



Skadebild och fördelning av törskate på träd- och beståndsnivå hos tallungskog

*The damage and distribution of pine stem rust on tree and stand level in
young pine forests*

Björn Jönsson & Moa Kinnunen

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Jägmästarprogrammet
Kandidatarbeten i skogsvetenskap • Nr 2022:05
Umeå 2022



Skadebild och fördelning av törskate på träd- och beståndsnivå hos tallungskog

The damage and distribution of pine stem rust on tree and stand levels in young pine forests

Björn Jönsson & Moa Kinnunen

Handledare:	Jan Stenlid, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi
Bitr. handledare:	Henrik Svennerstam, Skogforsk
Examinator:	Nils Henriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i skogsvetenskap
Kurskod:	EX0911
Program/ utbildning:	Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2022
Omslagsbild:	Henrik Svennerstam
Serietiteln:	Kandidatarbeten i skogsvetenskap
Delnummer i serien:	2022:05
Nyckelord:	Törskate, törskaterost, svampskador, rostsvamp, multiskadad ungskog, skadebild av törskate, cronartium pini, cronartium flaccidum, peridermum pini, resin-top disease, rust fungi, scots pine bister rust, two-needle pine stem rust, pine rust

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

Törskate är ett alltmer uppmärksammat problem i framförallt Sveriges norra delar, där 12 till 15 % av de naturliga avgångarna av tall anses orsakade av svampen. Detta motsvarar en produktionsförlust på ca 350 000 kubikmeter talltimmer årligen.

Syftet med projektet var att genom analyser av inventeringsdata beskriva skadebilden av törskatesvampen (*Cronartium pini* (Willd.) Jørst) och dess inverkan på det enskilda trädet i tallungskog (*Pinus sylvestris* L.). Arbetet baserades på inventeringsdata som insamlades sommaren 2021 i tre områden: Västerbottens, Norrbottens och ett kombinerat område av Jämtland – Västernorrlands län. Inventeringen utfördes av tre inventeringslag bestående av två personer vardera. Totalt återfanns törskate i 20% av provytorna i Västerbotten, 51% i Norrbotten och i 8% i Jämtland- Västernorrland. Sammanställt över bestånden återfanns törskate i 68% av bestånden i Västerbotten, 88% i Norrbotten och 35% av bestånden i Jämtland- Västernorrland. Inventeringen visade att träd med stamskador orsakade av *C. pini* har en lägre höjd än träd med enbart grenskada i jämförelse med referensträd inom samma provyta. Skadebilden varierade över undersökningsområdena, i Västerbotten var drabbade träd främst av skadeklassen ”svårt skadat” och stamdefekten ”stamdeformation/ övervallning” mest noterat, samt att törskate återfanns i alla beståndåldrar. I Norrbotten var drabbade träd i synnerhet av skadeklasserna ”lätt skada” och stamdefekten ”död topp” mest noterat, även här återfanns törskate i alla åldrar. I Jämtland- Västernorrland var drabbade träd huvudsakligen av skadeklassen ”dött träd” och stamdefekten ”död topp” mest noterat, till skillnad från övriga områden återfanns här inte törskate i alla beståndåldrar. Detta arbete skrapar endast på ytan gällande att skapa djupare förståelse av törskatesvampens påverkan kopplat till olika faktorer. Datamaterialet som använts i denna kandidatuppsats är dock det hittills mest omfattande inom området. Kompletterande inventering kommer att ske, och djupare analyser bör därför senare utföras på det insamlade materialet.

Nyckelord: törskaterost, svampskador, rostsvamp, multiskadad ungskog, Cronartium pini, Cronartium flaccidum, Peridermium pini

Abstract

Particularly in the northern parts of Sweden Pine stem rust is an increasing problem, where 12 to 15 % of the natural mortality of pine are caused by the fungus. This corresponds to a production loss of about 350 000 cubic meters of pine timber annually.

The purpose with this project was through analyses of inventory data describe the damage from pine stem rust (*Cronartium pini* (Willd.) Jørst) and its impact on the individual tree in Scots pine forests (*Pinus sylvestris* L.). This report is based on inventory data collected in the summer of 2021, from three areas: Västerbotten county, Norrbotten county and combined area of Jämtland- Västernorrland county. Three inventory teams collected the data, consisting of two people each. In total, pine stem rust was found in 20% of the sample plots in Västerbotten, 51% in Norrbotten and 8% in Jämtland – Västernorrland. Compiling over the stands, pine stem rust was found in 68% of the stands in Västerbotten, 88% in Norrbotten and 35% in Jämtland- Västernorrland. The inventory shows that trees with stem damages caused by *C. pini* had a lower height than trees with only branch damages compared to the reference trees within the same sample plot. The damage from pine stem rust varies across the areas, in Västerbotten the affected trees were mainly of the vitality class “several damage” and the stem defect “stem deformation/ overhang” mostly noted, the pine stem rust was found in all stand ages. In Norrbotten, affected trees were mainly of the vitality class “slight damage” and the stem defect “dead top” was mostly noted, the pine stem rust was found in all the stand ages. In Jämtland- Västernorrland affected trees were mainly of the vitality class “dead tree” and the stem defect “dead top” was mostly frequently found, unlike other areas, pine stem rust was not found in all stand ages. This work only scratches the surface in terms of creating a deeper understanding of the impact of pine stem rust linked to several factors. The data material used in this bachelor’s thesis is the most extensive collection in this subject. Supplementary inventories will take place, deeper analyses should be performed later on the upgraded collected data.

Keywords: resin-top disease, rust fungi, scots pine blister rust, two-needle pine stem rust, Cronartium pini, Cronartium flaccidum, Peridermium pini,

Tack!

Vi vill börja med att tacka våra handledare som möjliggjort detta arbete, utan deras goda kommunikation, tillgänglighet och deras engagemang hade projektet inte varit möjligt, tack Henrik Svennerstam från Skogforsk och Jan Stenlid från SLU. Data som använts i arbetet är från en fältinventering i projektet "Törskateinventering på marker med dokumenterad skötselhistorik" där Holmen, SCA och Sveaskog är markvärdar, vi vill därför rikta ett stort tack till dessa skogsbolag men även till de sex tappra fältinventerarna som spenderade sin sommar i törskatesvampens tecken. Inventeringsprojektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling genom Landsbygdsprogrammet, tack för att ni, som vi, tror att ökad kunskap inom ämnet kan leda till förändring. Till sist vill vi tacka Tommy Mörling på Skogsstyrelsen som satte oss i kontakt med Henrik.

April 2022

Björn Jönsson & Moa Kinnunen



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden



SCA HOLMEN



SVEASKOG



skogforsk

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	6
Tabellförteckning	8
Figurförteckning	9
1. Inledning	11
1.1. Problembakgrund	12
1.1.1. Törskate	12
1.1.2. Yttre faktorer	13
1.1.3. Törskate och klimatförändringar	13
1.2. Problemets omfattning.....	13
1.3. Syfte och frågeställningar	14
2. Material & Metod	15
2.1. Utgångsmaterial och utbredning	15
2.2. Datainsamling och fältinventering	16
2.3. Databearbetning och metoder	17
2.3.1. Fördelning mellan misstänkt och bekräftad törskate	17
2.4. Skadornas geografiska fördelning	18
2.4.1. Toppår för törskateinfektion	18
2.4.2. Skillnad i höjd och diameter mellan referensträd och träd med registrerad törskate.....	18
2.4.3. Skadeklass.....	18
2.4.4. Skadeklass kopplat till beståndsålder.....	18
2.4.5. Skadeklasspåverkan av törskate hos träd med stamskada	19
2.4.6. Höjd på skada	19
2.4.7. Beståndsålder och törskateförekomst	19
2.4.8. Stamdefekter.....	19
2.4.9. Begräsningar och antaganden.....	19
3. Resultat.....	20
3.1. Fördelning mellan misstänkt och bekräftad törskate	20
3.2. Åldersfördelning.....	21

3.3.	Skadornas geografiska fördelning	21
3.4.	Toppår för törskateinfektion.....	22
3.5.	Skillnad i höjd och diameter mellan referensträd och träd med registrerad törskate	23
3.6.	Vitalitet.....	24
3.6.1.	Vitalitetsnivå kopplat till beståndsålder	25
3.6.2.	Vitalitetspåverkan av törskate hos träd med stamskada	27
3.7.	Höjd på skada.....	28
3.8.	Beståndsålder och törskateförekomst	31
3.9.	Stamdefekter	33
4.	Diskussion.....	35
4.1.	Slutsats	39
5.	Referenser	41
6.	Bilaga 1	43

Tabellförteckning

Tabell 1: Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.....	23
Tabell 2: Skillnad i höjd mellan träd med grenskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.....	24
Tabell 3: Skillnad i diameter mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.	24
Tabell 4 : Skillnad i diameter mellan träd med grenskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.	24

Figurförteckning

Figur 1: De två olika livscyklerna för <i>C. pini</i> . Till vänster illustreras den värdväxlande varianten <i>C. flaccidum</i> . Tall, <i>P. sylvestris</i> , är huvudvärden och den alternativa värden kan vara t.ex. <i>Paeonia</i> sp. eller <i>Melampyrum</i> spp. Till höger livscykel för den icke värdeväxlande varianten <i>P. pini</i> , där enbart tall, <i>P. sylvestris</i> , är värd.	12
Figur 2: Översiktskarta från fältinventeringen år 2021. Varje prick indikerar ett inventerat bestånd, färgerna symboliserar olika frekvenser av bekräftade huvudstammar med törskate i bestånden. Baskarta från Esri ©.	16
Figur 3: Fördelning mellan träd med registrering ”törskate” och ”misstänkt törskate” för undersökningsområdena.	Error! Bookmark not defined.
Figur 4: Beståndsåldersfördelning i de olika undersökningsområdena, antal...21	
Figur 5: Andelen provytor funna med törskate, misstänkt törskate och utan törskate, uppdelat i de olika undersökningsområdena.	21
Figur 6: Fördelning av toppår för 117 bestånd med bekräftad törskate, samt antalet räknade grenvarv från topp till stamskada. Baskarta från Esri ©. Koordinatsystem: GCS_SWEREF 99 TM.	22
Figur 7: Fördelning av toppår för 117 bestånd med bekräftad törskate, samt antalet räknade grenvarv från topp till stamskada. Där 53 av bestånden återfanns i Västerbotten, 54 i Norrbotten och 10 i Jämtland-Västernorrland.....	23
Figur 8: Skadeklass på träd med bekräftad törskate och noterad skadeklasspåverkan som tros vara orsakad av törskate.	25
Figur 9: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Västerbotten, fördelat på 273 träd.....	26
Figur 10: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Norrbotten, fördelat på 598 träd.	26
Figur 11: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Jämtland – Västernorrland, fördelat på 71 träd.	27
Figur 12 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Västerbotten. Analysen omfattas av 200 träd.	27
Figur 13 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Norrbotten.	28

Figur 14 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Jämtland-Västernorrland.	28
Figur 15. Höjd på skada i Västerbotten. Stamskada fördelat på 224 träd och grenskada fördelat på 90 träd.....	29
Figur 16. Höjd på skada i Norrbotten. Stamskada fördelat på 385 träd och grenskada fördelat på 372 träd.....	29
Figur 17 : Höjd på skada i Jämtland – Västernorrland. Stamskada fördelat på 84 träd och grenskada fördelat på 29 träd.....	Error! Bookmark not defined.
Figur 18. Höjd på stamskada plottat mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 222 träd i Västerbotten, där medelhöjden på träden är 4,4 meter och medelhöjden på stamskada 1,2 meter. Linjen representerar en trendlinje.....	30
Figur 19. Höjd på stamskada plottat mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 338 träd i Norrbotten, där medelhöjden på träden är 4,3 meter och medelhöjden på stamskada 1,2 meter. Linjen representerar en trendlinje.....	31
Figur 20. Höjd på stamskada plottat mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 68 träd i Jämtland - Västernorrland, där medelhöjden på träden är 3,5 meter och medelhöjden på stamskada 1 meter. Linjen representerar en trendlinje.	31
Figur 21. Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Västerbotten.	32
Figur 22 : Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Norrbotten.	32
Figur 23 : Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Jämtland-Västernorrland.....	33
Figur 24. Fördelning av registrerade stamdefekter hos träd med bekräftad törskate i Västerbotten.	33
Figur 25. Fördelning av registrerade stamdefekter hos träd med bekräftad törskate i Norrbotten.	34

1. Inledning

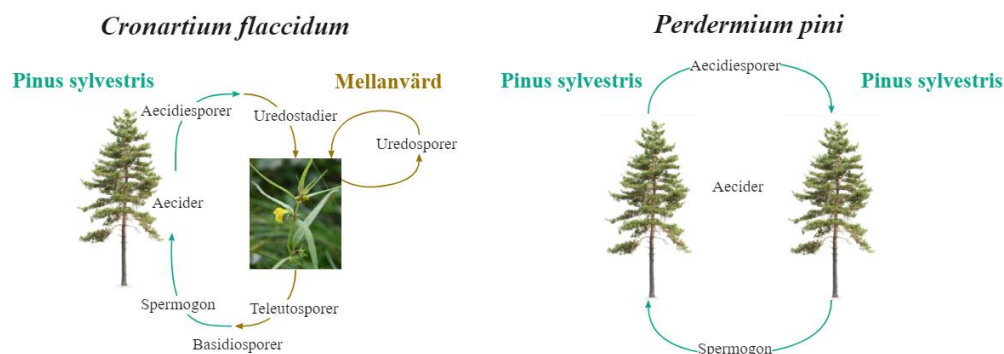
Skogsekosystem består av många olika arter och olika typer av interaktioner mellan dem. En sådan typ av interaktion är parasitism vilket innebär att en art gynnas på bekostnad av en annan (Campbell et al. 2017). Rostsvampen törskate, *C. pini* är en parasitsvamp som under senare år uppmärksammas som ett allt större problem i de svenska tallskogarna. Törskate förekommer i hela Sverige, men i större utsträckning i Norrbotten och delar av Västerbotten, Västernorrland och Jämtland (Skogforsk 2021). Skadeförloppet orsakat av svampen är en utdragen kamp mellan svampen och trädet, som kan leda till lägre tillväxt och skador, men kan även resultera i att trädet dör. En omfattande inventering av törskate i 10–30 år gamla tallungskogar i ovannämnda områden påbörjades sommaren 2021. Inventeringen utfördes av Skogforsk med stöd från landsbygdsprogrammet och i samarbete med Holmen Skog, SCA och Sveaskog. Ytterligare inventeringar kommer att göras och beräknas vara klart hösten 2022. Tidigare inventeringar har inte varit av samma omfattning, vilket leder till att få undersökningar med den bredden på data har utförts. Det finns en studie baserat på samma data som behandlar förekomsten av törskate kopplat till kovallförekomst, höjd över havet och lövinslag i bestånden (Adolfsson 2022). Resultaten från denna studie visar att det finns ett samband mellan kovallförekomst och törskatefrekvens, där törskatefrekvensen ökade med ökad kovallförekomst.

