessa observationer. Analysen av det möjliga sambandet mellan bedömd markberedningsmetod och registrerade angreppsfrekvenser pekar på skillnader mellan bedömda markberedningsmetoder (Figur 23). Bland de bedömda markberedningsmetoderna urskiljer sig harven med den i medeltal högsta angreppsfrekvensen, men då angreppsfrekvensen generellt är på samma nivå som för de lokaler där inga synliga spår av markberedning registrerades kan inga meningsfulla slutsatser dras.



Figur 23. Angreppsfrekvens av törskate i relation till bedömd markberedningsmetod för hela undersökningen och i länsvis uppdelning (BD = Norrbotten, AC = Västerbotten och YZ är sammanslagning av Västernorrlands län och Jämtlands län). Data särredovisas för alla bestånd samt för de bestånd där angreppsfrekvensen var större än noll (Ang. fr. >0). Data avser tallhuvudstammar och är beräknat på beståndsnivå.

# Risikfaktorer och skötselrekommendationer

## Övergripande resultat

Resultaten pekar tydligt ut Norrbotten som det län med störst andel angripna bestånd (87 %), den högsta genomsnittliga angreppsfrekvensen av alla län (6,3 %) och i särklass störst andel bestånd med angreppsfrekvenser på 10 % eller mer av tallhuvudstammarna. Även om de angreppssiffror som redovisas för Norrbotten är relativt låga jämfört med vissa andra skadegörare, så ska man med avseende på törskate vara medveten om att redovisade angreppsfrekvenser är en ögonblicksbild av tillståndet i 10–30 år gamla bestånd. Eftersom törskate kan angripa tall i alla åldrar, så finns det en risk att ytterligare angrepp kan ackumuleras i bestånden under de omkring 70–100 år som återstår till slutavverkning.

## Risikfaktorer för törskate

Ett av de övergripande målen med inventeringen som ligger till grund för denna rapport var att identifiera faktorer med inverkan på förekomsten av törskate.

Inventeringen har också varit framgångsrik i att med deskriptiv statistik identifiera ett antal faktorer som i olika omfattning kan kopplas till förekomsten av törskate. Dessa faktorer är antingen geografiska eller kopplade till ståndorten och/eller beståndet. Det finns även ofta samband mellan dessa identifierade faktorer, något som gör tolkningen utmanande. En annan utmaning är obalansen av törskateobservationer mellan länen, med den absoluta majoriteten av observationerna i Norrbotten, samt skillnaderna i förekomst av de två olika formerna av törskate. Tillsammans medför dessa samband och utmaningar ett hinder för att göra en övergripande sammanfattning av alla riskfaktorer och över hela inventeringsområdet. Det är mycket viktigt att komma ihåg att de riskfaktorer som identifierats i denna inventering ofta är riskfaktorer enbart i Norrbotten, men inte övriga län.

Med avseende på geografiska faktorer pekas **hög latitud** och en **relativt hög höjd över havet** ut som riskfaktorer för törskate. Norrbotten, det nordligaste länet, uppvisar de högsta angreppsfrekvenserna på beståndsnivå, något som kan tolkas som att lokalklimatet kan vara en faktor med inverkan på törskate. Samtidigt kompliceras detta av att i Norrbotten dominerar troligtvis den värdväxlande formen av törskate och det är i dagsläget inte möjligt att särskilja dessa faktorer. Oavsett län/latitud så observerades även ett visst samband mellan höjd över havet och angreppsfrekvenser, något som kan ha en koppling till lokalklimatet och att en lokal kan befinna sig ovanför högsta kustlinjen (och därför trots en hög höjd över havet ha en relativt hög produktionskapacitet).

De ståndorts- och beståndsfaktorer som befanns ha inverkan på förekomsten av törskate (riskfaktorer) är generellt sådana som förknippas med mer produktiva lokaler.

- **Markvegetation.** Vegetationstyper som indikerar högre produktivitet medför generellt högre angreppsfrekvenser. Framför allt hög- och lågörtstyper i Norrbotten.
- **Textur.** Mer finkornig textur förknippas med högre angreppsfrekvenser i Norrbotten.
- **Markfuktighet.** Klasser fuktigare än ”torr” förknippas med högre angreppsfrekvenser i Norrbotten.

- **Rörligt markvatten.** Lokaler med rörligt markvatten under längre perioder förknippas med högre angreppsfrekvenser i Norrbotten.

Riskfaktorerna som listas under ovanstående punkter är även i linje med de avsevärt högre angreppsfrekvenser som observerades på lokaler med **gran som bonitetsvisande trädslag** eftersom granens ståndortskrav generellt sammanfaller med dem.