Genom en utförlig beskrivning och analys av skadebilden orsakad av törskate på trädnivå i tallungskog kan frågeställningar kopplat till höjd- och diameterskillnader på enskilda träd, skillnaden i skador mellan olika områden och vitalitet kopplat till olika faktorer utredas. Förhoppningarna är att resultaten från denna studie kan ge en tydligare bild över skadornas påverkan på det enskilda trädet, deras geografiska fördelning i undersökningsområdena men även vissa kopplingar till yttre faktorer och deras påverkan på sjukdomen.

1.1. Problembakgrund

1.1.1. Törskate

Törskate eller törskaterost är en sjukdom orsakad av den biotrofa rostsvampen *C. pini* som länge ansågs vara två olika svamparter, men som idag anses vara två olika varianter av samma art med två olika livscyklar (figur 1). *Cronartium flaccidum* ((Alb. & Schwein.) G. Winter.) är den värdväxlande varianten, vilket innebär att den kräver två olika värdar för att fullfölja sin livscykel. Studier påvisar att ett flertal växter kan agera mellanvärd däribland kovall (*Melampyrum spp.*), pioner (*Paeonia spp.*) och tullkörter (*Vicetoxicum spp.*) (Kaitera et al. 2018). Den andra varianten av törskaterost, *Peridermium pini* ((Willd.) J.C. Schmidt & Kunze.), kräver bara en värd för att fullfölja sin livscykel, vilket betyder att sporer från en infekterad tall infekterar en annan (Olembo 1971; Pei & Brodie 1995; Kaitera 2003; Kaitera & Nuorteva 2008). *P. pini* tros ha skapats genom mutation av *C. flaccidum* (Hantula et al. 2002).



Figur 1: De två olika livscyklerna för *C. pini*. Till vänster illustreras den värdväxlande varianten *C. flaccidum*. Tall, *P. sylvestris*, är huvudvärderna och den alternativa värderna kan vara t.ex. *Paeonia sp.* eller *Melampyrum spp.* Till höger livscykel för den icke värdväxlande varianten *P. pini*, där enbart tall, *P. sylvestris*, är värd.

Sporspridningen sker vanligtvis under juni månad i södra Sverige, med upp till en månads förskjutning i norra delarna av landet. Träden infekteras genom klyvöppningarna i barren eller genom ung skottvävnad, där sedan svampens mycel växer in i barken och sprider sig mot stammen (Rennerfelt 1943; van der KAMP 1968; Ragazzi 1986). Efter att mycelet växt till och parat sig bildas sporblåsor som uppkommer tidigast två år efter infektion. Svampen växer långsamt, framförallt tvärs med fiberriktningen, därav uppstår långsträckta stamsår på en del törskatedrabbade träd. Mycelet kan efter flera år snöra av grenar och stammar, och ge stora skador. Vanliga skador som hänger ihop med törskatesvampens framfart är döda grenar och toppar med kådindränkta mörka stamsår, även de tidigare

nämnda långsträckta stamsåren är ett tydligt tecken på infektion i sent stadie. I tallungskog kan infektioner ses som kådindränkta förtjockningar på gren och stam, men även ljusorangea sporsamlingar i början av sommaren är ett tydligt tecken (Karlman et al. 2020). Det enklaste sättet att identifiera törskateangrepp är via de orangea sporblåsorna, men törskatesvampen sporulerar inte varje år, vilket kan göra det svårt att avgöra om symtomen orsakats av törskate eller inte. Enligt Skogsstyrelsen beror 12 till 15 % av de naturliga avgångarna av tall på törskate. Detta motsvarar en produktionsförlust på ca 350 000 kubikmeter talltimmer årligen (Kåren et al. 2018).

1.1.2. Yttre faktorer

Det finns ett flertal faktorer som kan bidra till en ökad spridning och tillväxt av *C. pini*, till exempel så föredrar de olika sporstadierna olika väderförhållanden. Generellt gynnas svampen av hög luftfuktighet och hämmas av höga temperaturer (Van Arsdel 1967; Olembo 1971; Ragazzi 1983; Ragazzi et al. 1986; Gonthier & Nicolotti 2013). Törskateförekomsten påverkas även av markfaktorer, där studier visar att törskate återfinns i högre utsträckning på friska till fuktiga marker av högre bonitet, än på typiska tallmarker (Kaitera & Jalkanen 1995).

1.1.3. Törskate och klimatförändringar

Ett flertal studier visar att klimatfaktorer har stor påverkan på *C. pini* och andra *Cronartium* rotsvampar (Van Arsdel 1967; Ragazzi 1986; Gonthier & Nicolotti 2013; Helfer 2014; Thoma et al. 2019). Det gäller framförallt nederbörd och luftfuktighet, då sporer behöver perioder med hög luftfuktighet för att gro och infektera sina värdar (Ragazzi 1983; Kaitera 1999). Faktorer som ökad vind skulle gynna spridningen av sporer, eftersom aecidiessporerna från tallen och rostsporer från de alternativa värdarna, som till exempel skogskovall, kan spridas hundratals kilometer med vinden (Frank et al. 2008). Däremot är basidiosorer som sprids från alternativvärderna till tall känsliga för uttorkning och UV-ljus och har en mer begränsad spridningspotential. Ett varmare och torrare klimat skulle hämma spridningen av de olika sporer.

1.2. Problemets omfattning

Problemet med törskate i tallungskog uppmärksammas alltmer i skogliga sammanhang, svampen orsakar omfattande skador i norra Europa (Smith et al. 1988; UK, CAB International 1989). En inventering gjord 2008 visade att törskate förekom i Västerbottens län och Norrbottens kust- och inland. Inventeringen visade

också att 34% av tallungskogarna, motsvarande 130 000 hektar var drabbade av törskate i dessa områden. De allvarligaste skadorna observerades i nordöstra delarna av Norrbotten (Wulff & Hansson 2009), vilket motsvarar 130 000 hektar skog. Omfattande ungskogsinventeringar (Sveaskog 2019 samt Holmen och SCA 2020) visar att multiskadad ungskog, med betoning på törskate är de fyra nordligaste regionernas största skogsskadeproblem (Carlstedt et al. 2021). Infektionsåldern kan variera (Rennerfelt 1947) då tallar med sporulerande aecider har påträffats i 5 till 55 års ålder. Två studier från Skottland visar att den högsta sjukdomsincidensen av *C. pini* återfanns vid 30–35 års ålder (Greig & Sharpe 1991) och 41–50 års ålder (Murray et al. 1969), medan en annan studie visade att högst värden var mellan åldrarna 11–30 år (Troschanin 1929). Således indikerar dessa studier att trädet löper stor risk att bli infekterad under stora delar av sitt liv, men risken för förödande skador sjunker med ökad ålder.

1.3. Syfte och frågeställningar

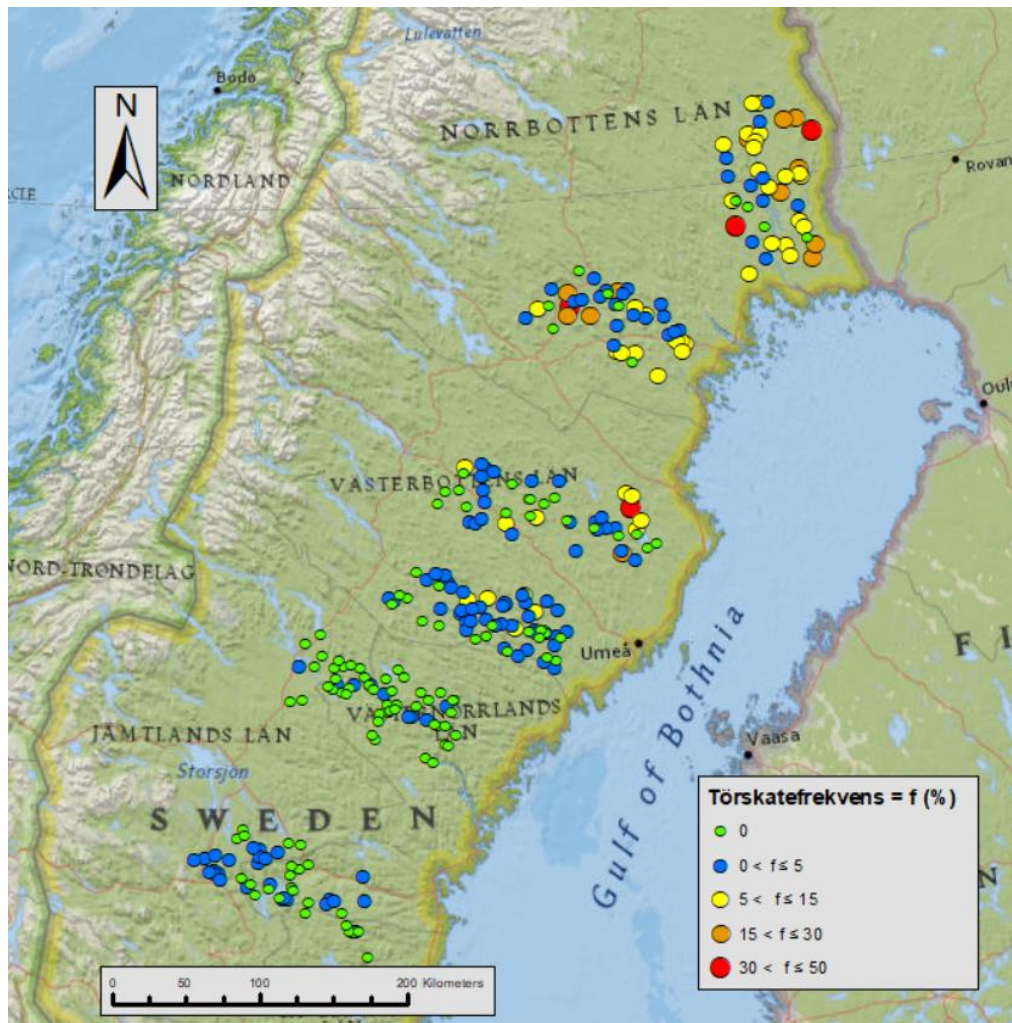
Målet med arbetet var att ge en utförlig beskrivning av skadebilden orsakad av törskatesvamp hos tallungskog, både på träd- och beståndsnivå. Förhoppningen var att finna skillnader och samband mellan skadebilden för de olika undersökningsområdena, samt törskatesvampens effekter på det enskilda trädets höjd och diameter.

- Hur ser skadebilden ut hos de individuella träden?
- Hur skiljer sig skadorna mellan provytor, bestånd och undersökningsområden?
- Går det att urskilja effekter av törskate kopplat till diameter och höjd genom att jämföra träd bekräftade med törskate mot referensträd?
- Skiljer sig skadeklasser på träden kopplat till skadans höjd/beståndsålder vid infektion?
- Genom analyser av angreppstidpunkt, går det att dra slutsatser om toppår för angrepp?

2. Material & Metod

2.1. Utgångsmaterial och utbredning

Inventeringsdata som använts i analyserna kommer från projektet ”Törskateinventering på marker med dokumenterad skötselhistorik”, vilket är en inventering som sträcker sig över två inventeringsår: 2021 och 2022. Materialet i detta arbete kommer från inventeringen 2021. Inventeringen utfördes på 301 talldominerade bestånd, där Holmen, SCA och Sveaskog var markägare. Inventeringen utfördes i fyra län: Norrbotten, Västerbotten, Jämtland och Västernorrland, där de två sistnämnda räknades som ett område i analysen. Bestånden som inventerades var i åldrarna mellan 10 och 30 år, bestod enl. bolagens beståndsregister av minst 40 % tall, var mellan ett och tio hektar stora, samt hade dokumenterad beståndshistorik. Figur 2 visar det geografiska läget och törskatefrekvens för de inventerade bestånden.



Figur 2: Översiktskarta från fältinventeringen år 2021. Varje prick indikerar ett inventerat bestånd, färgerna symboliserar olika frekvenser av bekräftade huvudstammar med törskate i bestånden. Baskarta från Esri ©.

2.2. Datainsamling och fältinventering

En utlottning av bestånd och provytor fanns tillgängligt i programmet Field maps. Antalet provytor per bestånd varierade mellan sex och tio stycken, beroende på beståndets storlek. Provytans radie var 5,64 meter (100 m^2). Genom programmet Field maps, som är ett anpassat program för fältdatorer, i form av iPad, navigerade sig inventerarna till de utplacerade provpunkterna i bestånden. För mer detaljerad fältinstruktion se bilaga 1.

Informationen som registrerades inom de olika provyterna går att sammanställa i sex grupper;

1. Markparametrar - såsom ytstruktur, lutning, rörligt markvatten, jordtyp, fältskikt och markfuktighet.

2. Kovallfrekvens
3. Olika skadegörare och dess omfattning - (älgbete, knäckesjuka, greminella, snöskytte, tallkräfta, mekaniskt skada, ej definierbara svampskador samt övrig skada)
4. Antal huvud- och bistammar - för tall, gran och löv samt representativ höjd och diameter för respektive träslag.
5. Sporinsamling - från sporulerande törskateinfektioner.
6. Skador - gren- och stamskador, skadeklass, vitalitetspåverkan, höjd- och diameter, höjd på stam- och grenskador samt grenvarv från topp till skada på träd med misstänkt törskate och bekräftad törskate för tall.

I de inventerade bestånden med synliga stamskador med fruktkroppar av törskate togs om möjligt sporprover, för att i senare skede kunna avgöra vilken variant av törskatesvampen som förekom.

2.3. Databearbetning och metoder

Det insamlade rådatat från fältinventeringen sammanställdes i kalkylbladsprogrammet Excel. I analysen av data användes endast träd med bekräftad törskate, träd med misstänkt törskate sorterades bort, samt vid analyser av enskilda träd sållades även bistammar bort och endast data från huvudstammar användes. Analyserna gjordes till stor del på trädnivå och sammanställdes på beståndsnivå eller länsnivå.

Sammanställning av data skedde både i form av diagram och kartor, detta för att skapa en enkel och tydlig presentation av de olika analyserna kopplat till frågeställningarna. De program som användes för figurer och andra illustrationer var Excel och ArcMap.

För att utreda och besvara arbetets frågeställningar har olika metoder använts, beroende på frågeställningen har olika data tagits i beaktning.

2.3.1. Fördelning mellan misstänkt och bekräftad törskate

En sammanställning gjordes över träd med misstänkt törskate och träd med bekräftad törskate fördelat över de olika undersökningsområdena. Träd registrerade med både misstänkt törskate och bekräftad törskate tillföll kategorin bekräftad törskate.

2.4. Skadornas geografiska fördelning

Framtagandet av skadornas geografiska fördelning är uppdelat i de tre undersökningsområdena, baserat på varje enskild provytas noterade förekomst av s.k. säkra observationer av törskate, misstänkt törskate och utan törskate. Provytor som återfanns både med bekräftad törskate och misstänkt törskate tillföll kategorin bekräftad törskate. Data redovisas som den procentuella andelen av totalt antal träd i respektive område.

2.4.1. Toppår för törskateinfektion

Beräkningen gällande toppår baserades på träd med säkra observationer av törskate som inte hade skadeklassen ”dött träd” eller skador som klassades in i ”död topp” och ”dubbeltopp”. Dessa effekter påverkar tillväxten och kan vara missvisande. Träden i analysen hade också noterade grenvarv från topp till stamskada och ansågs vara huvudstammar. I varje bestånd noterades ett typvärde, det värde som förekom flest gånger per provyta, för antalet grenvarv räknat från toppen till stamskadan. Sedan togs typvärdet minus inventeringsåret 2021, vilket senare kopplades ihop med koordinater för beståndet och visualiserades i ArcMap.

2.4.2. Skillnad i höjd och diameter mellan referensträd och träd med registrerad törskate

Levande huvudstammar med säkra observationer av törskate, en noterad höjd och/eller diameter, samt registrerade stam och/eller grenskada jämfördes mot referensträdet för i samma provyta. Ett referensträd är ett representativt träd för respektive provyta, valt av inventeraren. En uppdelning mellan infekterade träd med stamskada eller grenskada, träd med stam- och grenskada tillföll kategorin stamskada. Antalet positiva, negativa och neutrala värden sammanställdes i en tabell uppdelat i undersökningsområden, samt stam- och grenskada.

2.4.3. Skadeklass

En sammanställning över träd med bekräftad törskate och skadeklasspåverkan orsakad av törskate fördelat över de tre undersökningsområdena.

2.4.4. Skadeklass kopplat till beståndsålder

Träd med bekräftad törskate och registrerad skadeklasspåverkan fördelat över de tre undersökningsområdena och beståndsålder.

2.4.5. Skadeklasspåverkan av törskate hos träd med stamskada

Skadeklass kopplat till höjdskillnad innefattade träd med bekräftad törskate och registrerad stamdefekt, uppdelat i positiv, negativ och ingen höjdskillnad mellan träd bekräftade med törskate och referensträden. Positiv ansågs vara när infekterade träd var högre än referensträden, negativ ansågs vara när referensträden var högre än de infekterade träden. Dessa plottades sedan mot registrerad skadeklass kopplat till törskate.

2.4.6. Höjd på skada

Träd med bekräftad törskate och registrerad höjd på stam- och/ eller grenskada (mätt från marken upp till skada). Fördelat mellan stam- och grenskada samt över de olika undersökningsområdena, presenterat i procentuella andelar per område.

2.4.7. Beståndsålder och törskateförekomst

Deskriptiv analys av beståndsålder för inventeringens huvudområden, som sedan kopplades ihop med törskateförekomst.

2.4.8. Stamdefekter

Sammanställning av träd bekräftade med törskate och dess noterade stamdefekter.

2.4.9. Begräsningar och antaganden

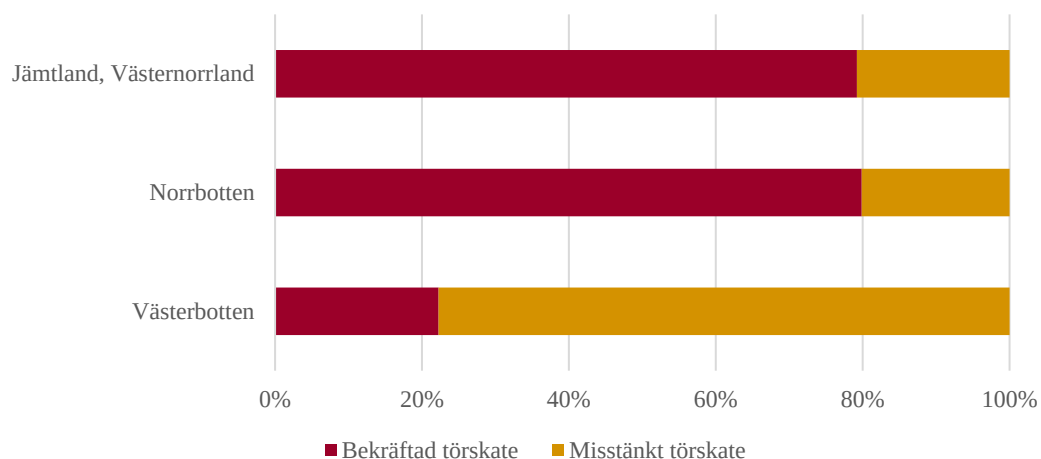
Begräsningar i det insamlade fältdata har krävt vissa antaganden, där bland annat ålder för huvudstammar antagits vara densamma som den angivna beståndsåldern. Det har även saknats data i vissa provytor, vilket har korrigerats genom att bortse från dessa objekt i de relevanta frågeställningarna. Även vissa uppenbara feltryckningar av inventerarna har uppmärksamats och sorterats bort.

3. Resultat

Totalt inventerades 301 bestånd, varav 111 bestånd i Västerbotten, 83 i Norrbotten och 107 i Jämtland – Västernorrland. Av dessa bestånd återfanns skador i form av bekräftad törskate i 185 av bestånden, motsvarande 68% av bestånden i Västerbotten, 88% i Norrbotten och 35% i Jämtland – Västernorrland. Fördelningen av infekterade provvytor i bestånd med bekräftad törskate var 28% av provvytorna i Västerbotten, 54% i Norrbotten och 17% i Jämtland – Västernorrland.

3.1. Fördelning mellan misstänkt och bekräftad törskate

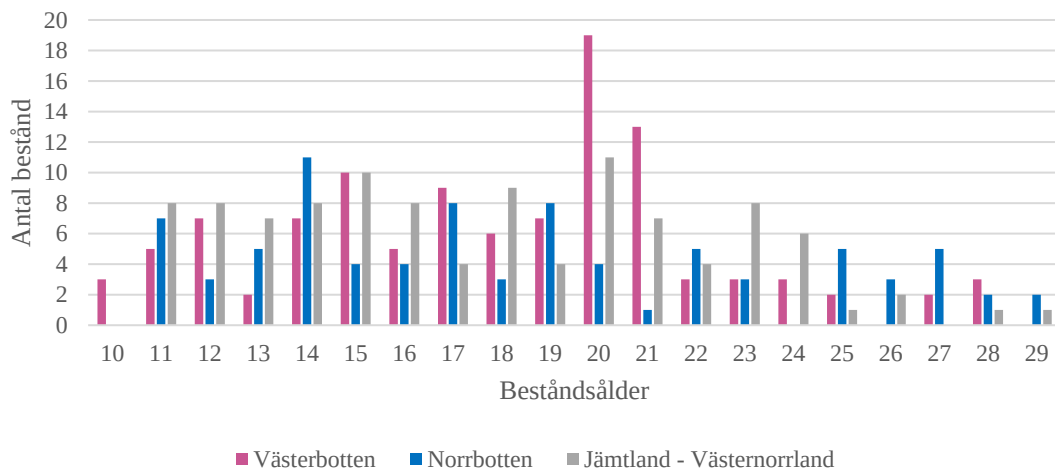
Sammanställningen av fördelning mellan träd registrerade med misstänkt törskate och bekräftad törskate visar att i Västerbotten registrerades 78% av träden med misstänkt törskate medan i Norrbotten och Jämtland – Västernorrland registrerades 20% respektive 21% av de totala antalet registreringarna inom området. Misstänkt törskate innebar att inventeraren inte var helt säker på vad som orsakat skadan. Totalt 2152 träd registrerades, varav 59% i Västerbotten, 36% i Norrbotten och 5% i Jämtland – Västernorrland.



Figur 3 : Fördelning mellan träd med registrering "törskate" och "misstänkt törskate" för undersökningsområdena.

3.2. Åldersfördelning

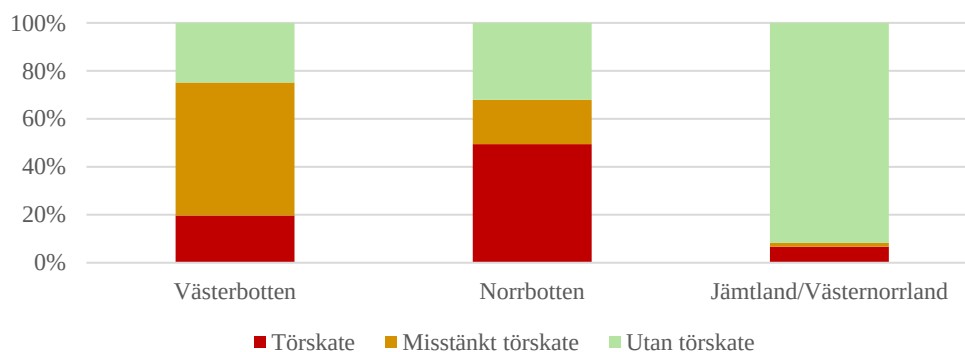
Beståndsåldersfördelningen inom undersökningsområden visade att 79% av bestånden återfanns inom beståndsåldrarna 10 till 21 och med en medelåldern för alla undersökningsområden på 18 år (figur 4).



Figur 4: Beståndsåldersfördelning i de olika undersökningsområdena, antal.

3.3. Skadornas geografiska fördelning

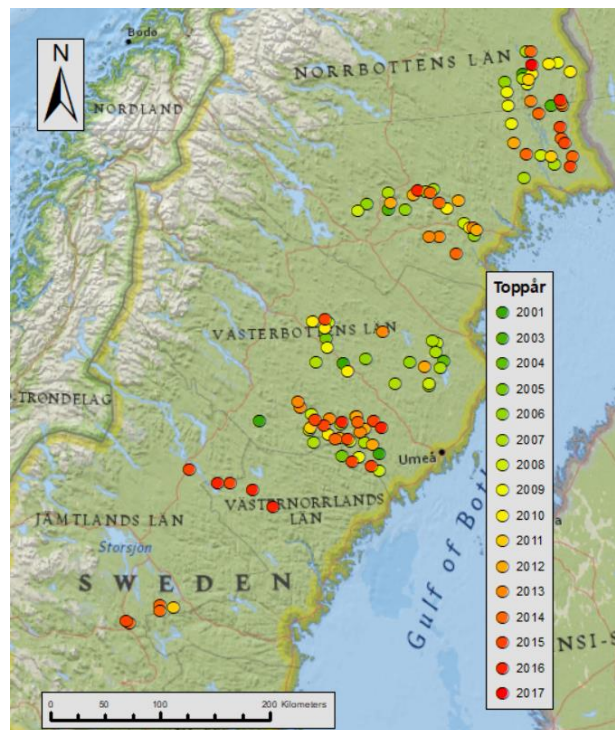
Fördelningen av de inventerade provytorna på klasserna törskate, misstänkt törskate och ingen törskate framgår av figur 5. I Jämtlands och Västernorrlands län var över 90 % av provytorna opåverkade, medan i Västerbottens och Norrbottens län var siffran cirka 30 %. Bekräftad törskate utgjorde i Norrbotten 50% av observationerna, i Västerbotten 20% och i Jämtland/Västernorrland knappt 10%.



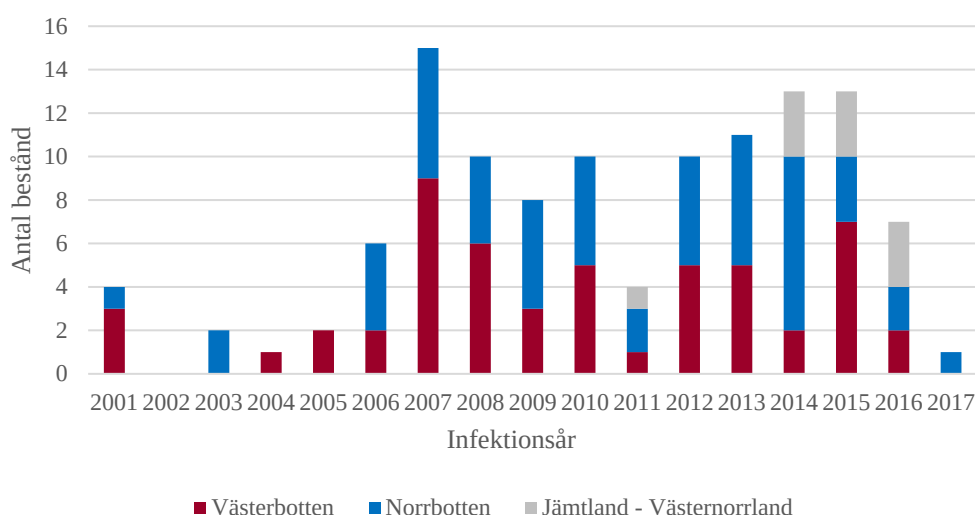
Figur 5: Andelen provytor funna med törskate, misstänkt törskate och utan törskate, uppdelat i de olika undersökningsområdena.

3.4. Toppår för törskateinfektion

Totalt återfanns 117 bestånd bekräftade med törskate som registrerats med noterat avstånd mellan topp och stamskada. Analysen resulterade i en fördelning av infektionsålder som i sin tur kopplade till vilket år infektionen skett (figur 6). I Västerbotten var toppåret 2007, då 17% av de 53 bestånden infekterats. I Norrbotten var toppåret 2014, då 15% av de 54 bestånden infekterats och i Jämtland – Västernorrland var toppåren 2014, 2015 och 2016, då 33% av bestånden infekterats respektive år. Totalt sett över hela undersökningsområdet var toppåret för infektioner 2007, där 13% av 104 bestånd infekterats. 80% av de infekterade bestånden återfanns mellan åren 2007 och 2015. För mer detaljerad fördelning se figur 7. Notera att antalet träffar i analysen är relativt få, vilket gör att analysen osäker.



Figur 6: Fördelning av toppår för 117 bestånd med bekräftad törskate, samt antalet räknade grenvarv från topp till stamskada. Baskarta från Esri ©. Koordinatsystem: GCS_SWEREF 99 TM.



Figur 7: Fördelning av toppår för 117 bestånd med bekräftad törskate, samt antalet räknade grenvarv från topp till stamskada. Där 53 av bestånden återfanns i Västerbotten, 54 i Norrbotten och 10 i Jämtland-Västernorrland.

3.5. Skillnad i höjd och diameter mellan referensträd och träd med registrerad törskate

I resultaten nedan redovisas skillnad i höjd i klasserna $T > R$ och $T < R$ innebärande att den procentuella skillnaden i höjd är mer än 10%. $T = R$ innebär att höjdskillnaden är 10% eller mindre. Generellt var referensträd i provytan högre än träd med stamskada och bekräftad törskate (tabell 1). Gällande träd med grenskada och bekräftad törskate var det endast i Norrbotten som en tydlig skillnad kunde ses, där törskatedrabbade träd överlag var högre än hos referensträdet i samma provyta, se tabell 2.

Tabell 1: Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.