En ståndortsfaktor med stor påverkan på observerade törskatefrekvenser i Norrbotten var **kovallförekomst**. Kopplingen mellan kovallförekomst och observerade angreppsfrekvenser i Norrbotten är logisk med tanke på att den värdväxlande formen av törskate förefaller dominera i länet. Angreppsfrekvenser i Norrbotten befanns även samvariera med beståndsvariabeln **lovandel**. Analysen av angreppsfrekvensen som en funktion av lovandel visar på successivt ökande angreppsfrekvens med ökande lovandel. En större lovandel i ett bestånd kan vara indikativt på en mer produktiv lokal, vilket kan vara en riskfaktor i sig. Men en analys av kovallförekomsten pekar även på en samvariation mellan kovallförekomst och lovandel där en lovandel på 25 % eller mer medför att kovallen blir mer vanligt förekommande i Norrbotten. En tolkning av detta är att sambandet mellan törskate och lovandel kan bero på att kovall och löv delar ståndortskrav.

Sambandet mellan **låg stamtäthet** och högre angreppsfrekvenser på provyttenivå är intressant och har möjliga mekanistiska förklaringar. Om sambandet är kausalt är det av stor relevans för möjliga skötselstrategier i riskgeografier för törskate eftersom stamtäthet är möjligt att påverka på olika sätt, framför allt vid röjning och gallring. Samtidigt är stamtäthet en komplex funktion av många andra variabler och som tidigare nämnts behövs ytterligare analyser av befintliga data. Framför allt behövs nya riktade studier för att kunna bekräfta ett samband och definitivt klassa låg stamtäthet som en riskfaktor.

## Slutsatser och skötselråd

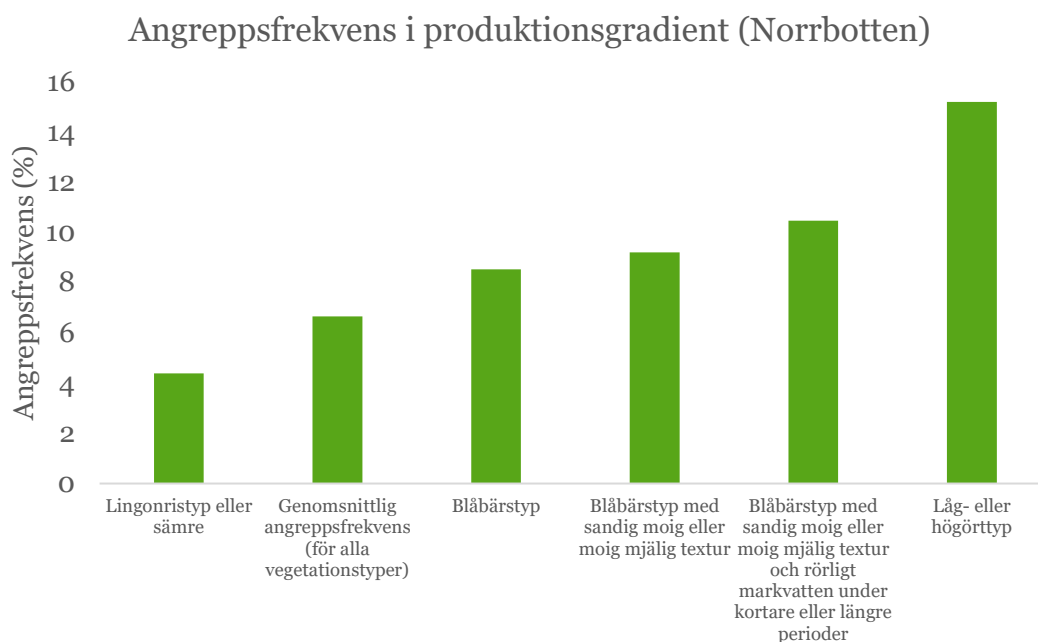
De skötselråd som presenteras i denna rapport baseras på de riskfaktorer som identifierats vid analyser av törskateförekomst som en funktion av ståndorts- och bestånds faktorer. En komplicerande omständighet är att de flesta ståndorts- eller beståndsvariabler som identifierats som riskfaktorer i Norrbotten inte utgör riskfaktorer i övriga län. *Framtagna skötselråd är därför framför allt applicerbara i Norrbotten och tillämpning i övriga län bör ske med försiktighet och enbart i områden med historiska problem med törskate (riskgeografier).* Det är också viktigt att påpeka att skötselråden är avgränsade till det åldersintervall inventeringen omfattar (10–30 år). Det är tänkbart att skötselråden kan omfatta äldre skogar än så, men det ska inte tas för givet utan stöd från andra studier.

### Ståndortsanpassning vid anläggning av nytt bestånd

De riskfaktorer som identifierats genom denna inventering är generellt förknippade med rikare ståndorter. Således blir det generella skötselrådet i Norrbotten och riskgeografier i övriga län att tillämpa en striktare ståndortsanpassning där framför allt mark med vegetationstyperna hög- och lågört, med eller utan inblandning av blåbärsris eller andra ris, helt undviks vid anläggning av tallbestånd.

Enligt praxis för ståndortsanpassning bör inte heller tall planteras på mark av hög- eller lågörtstyp, men eftersom inventeringsdata pekar på att så ändå sker, finns utrymme till förbättring. En möjlig orsak till att tallbestånd anläggs på marker i det högre spannet av produktionsgradienten kan vara felklassificering av vegetationstyp och en kvalificerad gissning är att den vanligaste missen är att vegetationstypen "lågört med blåbärsris" ibland felklassas som ren "blåbärsristyp".