Område	$T > R$	$T = R$	$T < R$	Totalt antal
Västerbotten	59	41	109	209
Norrbotten	123	71	145	339
Jämtland - Västernorrland	7	9	33	49

Tabell 2: Skillnad i höjd mellan träd med grenskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.

Område	$T > R$	$T = R$	$T < R$	Totalt antal
Västerbotten	24	11	20	55
Norrbotten	88	62	54	204
Jämtland - Västernorrland	3	6	3	12

Tabell 3 visar att referensträd i provytan generellt var grövre än träd med stamskada och bekräftad törskate i de tre undersökningsområdena. Gällande träd med grenskada, se tabell 4, var generellt träd med bekräftad törskate grövre än referensträden. $T > R$ och $T < R$ innebär att den procentuella skillnaden i diameter är mer än 10% och $T = R$ innebär att diameterskillnaden är 10% eller mindre.

Tabell 3: Skillnad i diameter mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.

Område	$T > R$	$T = R$	$T < R$	Totalt antal
Västerbotten	85	29	95	209
Norrbotten	129	52	158	339
Jämtland - Västernorrland	11	11	27	49

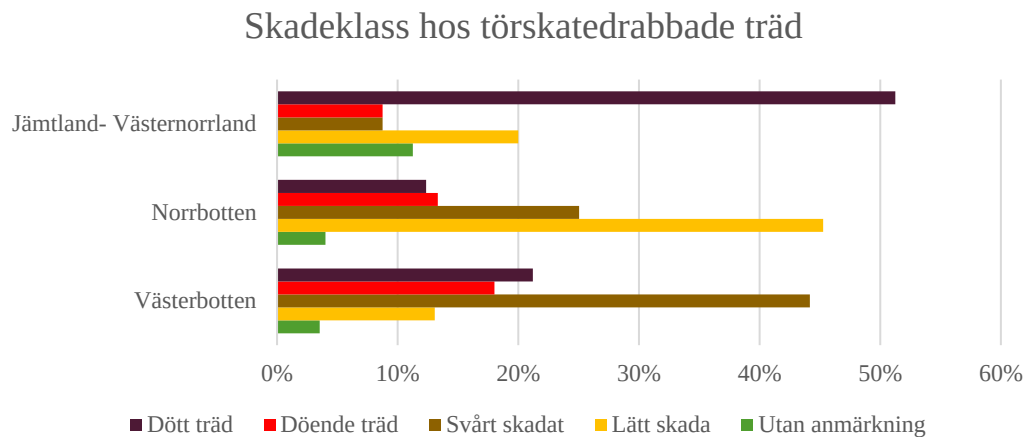
Tabell 4: Skillnad i diameter mellan träd med grenskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) sammanställt i antal träd per undersökningsområde.

Område	$T > R$	$T = R$	$T < R$	Totalt antal
Västerbotten	31	12	12	55
Norrbotten	103	43	58	204
Jämtland - Västernorrland	5	5	2	12

3.6. Vitalitet

Totalt har 942 träd bekräftas med törskate samt negativ vitalitetsnivå av angreppet (figur 8). Fördelningen av de 942 träden var följande mellan undersökningsområdena: i Västerbotten registrerades 273 träd, i Norrbotten 587 träd och i Jämtland – Västernorrland 71 träd. Analysen visade att den vanligaste

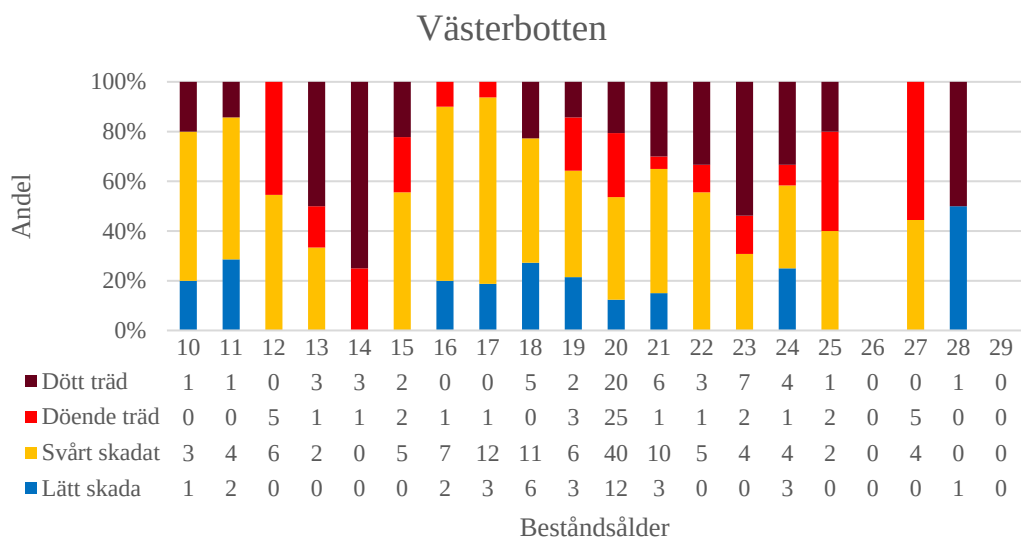
skadeklassen i Västerbotten var ”svårt skadad”, vilket omfattade 44 % av träden. I Norrbotten var skadeklassen ”lätt skada” vanligast, vilket omfattade 45 % av träden, medan i Jämtland – Västernorrland var skadeklassen ”dött träd” vanligast och registrerades på 51 % av träden med bekräftad törskate.



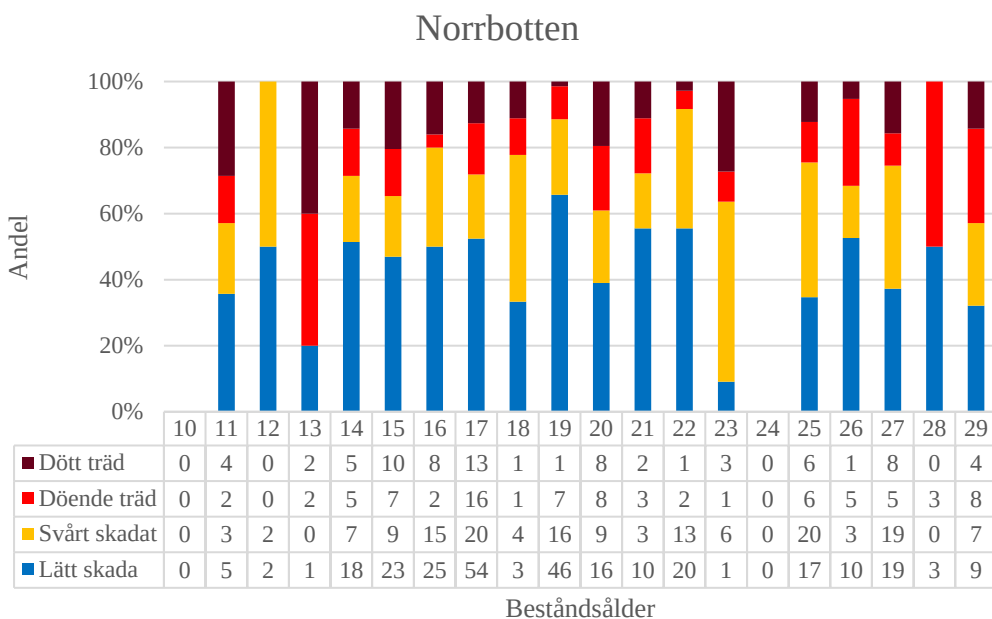
Figur 8: Skadeklass på träd med bekräftad törskate och noterad skadeklasspåverkan som tros vara orsakad av törskate.

3.6.1. Vitalitetsnivå kopplat till beståndsålder

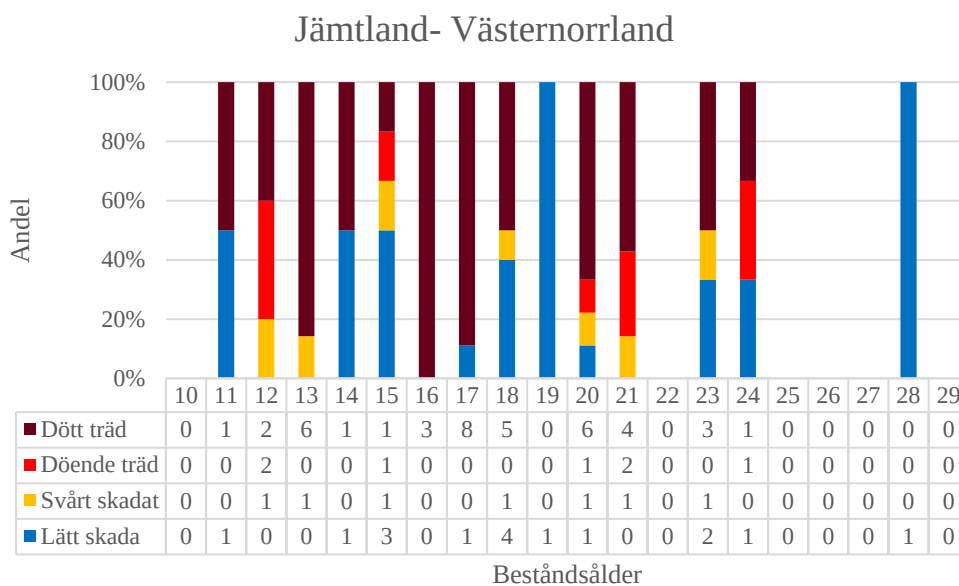
I Västerbotten återfanns träd som ansågs dött på grund av törskateangrepp i 14 av 17 olika beståndsåldrar, även ”svårt skadade” träd återfanns i hög grad inom alla beståndsåldrar, utom två registrerade åldrar (figur 9). I det nordligaste undersökningsområdet, Norrbotten, dominerades skadorna av skadeklassen ”lätt skada”, men alla former av skadeklasspåverkan återfanns (figur 10). I Jämtland – Västernorrland dominerades skadeklassen av ”döda träd” och ”lätt skada” (figur 11).



Figur 9: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Västerbotten, fördelat på 273 träd.



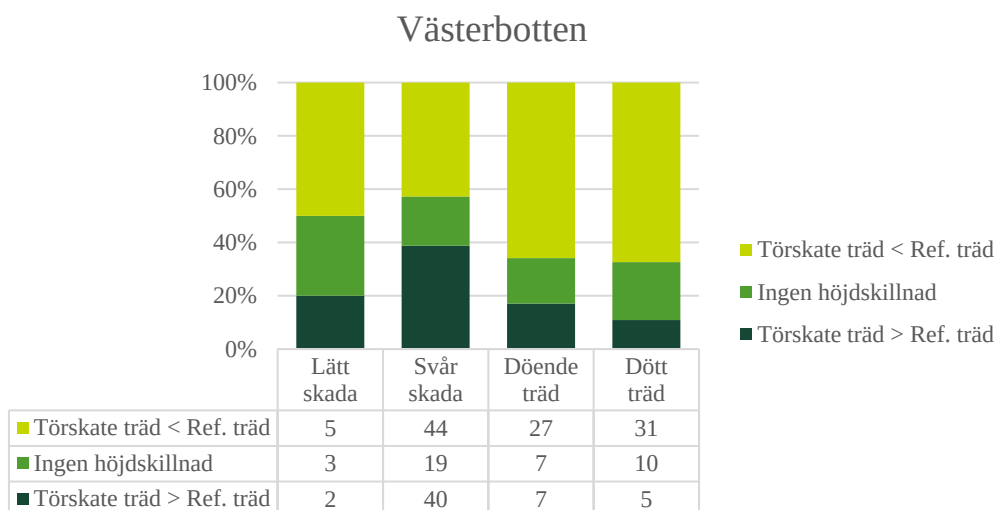
Figur 10: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Norrbotten, fördelat på 598 träd.



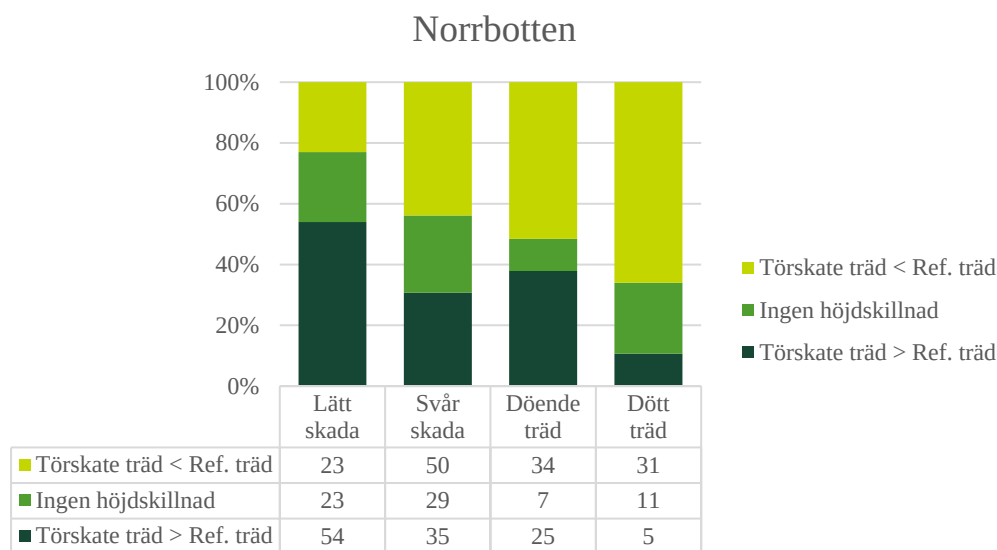
Figur 11: Skadeklass kopplat till beståndsålder hos träd med bekräftad törskate i Jämtland – Västernorrland, fördelat på 71 träd.

3.6.2. Vitalitetspåverkan av törskate hos träd med stamskada

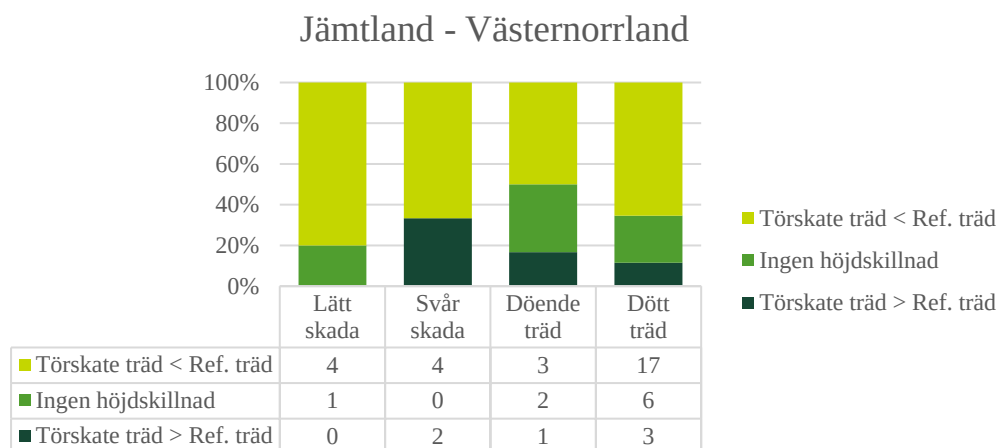
Figur 12 – 14 visar vitalitetspåverkan av infektionen hos träd med stamskada orsakat av törskate, kopplat till höjdskillnad mellan det infekterade trädet och referensträdet. $T > R$ och $T < R$ innebär att den procentuella skillnaden i höjd är mer än 10% och $T = R$ innebär att höjdskillnaden är 10% eller mindre. Analysen visar att trädets höjdtillväxt minskar med allvarligare skador.



Figur 12 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Västerbotten. Analysen omfattas av 200 träd.



Figur 13 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Norrbotten.

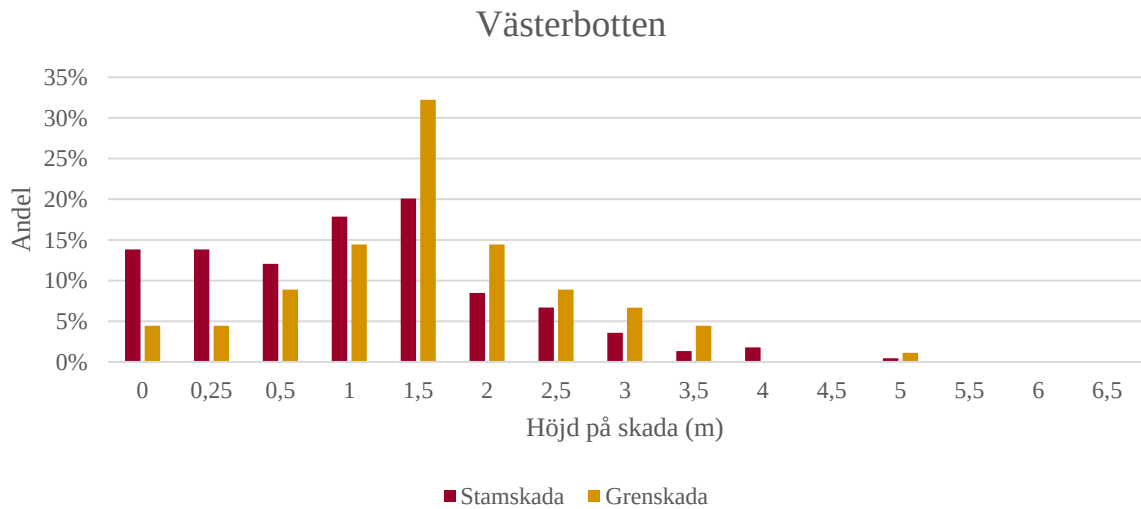


Figur 14 : Skillnad i höjd mellan träd med stamskada och bekräftad törskate (T) och referensträd (R) kopplat till vitalitetspåverkan orsakat av törskate i Jämtland- Västernorrland.

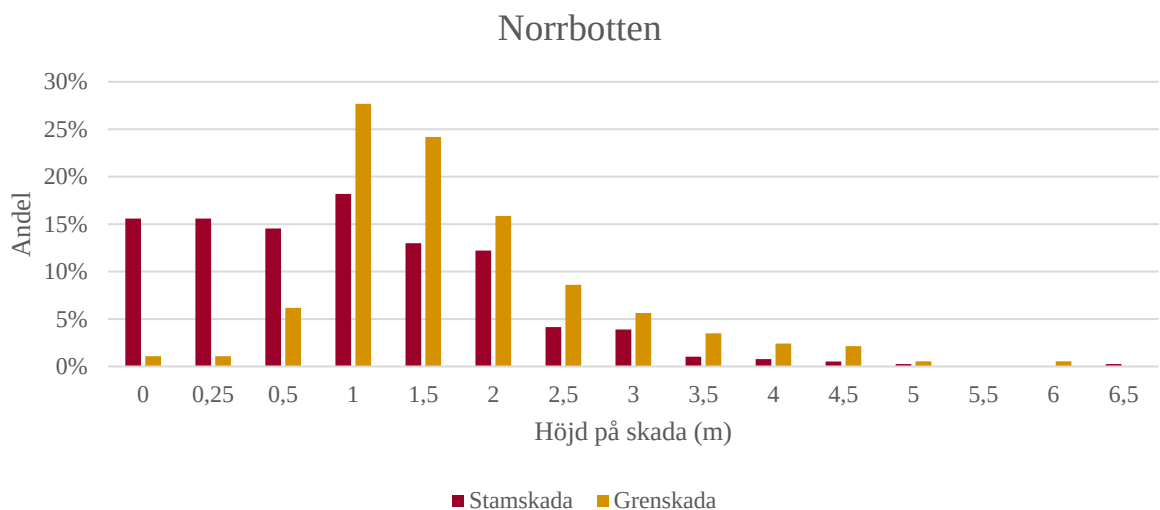
3.7. Höjd på skada

Totalt omfattade analysen 693 träd med bekräftad törskate och angiven höjd från mark till stamskada. Undersökningsområdena Västerbotten och Norrbotten har en liknande fördelning gällande höjd på skada, se figur 15 -17. I Västerbotten mättes totalt 224 träd in, där flest skador återfanns på 1.5 meters höjd. I Norrbotten mättes 385 träd in, även här återfanns flest skador på 1.5 metes höjd. I Jämtland – Västernorrland mättes 84 träd in, där dominerar stamskador på 0 – 0.25 meters höjd.

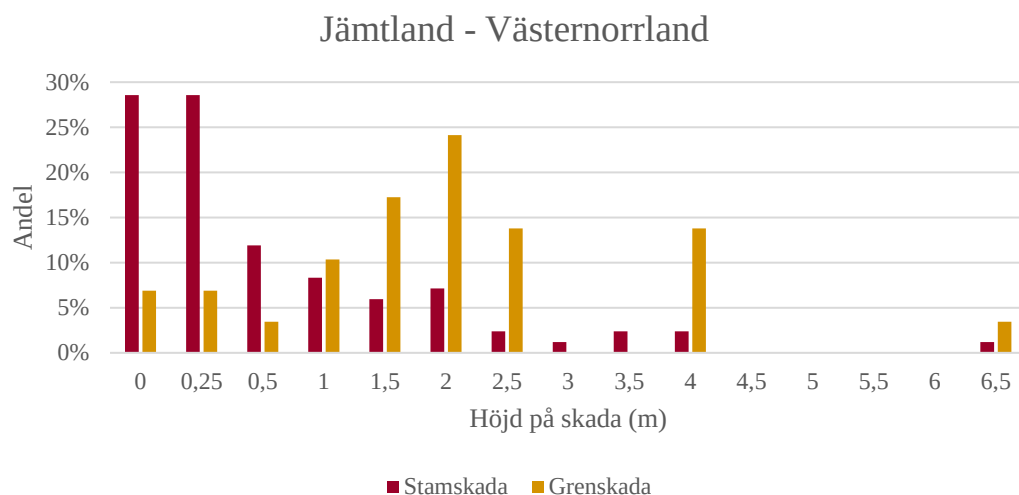
Analysen gällande träd bekräftade med törskate och angiven höjd från mark till grenskada omfattar 491 träd. I Västerbotten mättes totalt 90 träd in, även här återfanns flest skador på 1,5 meters höjd. I Norrbotten mättes totalt 372 träd in, där flest skador återfanns på 1 meters höjd. I Jämtland- Västernorrland mättes 29 träd in, skadans placering var vanligast på 2 meters höjd.



Figur 15. Höjd på skada i Västerbotten. Stamskada fördelat på 224 träd och grenskada fördelat på 90 träd.

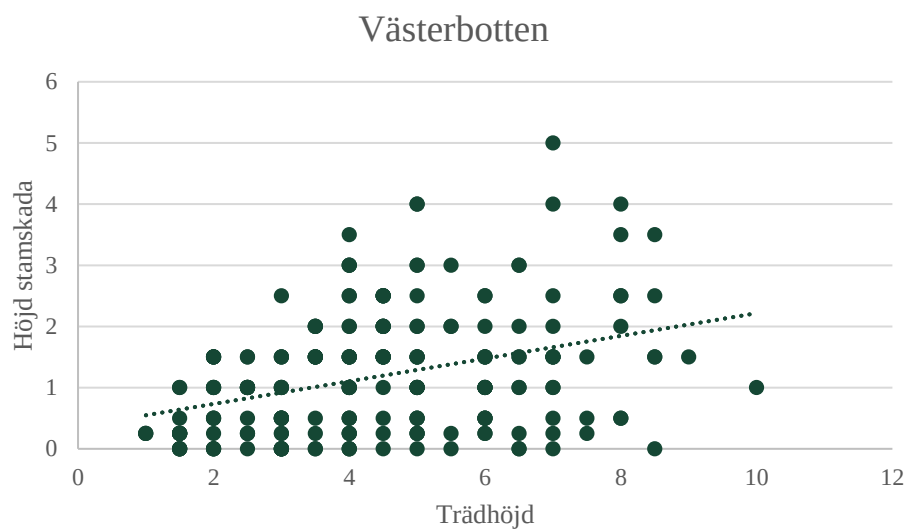


Figur 16. Höjd på skada i Norrbotten. Stamskada fördelat på 385 träd och grenskada fördelat på 372 träd.

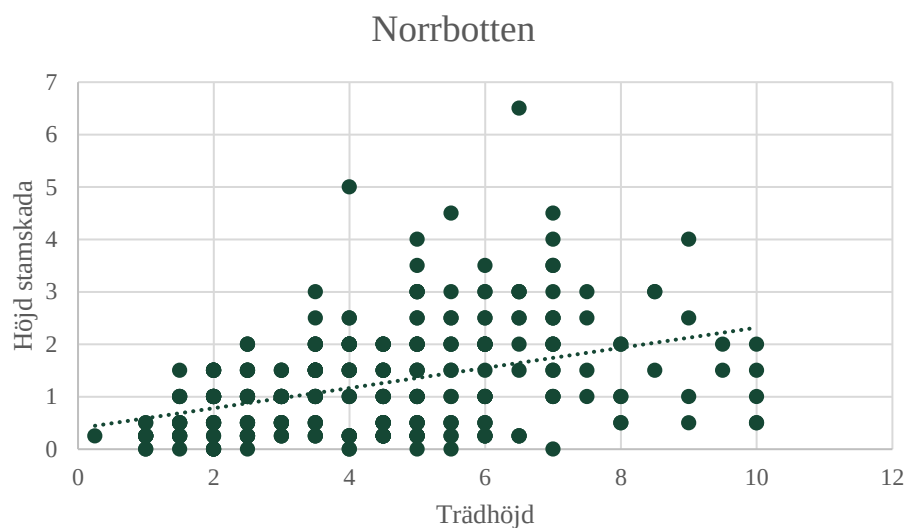


Figur 17 : Höjd på skada i Jämtland – Västernorrland. Stamskada fördelat på 84 träd och grenskada fördelat på 29 träd.

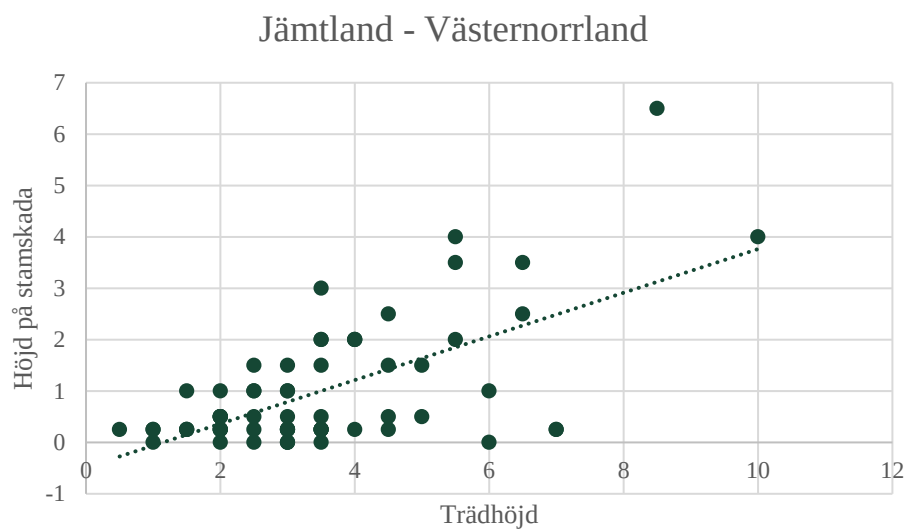
I figur 18 – 20 är skadans höjd (y-axel), plottad mot trädets höjd, (x-axel). I Västerbotten och Norrbotten var medelhöjden på träd med stamskada orsakat av törskate 4.4 meter respektive 4.3 meter, med en medelhöjd på stamskada på 1.2 meters höjd. I Jämtland – Västernorrland var medelhöjden på törskatedrabbade träd med stamskada 3.1 meter och medelhöjden på stamskada 1 meter.



Figur 18. Höjd på stamskada plottad mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 222 träd i Västerbotten, där medelhöjden på träden är 4,4 meter och medelhöjden på stamskada 1,2 meter. Linjen representerar en trendlinje.



Figur 19. Höjd på stamskada plottat mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 338 träd i Norrbotten, där medelhöjden på träden är 4,3 meter och medelhöjden på stamskada 1,2 meter. Linjen representerar en trendlinje.

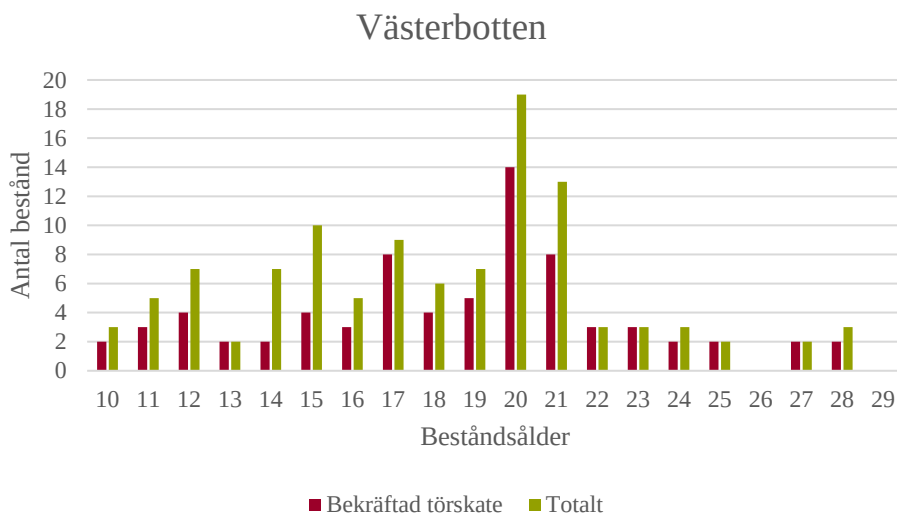


Figur 20. Höjd på stamskada plottat mot höjden på det skadade trädet. Totalt mätt på 68 träd i Jämtland - Västernorrland, där medelhöjden på träden är 3,5 meter och medelhöjden på stamskada 1 meter. Linjen representerar en trendlinje.