Fyndet med avsevärt högre angreppsfrekvenser på marker klassade som granmarker är ytterligare en indikation på att korrekt ståndortsanpassning är viktigt för att undvika mer omfattande angrepp av törskate. Gränsen mellan tall och gran enligt rådande praxis för ståndortsanpassning i Norrland dras vid vegetationstypen blåbär, med tall på blåbärstyp eller svagare mark och gran på rikare märker än blåbärstyp. Det kan dock argumenteras att blåbärsristypen är bred med avseende på markens produktionskapacitet då den kan inrymma olika klasser av jordartstextur, markfuktighet och rörligt markvatten, något som också avspeglas i inventeringsdata, där funna angreppsfrekvenser inom blåbärsristypen ökar när andra ståndortsfaktorer som indikerar högre produktion adderas (Figur 24). I Figur 24 illustreras även hur angreppsfrekvensen i Norrbotten ökar från svagare vegetationstyper, stegrar med blåbärsristypen och andra riskfaktorer, för att kulminera i låg- och högörttyperna.



Figur 24. Selektivt konstruerad produktionsgradient och respektive angreppsfrekvenser i Norrbotten. Data är på provyttenivå och avser tallhuvudstammar.

Även om det är svårt att göra en skarp gränsdragning kan det i Norrbotten och andra riskgeografier därför vara motiverat att särskilja mer produktiv blåbärsristyp från mindre produktiv, och att överväga gran, andra trädslag eller trädslagsblandningar på den mer produktiva blåbärsristypen för att undvika mer omfattande törskateangrepp.

Data pekar även på att lokalens höjd över havet kan vara av betydelse och även om kopplingen inte är tydlig så kan det ändå vara motiverat att iaktta viss försiktighet innan tall planteras i höjdlägen i regioner med känd törskateproblematik.

### **Riskhantering vid anläggning av nytt bestånd**

Om risk för omfattande törskateangrepp föreligger, tall är rätt trädslag givet ståndortens kvalitéer och blandbestånd inte är ett alternativ, kan ett högre plantantal vid förnygring ge ett större utrymme för framtida avgångar och större urvalsmöjligheter vid framtida röjning och gallring. Om kopplingen mellan låg stamtäthet och högre angreppsfrekvens som inventeringsdata pekar på är kausal (vilket inte är klarlagt), kan ett högre initialt plant- eller stamantal också vara en möjlig metod för att hålla nere angreppsfrekvenser. Ett sätt att sprida risker kan även vara att anlägga blandbestånd med gran och/eller björk redan vid förnygringen och om tallen angrips av törskate finns då möjligheten att främja det andra trädslaget vid röjning och gallring. Det sista alternativet är trädslag som contorta och lärk, som med avseende på både ståndortsanpassning och produktion kan vara goda alternativ, men som i stället kan vara svåra att tillämpa på grund av bland annat rennärningen.

### **Skötsel i redan angripna bestånd**

Skötseln i redan angripna bestånd är beroende av en mängd faktorer såsom beståndsålder, angreppsfrekvenser, andelen nya/gamla angrepp, stamantal, trädslagsblandning etcetera. Vedertagen praxis för skötseln i redan angripna skog är att sanera bort angripna tallar för att förhindra fortsatt sporspridning och att om möjligt premiera andra trädslag vid gallring och röjning.

Den möjliga kopplingen mellan stamtäthet och angreppsfrekvenser som identifierats i inventeringsdata ger, om sambandet är kausalt, en ny möjlig variabel att beakta i skötseln av redan angripna bestånd och rekommendationen blir i så fall att om möjligt bibehålla högre stamantal vid röjning och gallring.

## **Referenser**

- Hjelm, K., Nilsson, U., Johansson, U. & Nordin P. 2019. Effects of mechanical site preparation and slash removal on long-term productivity of conifer plantations in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*. 49(10): 1311–1319.  
<https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0081>
- Moriondo, F. 1980. "Features of *Cronartium Flaccidum* and Its Hosts in Italy." *Phytopathologia Mediterranea* 19, no. 1 (1980): 35–43.  
<http://www.jstor.org/stable/42684480>.
- Ragazzi, A., & Dellavalle Fedi, I. 1992. Penetration of *Cronartium flaccidum* into pine needles. *Eur. J. For. Pathol.* 22: 278–283.
- Samils, B., & 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, DOI: 10.1080/02827581.2022.2085322
- Skogsstyrelsen. 1985. Fälthäfte i bonitering, Västerbottens län.  
<https://shop.skogsstyrelsen.se/sv/bocker-broschyror/broschyror/bonitering-falthaften-ac-lan.html>
- Wulff, S., & Hansson, P. 2013. Nationell Riktad Skadeinventering (NRS) 2012. Arbetsrapport 386.