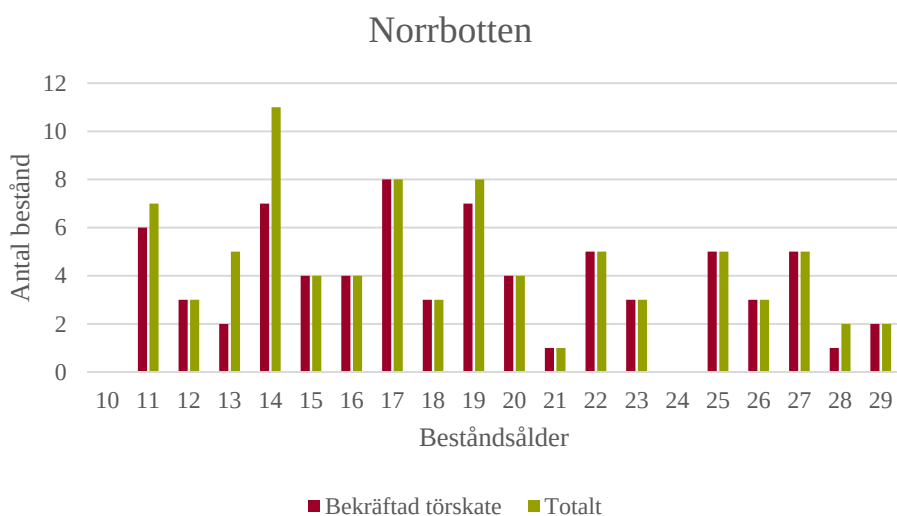
3.8. Beståndsålder och törskateförekomst

Totalt ingick 299 bestånd med registrerad beståndsålder i indata medföljande fördelning mellan undersökningsområdena: 109 bestånd i Västerbotten, 83 bestånd i Norrbotten och 107 bestånd i Jämtland – Västernorrland. Bekräftad törskate

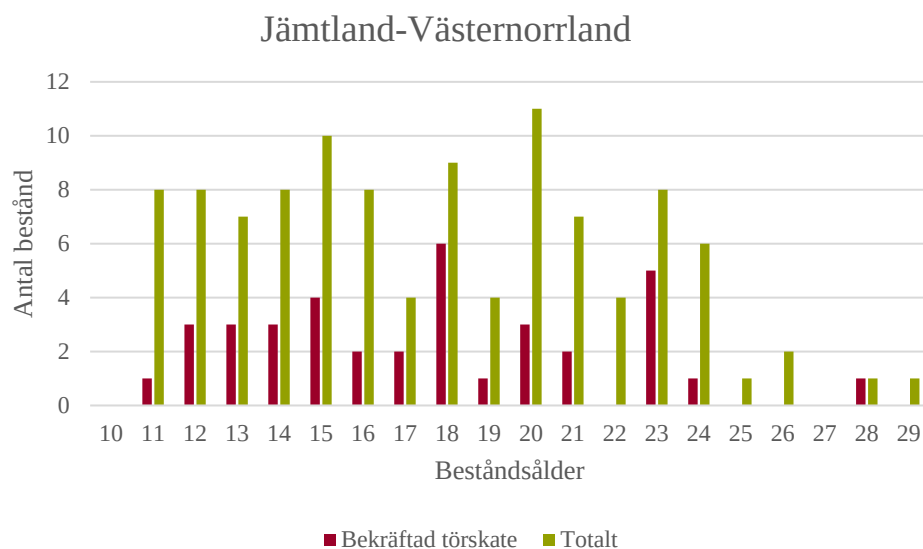
återfanns i totalt 183 av bestånden, varav 83 i Västerbotten, 83 i Norrbotten och 37 i Jämtland – Västernorrland. I figur 21–23 visas en jämförelse mellan beståndsålderfördelning över alla bestånd i de olika undersökningsområdena, samt träd med bekräftad törskate. I Västerbotten var fördelningen relativt jämn, medan i Norrbotten var andelen bestånd utan bekräftad törskate störst i beståndsåldern 14 år. I Jämtland – Västernorrland återfanns törskate inte i beståndåldrarna 22, 25 26 och 29 år. En trend som noteras över alla undersökningsområden var att med högre beståndålder var andelen av bestånd med förekomst av törskate större, i vissa fall var 100 % av bestånden angripna.



Figur 21. Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Västerbotten.



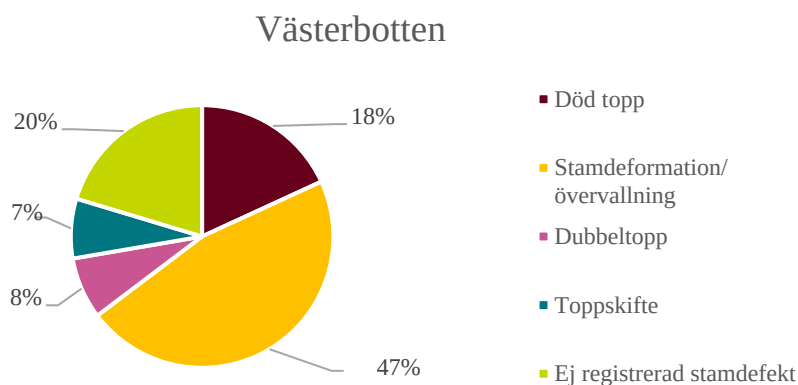
Figur 22 : Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Norrbotten.



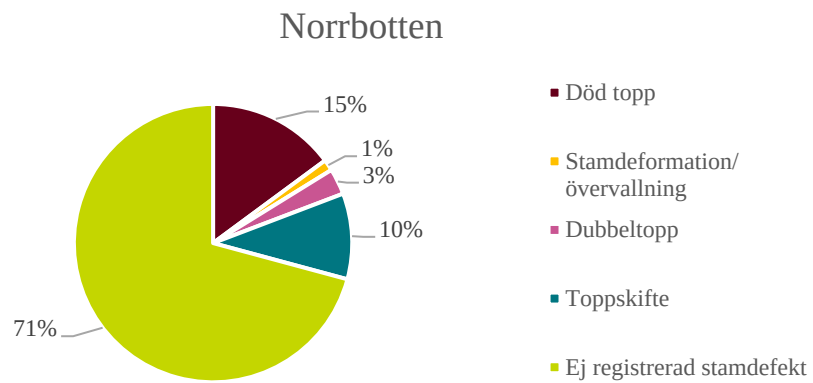
Figur 23 : Antal bestånd med törskate och totalt antal fördelat på beståndsålder i Jämtland-Västernorrland.

3.9. Stamdefekter

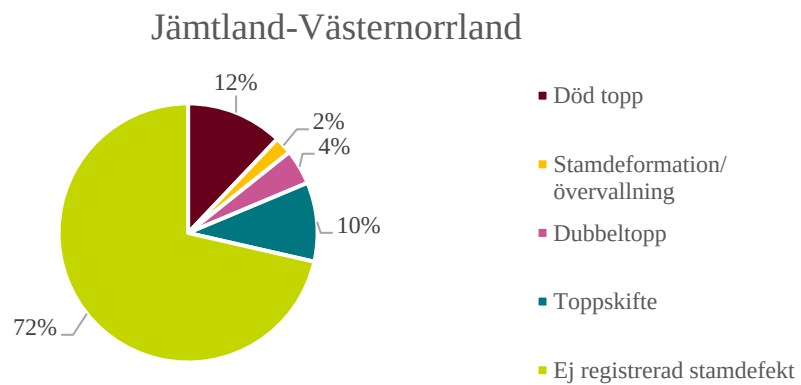
En sammanställning över registrerade träd med stamdefekter orsakade av törskate fördelat över de olika undersökningsområdena. Notera att ett träd kan erhålla flera defekter. I Jämtland-Västernorrlands och Norrbottens län var förekomsten av stamdefekter likvärdig. En stor andel, cirka 70% av de inventerade träden i dessa län hade inga defekter alls. I Västerbotten dominerades registreringarna av stamdeformation/ övervallning. De största skillnaderna mellan de olika undersökningsområdena var förekomsten av stamdefekterna stamdeformation/övervallning och ej registrerad stamdefekt, se figur 24 till 26.



Figur 24. Fördelning av registrerade stamdefekter hos träd med bekräftad törskate i Västerbotten.



Figur 25. Fördelning av registrerade stamdefekter hos träd med bekräftad törskate i Norrbotten.



Figur 26. Fördelning av registrerade stamdefekter hos träd med bekräftad törskate i Jämtland – Västernorrland.

4. Diskussion

Efter genomförd analys kunde vissa tendenser till klustring av angrepp inom bestånden ses. Analysen visade att långt ifrån alla inventerade provytor i de infekterade bestånden var angripna. I Norrbottens län var antalet infekterade bestånd 88 %, i Västerbottens län 68 % och i Jämtlands- Västernorrlands län 35 %. Av de 88 % i Norrbotten var bara dryga hälften (54%) av provytorna infekterade. I Västerbotten var 28 % av de angripna beståndens provytor infekterade och i Jämtland/Västernorrland var siffran 17 %. Genom denna analys kunde allvaret av infektionen i tallungskogarna inom de olika undersökningsområdena beskrivas.

En faktor som kan ha påverkat resultatet är storleken på de infekterade bestånden, detta då större bestånd generellt inventerats med fler provytor. Stora bestånd som är hårt drabbade av törskate kunde på så vis ha en större inverkan på den totala andelen infekterade provytor i törskatedrabbade bestånd.

En annan faktor som kan ha påverkat är andelen observationer av misstänkt törskate, då en del av dessa observationer högst troligen var törskate. Ett län där detta kan ha varit avgörande är Västerbotten, där andelen av misstänkta törskateobservationer var stor.

Toppårsanalysen har träffar inom intervallet 2001 och 2017, där 80 % av bestånden ligger inom åren 2007 till 2015. Variationen mellan åren kan kopplas till cykliska utbrott av törskate kopplat till förekomsten av optimala förhållanden gällande kombinationen av fukt- och temperatur under avgörande perioder av svampens livscykel (Ragazzi 1986; Kaitera 2000; Thoma et al. 2019). Detta kan vara en av förklaringarna till variationen mellan olika år och undersökningsområden. Beståndsålder för majoriteten av bestånden som undersökts ligger inom intervallet 10 till 21 år, vilket innebär en naturlig förskjutning mot fler angrepp i lägre beståndsåldrar. Notera att vid beräkningar av toppår uteslöts träd med de äldsta infektionerna vilket kopplar till skadeklasserna ”dött träd” och ”död topp” även ”dubbel topp” uteslöts, detta då träd med dessa defekter ger förändringar i tillväxt. I analysen behandlades endast träd med noterad stamskada, där även ett antagande gjordes gällande att stamskadan beror på infektion i toppskottet och på så vis kunde beräkningar av toppår göras. Detta antagande var en felkälla, då infektionen kan ta

sig in genom grenar till stammen också. Med tanke på beståndens ålder anses antagandet skapa en uppfattning gällande toppår av infektion.

Analysen gällande skillnad i höjd mellan träd bekräftade med törskate och referensträd visar att träd med stamskada orsakat av angreppet generellt sett är lägre i höjd än referensträden inom samma provyta. Gällande grenskada är det endast resultatet i Norrbotten som sticker ut, där är träd med grenskada orsakat av törskate generellt högre än referensträden inom samma provyta. Detta kan kopplas till att stamskada är en allvarigare påföljd av törskate än grenskador, vilket vanligtvis är ett tidigt tecken på infektion. En påverkande faktor gällande detta kan ha varit att fler infekterade träd återfanns i Norrbotten, vilket i sin tur innebär att fler infekterade träd blev inmätta mot samma referensträd. Detta innebär att valet av ett representativt referensträd vägde tyngre inom just detta undersökningsområde än resterande.

Analysen gällande skillnad i diameter mellan träd bekräftade med törskate och referensträd visar att träd med stamskada orsakat av angreppet generellt sett har en mindre diameter än referensträden inom samma provyta. Medan träd med grenskada orsakat av törskate generellt har grövre diameter än referensträden inom samma provyta. Detta kan förklaras av tidigare påstående gällande nivå av skada och vitalitetspåverkan.

Varför undersökningsområdet Jämtland-Västernorrland stack ut som ett område med hög andel registreringar "dött träd" kan bero på flera orsaker och bör undersökas vidare. Gällande analysen rörande vitalitetsnivåns inverkan på höjdskillnad mellan infekterade träd och referensträden, kan en antydning ses att träd med allvarigare vitalitetspåverkan har en lägre höjd än de friska referensträden.

I Västerbotten och Norrbotten kan ett mönster mellan höjdfördelningen av stam- och grenskador ses, stamskador återfanns från marken upp till 3 meter, med en majoritet inom intervallet 1–1,5 meters höjd. Grenskador tenderade att finnas från 0,5 meter upp till 4 meter, men vanligast förekommande inom intervallet 1 till 2 meter upp. I Jämtland – Västernorrland återfanns 58% av stamskadorna vid 0 – 0,25 meters höjd, och grenskador dominerade vid 2 meters höjd. Den låga placeringen av stamskadorna på träden kan rimligen förklara den dominerande skadeklassen "dött träd" i Jämtland – Västernorrland. Angrepp som sitter lågt på träden skulle kunna tyda på infektion i tidig ålder, då infektionen som tidigare nämnts bland annat sker på ny vävnad i form av t.ex. årsskott. Generellt så bör grenskador påträffas högre upp, detta då träd kvistrensar med stigande ålder. De stamskador som hittats långt ned på träden kan tyda på en tidig infektion, detta då infektionen tar sig in genom klyvöppningarna på årsbarren, vilka suttit på grenar som med tiden

kvistrensats. Vilken typ av törskate som infekterat tallen kan även vara av betydelse, detta då *C. flaccidum* är beroende av värdväxlare på marknivå vilket kan minska risken för skador på högre höjd, då sportrycket från värdväxten avtar med höjden.

Överlag återfanns säkra observationer av törskate i alla beståndåldrar i de olika undersökningsområdena. De gjorda analyserna visade att törskate drabbat bestånden i Norrbotten tidigt, medan bestånden i Västerbotten klarat sig längre utan att bli angripna. Den stora skillnaden hos undersökningsområdet Jämtland-Västernorrland gentemot de andra undersökningsområdena var att de allra flesta bestånden klarat sig från infektion av törskate.

Resultatet av den gjorda analysen kan kopplas till förekomsten av törskate i undersökningsområdena, där 68 % av bestånden i Västerbotten, 88 % av bestånden i Norrbotten och 35 % av bestånden i Jämtland – Västernorrland återfanns bekräftade med törskate.

Fördelning av stamdefekter över träd bekräftade med törskate såg relativt lik ut mellan Norrbotten och Jämtland – Västernorrland. Ej registrerade stamskador dominerade med omkring 70%, vilket kan tyda på att infektionen skett relativt nyligen och allvarligare skador inte hunnit uppkomma. I Västerbotten var denna andel nere på endast 20%, här dominerade stamdefekten stamdeformation/övervallning – vilket kan kopplas till att infektionen har inträffat tidigt och en kamp mellan trädet och svampen pågått under en längre tid. En annan möjlig förklaring till att stamskadorna skiljer sig mellan områdena kan vara att inventeringslaget i Västerbotten var mer benägna till att registrera stamdeformation/ övervallning än resterande inventeringslag. I analysen är inte träd med endast grenskador bortsorterade, då dessa infektioner ej orsakar defekter på stammen.

De olika stamdefekterna påverkar trädets tillväxt och kvalitet. Stamdefekten ”död topp” innebär att trädets höjdtillväxt avstannar, denna typ av defekt kan antingen leda till att angreppet avslutas och/ eller till att hela trädet dör. Till skillnad från ”dubbeltopp” och ”toppskifte” som innebär att trädets höjdtillväxt fortsätter, men att virkeskvaliteten försämras. Till exempel kan defekter i form av långa böjar och/ eller krökar vara påföljder av ”toppskifte”. ”Stamövervallning” kan medföra försämrad virkeskvalitet lokalt på stammen, detta skulle kunna medföra nedklassning av timmer till massaved.

Inventeringen under sommaren 2021 utfördes av sex studenter, där fem av dem var jägmästarstudenter och en biogeostudent. Studenterna hade vid inventeringens början en 3 årig universitetserfarenhet (2 år för biogeostudenten). Goda

förkunskaper av skog och skogsbruk förutsattes med dessa bakgrunder. En utbildning genomfördes innan inventeringen. Inventerarna var uppdelade i billag med två inventerare vardera, där ett lag hade ansvar för Jämtlands- och Västernorrlands län, ett för Västerbottens län och ett tredje Norrbottens län. Det kan finnas skillnader i inventeringsdata från de olika länen, beroende på den mänskliga faktorn. En av dessa skillnader kan vara bedömningen av misstänkt och bekräftad törskate. I detta fall stack Västerbotten ut i inventeringsdatat som ett län med stor andel misstänkta observationer i jämförelse med bekräftade observationer. En av uppgifterna inventerarna hade var att bedöma skadeklassen på infekterade träd i provytorna, där de olika klasserna kunde vara olika svåra att bedöma, särskilt tre av de fyra graderna av skadeklasser: lätt skadat, svårt skadat och döende. Det svåra kan ha varit att göra bedömning av var gränsen går mellan ett svårt skadat träd och ett döende till exempel.

Skogforsk hade innan inventeringen fått tillgång till diverse beståndsdata från Holmen, SCA och Sveaskog, vars skogar skulle inventeras. Datat rörde bland annat beståndsålder, vilket baserats på när markberedningen utförts + 1 år hos vissa bolag. Bestånden som ägdes av SCA och Holmen fanns data för när planteringen utförts. För varje provyta valde inventerarna ut ett representativt friskt träd som referensträd. Att välja ut ett representativt träd genom att bara studera provytans träd subjektivt och utan att göra några direkta mätningar kan vara svårt.

Det kan vara flera faktorer som påverkar möjligheten för inventerarna att finna skador och sår på trädens stammar och grenar. En försvårande faktor kan vara angreppshöjden. De angrepp som satt långt upp i träden kan ha varit svårare att upptäcka och på det viset missats. En annan försvårande omständighet kan ha varit att tallar med tiden beroende på flera olika faktorer kvistrensar. Det kan till exempel ha funnits träd som tidigare haft angripna kvistar men där dessa kvistrensats med tiden. Detta kan leda till att bestånden kan haft en högre skadefrekvens än vad inventeringen visade.

När datasetet studerades observerades några enskilda felregistreringar då de stuckit ut som mycket orimliga, till exempel registrering av höjd på skada. Tryckfel är svårt att undvika vid stora datainsamlingar. Vid bearbetningen av data hade enbart ett fåtal tryckfel observerats och dessa borde därför påverkat resultatet i mycket liten omfattning.

Analysen av toppår kan anses vara osäker, beroende på ett flertal faktorer. En av dessa är hur framtagandet av beståndsåldern gått till, mer ingående av detta se rubrik 4.2. Den andra faktorn är framtagandet av typvärdet över beståndet, detta då det endast fanns ett fåtal träd som varit inmätta från topp till stamskada, vilket i

vissa bestånd endast bestod av ett träd. Detta kan anses vara för få träd att basera ett toppår på. Förbättringspotentialen gällande detta område är hög, exempelvis skulle en mer specifik inventering och/ eller en mer noggrann analys av de inmätta träden för varje bestånd vara på sin plats. En annan intressant analys kan vara att undersöka toppåren mot olika väderförhållanden kopplat till de olika undersökningsområdena och leta efter mönster.

Gällande mätning av höjd och diameter var det endast utfört på ett representativt träd per provyta, medan dessa värden var mätta hos varje enskilt träd med bekräftad törskate i provytan. Detta gör att antalet inmätta infekterade träd vanligtvis är fler än antalet referensträd, vilket gör att urvalet av referensträd var av stor betydelse. En mer omfattande inventering hos bestånd med påtagliga infektioner av törskate med återkommande inventeringar kan vara lämplig för vidare analyser gällande törskates inverkan på höjd och diameter.

Avgränsningen som gjorts gällande att enbart använda registrerade huvudstammar i underlaget för analysen av enskilda träd kan medföra osäkerhet i resultaten. Anledningen till detta är att stammar som registrerats som bistammar tidigare kan ha varit huvudstammar, men klassats ned då de förlorat dominans gentemot andra träd i bestånden när de angripits av törskate.

Inventeringen 2021 utfördes utan hänsyn till variationer i tidpunkt för sporulering av törskate i de olika undersökningsområdena. Under de fåtal veckor när törskate sporulerar på sommaren kan det vara lättare att observera infektion i ungskogarna, genom de tydligt gula sporsamlingarna på träden. Skulle tallungskogarna inventeras under tidpunkten för sporuleringen skulle fler infekterade träd kunna identifieras. Hänsyn till sporuleringens geografiska variation skulle vid framtida analyser kunna ge ett säkrare resultat av skadebilden av törskate.

4.1. Slutsats

Syftet med studien var att utförligt beskriva skadebilden orsakad av törskatesvampen hos tallungskog, både på träd- och beståndsnivå. Studien visar att törskatefrekvensen var högst i Norrbotten, men att där är nivån av skadornas påverkan på vitaliteten lägst, medan törskatefrekvensen är som lägst i Jämtland – Västernorrland men vitalitetspåverkan hos infekterade träd som störst. Törskatesvampens påverkan på träden kan framförallt noteras på höjden, där träd med infektioner generellt är lägre än referensträden. Analysen visade även att stamskador orsakade av törskate har en större negativ inverkan på trädets höjd och diameter än grenskador, vilket är tecken på en infektion i tidigt stadie. Toppår baserat på typvärde i bestånden togs fram, dock med stor osäkerhet på grund av för

få träd per bestånd. Med tanke på arbetes omfattning är det svårt att fastställa några omfattande slutsatser, men konkret visar analysen att törskate är vanligare norr i landet och att den har en negativ inverkan på trädens höjdtveckling. En viss antydning finns att infektionerna är klustrade, då långt ifrån alla provytor är angripna i de infekterade bestånden. Inventeringen utfördes på ungskog i åldrarna 10 till 30 år, vilket medför att det kan ha varit svårt att fastställa nivån av skador i beståndet, detta då infektionen kan ta år innan den ger synliga tecken på träden. Törskate har under senare år uppmärksamrats inom skogsbruket, infektionens inverkan på virkesförluster och negativa påverkan på virkeskvalitéer oroar. Det krävs mer forskning inom ämnet för att säkerhetsställa resultat i detta arbete, även studier kring hur olika skötselåtgärder samt val av föryngringsmaterial påverkar förekomsten av törskate kan vara viktiga för framtidens skogsbruk.

5. Referenser

- Adolfsson, H. (2022). *Förekomst av törskate (Cronartium pini) i tallungskog i Norra Sverige*. Umeå. [2022-04-08]
- Campbell, N.A., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Reece, J.B. (2017). *Biology: a global approach*. https://nls.ldls.org.uk/welcome.html?ark:/81055/vdc_100048322132.0x000001 [2022-03-25]
- Carlstedt, F., Rolander, M. & Carlen, M. (2021). *Skogsskador i Sverige 2020*. <https://skogsstyrelsen.se/globalassets/nyheter/skogsstyrelsens-nationella-skogsskaderapport-2020.pdf> [2022-04-08]
- Frank, K.L., Geils, B.W., Kalkstein, L.S. & Thistle, H.W. (2008). Synoptic climatology of the long-distance dispersal of white pine blister rust II. Combination of surface and upper-level conditions. *International Journal of Biometeorology*, 52 (7), 653–666. <https://doi.org/10.1007/s00484-008-0158-3>
- Gonthier, P. & Nicolotti, G. (red.) (2013). *Infectious forest diseases*. Boston, MA: CABI.
- Greig, B., J.W. & Sharpe, A.L. (1991). Pine stem rust (*Peridermium pini*) in a Scots pine provenance trial at Teindland forest. *Scottish Forestry*, (45(3)), 169–174
- Hantula, J., Kasanen, R., Kaitera, J. & Moricca, S. (2002). Analyses of genetic variation suggest that pine rusts *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini* belong to the same species. *Mycological Research*, 106 (2), 203–209. <https://doi.org/10.1017/S0953756201005457>
- Helfer, S. (2014). Rust fungi and global change. *New Phytologist*, 201 (3), 770–780. <https://doi.org/10.1111/nph.12570>
- Kaitera, J. (1999). *Cronartium flaccidum* fruitbody production on *Melampyrum* spp. and some important alternate hosts to pine. *European Journal of Forest Pathology*, 29(6), 319–398
- Kaitera, J. (2000). Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage Scots pines. *Silva Fennica*, 34 (1). <https://doi.org/10.14214/sf.641>
- Kaitera, J. (2003). Susceptibility and lesion development in Scots pine saplings infected with *Peridermium pini* in northern Finland. *Forest Pathology*, 33 (6), 353–362. <https://doi.org/10.1046/j.1437-4781.2003.00337.x>
- Kaitera, J. & Jalkanen, R. (1995). Distribution of *Endocronartium pini* in northern Finland. . In: Kaneko, S., Katsuya, S., Kak-ishima, M. & Ono, Y. (eds.) *Proceedings of the 4th IUFRO Rusts of Pines WP Conference*, Tsukuba, Japan. 115–118
- Kaitera, J., Kauppila, T. & Hantula, J. (2018). New alternate hosts for *Cronartium* spp.: *Odontites* , *Euphrasia* , *Rhinanthus* and *Papaver*. *Forest Pathology*, 48 (6), e12466. <https://doi.org/10.1111/efp.12466>
- Kaitera, J. & Nuorteva, H. (2008). Inoculations of eight *Pinus* species with *Cronartium* and *Peridermium* stem rusts. *Forest Ecology and Management*, 255 (3–4), 973–981. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.005>

- van der KAMP, B.J. (1968). *Peridermium pini* (Pers.) Lev. and the Resin-top Disease of Scots Pine: I. A Review of the Literature. *Forestry*, 41 (2), 189–198. <https://doi.org/10.1093/forestry/41.2.189>
- Karlman, M., Stenlid, J. & Barklund, P. (2020). *Skadebeskrivning törskate*. <https://epi-resurs.slu.se/SkogsSkada/skadeorsak.cfm?DiagnosID=85> [2022-03-02]
- Kåren, O., Eriksson, U., Jansson, B., Petersson, M., Pettersson, A., Bergqvist, J. & Marntell, A. (2018). *Åtgärder för att minska skador på skog*. (4/2018). <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/pagaende-projekt/samverkansprocess-skogsproduktion/skador-samverkansprocess-skogsproduktion-webb.pdf> [2022-04-06]
- Murray, J.S., Millar, C.S. & van der Kamp, B.J. (1969). Incidence and importance of *Peridermium pini* (Pers.) Lev. in North-east Scotland. *Forestry*, 42 (2), 165–184
- Olembo, T.W. (1971). A study of some factors of resistance of *Pinus sylvestris* L. to *Peridermium pini* (Pers.) Lev. *Forestry*, 44 (1), 81–86
- Pei, M.H. & Brodie, J. (1995). Inoculation of young pine seedlings with *Peridermium pini* from north-east Scotland. *Forest Pathology*, 25 (1), 24–30. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1995.tb01068.x>
- Ragazzi, A. (1983). Development of *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. on *Vincetoxicum officinale* Moench in connection with some environmental factors. . *Phytopathologische Zeitschrift-Journal of Phytopathology*, 108 (2) (160–171)
- Ragazzi, A. (1986). Behaviour of basidiospores of *Cronartium flaccidum* on the needle surface of *Pinus pinaster*. *Phytopathologia Mediterranea*, 25(1–3), 111–112
- Ragazzi, A., Fendi, I.D. & Mesturino, L. (1986). *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. spores: temperature requirements for germination. *Phytopathologia Mediterranea*, 25(1), 57–60
- Rennerfelt, E. (1943). On our present knowledge of the blister-rust fungus (*Peridermium*) and its mode of dispersal and growth. *Svenska Skogsvårdsforeningens Tidskrift*, 41 (4), 305–324
- Rennerfelt, E. (1947). The occurrence of the blister-rust stage in Scots Pine stands attacked by *Peridermium*. *Norrlands Skogsvårdsförbunds*, (2), 191–215
- Skogforsk (2021). *Törskateutbredning i Norrland*. *Skogforsk*. <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2021/torskateutbredning-i-norrland/> [2022-02-21]
- Smith, I.M., British Society for Plant Pathology & Mediterranean Plant Protection Organization (red.) (1988). *European handbook of plant diseases*. Oxford [Oxfordshire] ; Boston: Blackwell Scientific Publications.
- Thoma, D.P., Shanahan, E.K. & Irvine, K.M. (2019). Climatic Correlates of White Pine Blister Rust Infection in Whitebark Pine in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Forests*, 10 (8), 666. <https://doi.org/10.3390/f10080666>
- Troschanin, P.G. (1929). Investigation of the degree of infection of the pine plantations in the Experimental Forestry Circuit of the Tatar Republic with blister rust (seryanka), *Peridermium pini* f. *corticola*. (Preliminary communication). *Exper. Forestry Stat. 'Tatarstan', Bull*, (2), 25
- UK, CAB International (1989). *Cronartium flaccidum*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*, (1)). <https://doi.org/10.1079/DMPD/20056500616>
- Van Arsdell, E.P. (1967). The nocturnal diffusion and transport of spores. *Phytopathology*, 57, 1221–1229
- Wulff, S. & Hansson, P. (2009). *Riktad skogsskadeinventering av törskaterost 2008*. Institutionen för skoglig resurshushållning.

6. Bilaga 1



2020-05-28

Inventeringsinstruktion för förnygringsinventering LBP Törskate 2021–2022

Val av objekt

Inventering genomförs på 300 avdelningar 2021–2022. Sveaskog, Holmen Skog och SCA är markvärddar. För inventeringen har ca 400 bestånd valts ut för att ha lite marginal då vissa avdelningar kan ha haft felaktig beskrivning och därför faller bort. Avdelningarna har delats upp i 6 st områden, från norr till söder.

Avdelningarna är:

- Mellan 10–30 år gamla
- Består av minst 40 % tall
- Är mellan 1–10 hektar
- Har dokumenterad beståndshistorik

Utrustning

- 2 st iPad per arbetslag inkl. laddare
- Powerbank och sladd
- Huggarband
- Höjdmätare (elektronisk)
- Höjdmätare - teleskop
- Klave
- Jordsond
- Snitselband
- Spot – för säkerhet

- Papper och penna som reserv
- Falconrör för sporprover + märkningslappar + pincetter
- Sekatör
- Pincetter
- Kikare
- Västar
- Planteringskorg

Provytan

Provyteradien är 5,64 meter (100 m²)

Inventeringen

- Starta inventeringen. Det första du ska göra är att avgöra om avdelningen ska inventeras eller inte (verkar avdelningen uppfylla kriterierna i punktlistan ovan?).
- Antalet provytor som ska inventeras på respektive avdelning är minst 6 och max 10 (för objekt upp till 3ha 6 PY, mellan 3-7ha 8 PY och 7-10ha 10 PY I field maps finns punkter som utgör möjliga provytor (PY). På många avdelningar finns dock betydligt fler än 10 punkter. När surveyen för provytor öppnas får man en sammanställning av antalet möjliga PY. Om antalet möjliga PY är 30 kommer man således inventera var 3:e möjlig PY inom avdelningen. Valet av PY ska då vara så objektivt som möjligt.

I vissa fall kommer avdelningen vara uppdelad i olika sektorer, om så är fallet och om möjligt välj en sektor med minst 10 PY och inventera ej övriga sektorer.

Markera ungefärligt centrum för PY med snitsel (möjliggör återbesök)

- Survey för avdelning. I surveyen för avdelning anges om avdelningen inventeras eller inte. Om inte anges varför och om den inventeras registreras ev. spår av markberedning och törskate i hänsynsträd och törskate i angränsande bestånd. Denna survey görs med fördel efter provytorna.

Höjd, diameter & antal huvudstammar

Höjd, diameter & antal huvud- & bistammar per trädslag inom provyta (om inga stammar finns för ett visst trädslag anges höjden 0, diametern 0 och antalet till 0). Huvud- och bistammar klassas efter höjd och förband, inte andra defekter.

Höjd & diameter: Mät ETT för trädslaget representativt träd. Detta gäller även om trädslaget i fråga till exempel har en avsevärt kortare höjd än andra trädslag inom PY (om flerskiktat gör en samlad bedömning)

Definition huvudstam: I denna undersökning avser huvudstamsbegreppet de stammar som faller inom +/- 50 % av medelhöjden för det dominerande trädslag (bör för denna inventering bli tall i majoriteten av avdelningarna). Om inget tydligt dominerande trädslag finns gör man en sammanvägd bedömning av de trädslag/stammar som kommer utgöra framtida bestånd.

Antal huvudstammar: Här räknas de stammar som faller inom kriteriet +/- 50 % av höjden av det/de trädslag som anses bli beståndsbildande. Om tall anses beståndsbildande räknas gran som huvudstam ifall den uppnår 1/3-del av tallens höjd. Huvudstammar ska ha ett avstånd på minst 60 cm till annan huvudstam.

Antal bistammar: 1. Antalet bistammar uppskattas, räknas ej exakt (sparar tid framför allt i fallen där löv är frekvent). Bistammar är: 1. De stammar som uppfyller höjdkravet för huvudstam men står inom 60 cm från huvudstam. 2. De stammar som inte uppfyller höjdkravet för huvudstam men ändå anses utvecklingsbara. En bistam MÅSTE vara högre än 0,5m, men fortfarande är det så att bistammen ska anses vara utvecklingsbar, dvs. bara för att en stam är högre än 0,5m blir den per automatik INTE en huvudstam.

Hur många skador ska registreras för törskate eller misstänkt törskate?

I surveyen ges först möjligheten att ange hur många stamsår eller grenskador som sorterar under törskate eller misstänkt törskate. I nästa steg registreras skadorna i mer detalj för ETT stamsår och/eller grenskada.

Observera att surveyen är designad så att höjd och diameter för skadade träd enbart anges för de som registrerats som drabbade av törskate eller misstänkt törskate.

Definition älgskada:

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 bryts under det senaste grenvarvet).

Definition kovallfrekvens:

Återfinns ej:

Enstaka individer: ”man behöver leta ett bra tag över hela PY för att hitta kovall”

Frekvent: ”man hittar relativt snabbt kovall utan att behöva söka över hela PY”

Mycket frekvent: ”kovall återfinns över stora delar av PY och på enskilda kvadratmetrar kan flera individer återfinnas”

Markparametrar med definitioner (ej i samma ordning som i surveyen):

Ytstruktur (Bedöm helheten på ytan)

- 1= mycket jämn markyta.
- 2= mellanklass
- 3 = något ojämn markyta
- 4 = mellanklass
- 5 = mycket ojämn markyta

Här nedan är ett utklipp ur broschyren terrängtypschema.

	Höjdclass				Ytstrukturclass
	H20	H40	H60	H80	
Exempel 1	Sparsamt		Enstaka		1 Mycket jämn markyta
Exempel 2	Måttligt		Finns inga		2 Mellanklass
	Rikligt	Sparsamt	Enstaka		
		Måttligt	Sparsamt	Enstaka	3 Något ojämn markyta
				Sparsamt	4 Mellanklass
	All mark svårare än klass 4				5 Mycket ojämn markyta

Höjdclass	Hinderhöjd (h)
H 20	10—30 cm
H 40	30—50 cm
H 60	50—70 cm
H 80	70—90 cm

För att kunna bestämma **mängden** hinder måste man känna till antingen det genomsnittliga avståndet mellan hindren eller antalet hinder per hektar.

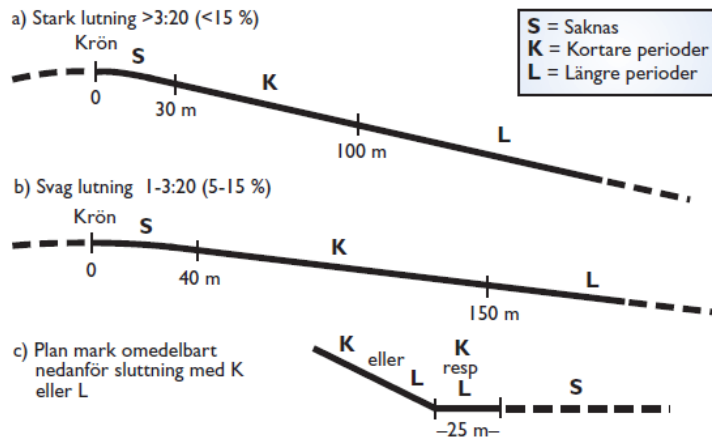
Mängd hinder inom beskrivningsenheten

	Genomsnittligt avstånd	Antal hinder/ha
Rikligt	mindre än 1,6 m	mer än 4 000
Måttligt	5— 1,6 m	4 000— 400
Sparsamt	16— 5,0 m	400— 40
Enstaka	50—16,0 m	4— 40

Lutning (Bedöm helheten på ytan)

- 1 = Plan mark eller svag lutning 0–10 %
- 2 = Mellanklass 10–20 %
- 3 = Måttlig lutning 20–33 %
- 4 = Mellanklass 33–50
- 5 = Stark lutning 50–

Rörligt markvatten - Bedöm ytans läge i förhållande till resten av hygget.
Rörligt markvatten



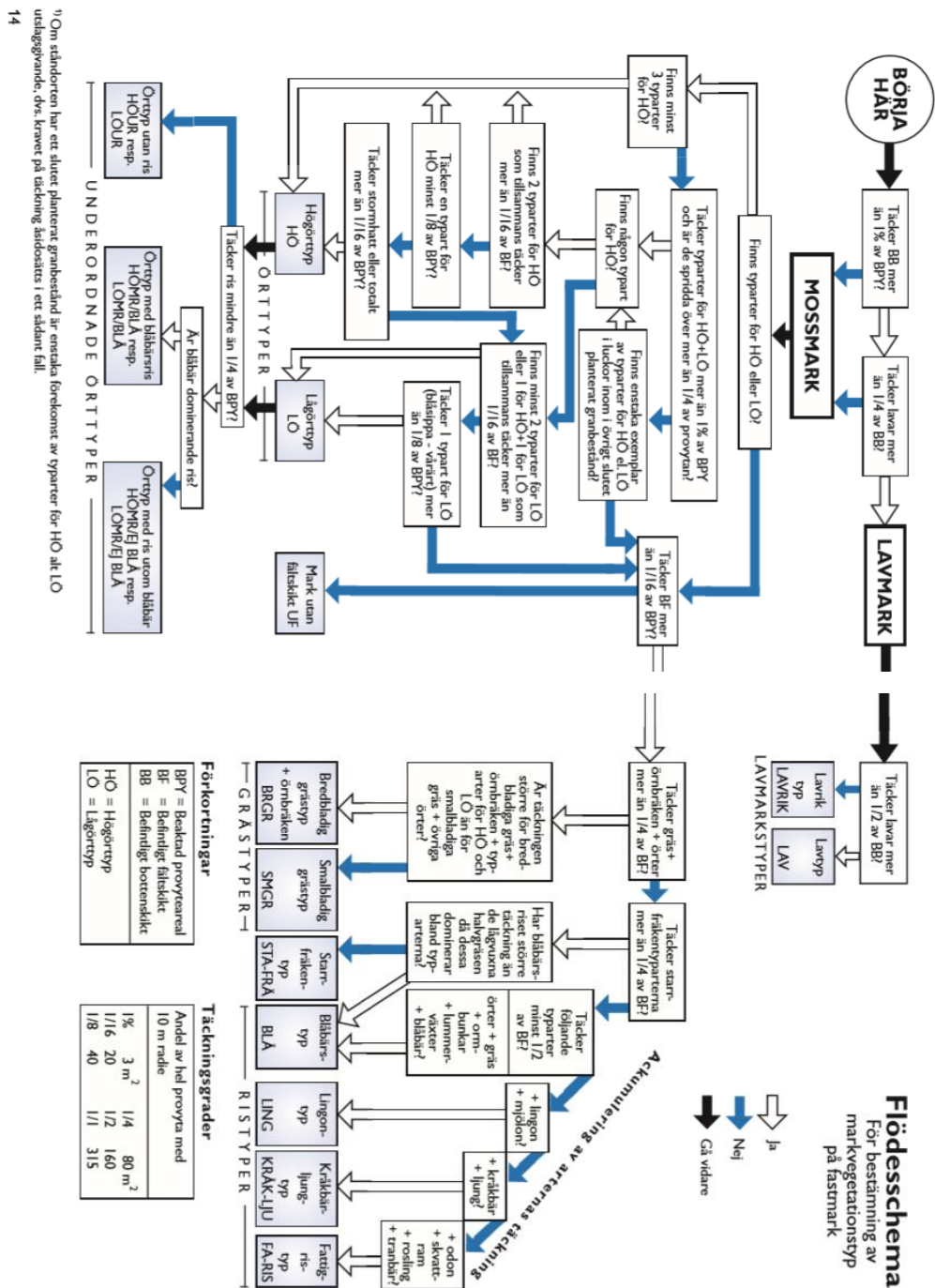
Jordtyp Använd jordsonden

- **Morän** – Morän utgörs av krossat berggrundsmaterial och lösa jordlager som landisen fört med sig och som avlagrats på den plats där isen smälte. Morän är osorterad mineraljord som mestadels har samtliga kornstorlekar från block till ler. Sand- och grusfraktionerna är oftast kantiga och finmaterialet river mellan fingrarna. Markytan är oftast småkuperad. Om det är morän, bedöm jordartens textur enligt nedan
- **Sediment** – Sorterade jordarter, Om det är sediment, bedöm jordartens textur enligt nedan
- **Torv** - Om humusformen är torv och humuslagrets tjocklek är större än 30 cm
- **Går ej att bedöma**

Jordartens textur

ST: Sten	Mineraljordspartier med kornstorlek mindre än 2 cm i diametersaknas på provytan (räknat ned till ca 0.5 m från markytan).	
GR: Grusig morän Grus	Morän Rik på gruskorn (diam 2-20 mm) fattig på mindre partiklar än sand. Ofta stenrik.	Sediment Kornstorlek 2-20 mm.
SA: Sandig morän Grov sand	Kan ej formas eller rullas. Sandpartiklar dominerar. Vanligen måttligt rik på sten och block.	Kornstorlek 0.6-2 mm.
SM: Sandig-moig morän Mellansand-Grovmo	Kan formas. Finare fraktioner av SM kan även rullas, dock ej tunnare än 4 mm. Måttligt – mycket sand kvar i handen vid blötning.	Kornstorlek 0.06-0.6 mm. Finare fraktioner av SM (grovmå 0.06-0.02 mm) kan formas, men ej rullas.
FM: Finjordrik morän Finmo-Mjåla-Lera	Kan rullas till 4 mm eller tunnare. Obetydligt med sand kvar i handen vid blötning.	Kornstorlek mindre än 0.06 mm. Kan rullas till 6 mm eller tunnare.

Fältskikt – Bedöm hela ytans fältskikt med hjälp av schemat nedan



Markfuktighet

- **Torr mark** – Grundvattnet djupare än 2 m. Plan mark på mäktiga isälvsavlagringar. Kullar, markerade krön och åsryggar. Platåer och flacka, högt belägna terrängavsnitt med hållar eller grov jordart. Rörligt markvatten saknas.
- **Frisk mark** – Grundvattenytan på ett djup av 1–2 m under markytan. Plan mark och sluttningar. Inga vattensamlingar i markytan.
- **Fuktig mark** – Grundvattenytan närmare markytan än 1 m och i extrema fall synlig i markerade svackor. Plan mark i låg terräng. Nedersta delen av längre sluttningar och plan mark närmast intill dessa. Sommartid kan man gå torrskodd om man utnyttjar tuvor. Träden växer ofta på socklar. Ofta bevuxen med sumpmossor.
- **Blöt mark** – Grundvattnet bildar vattensamlingar i markytan. Man kan inte gå torrskodd. Tall och gran kan endast undantagsvis uppträda beståndsbildande.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (PDF-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt. Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-ochpublicera/avtal-for-publicering/> .

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.