



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Trädrelaterade mikrohabitat i bränd skog

Tree-related microhabitats in burnt forest

INGRID DANIELSSON

SARA WERNE



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2025:02

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Trädrelaterade mikrohabitat i bränd skog

Tree-related microhabitats in burnt forest

Ingrid Danielsson

Sara Werne

Handledare: Grzegorz Mikusiński, SLU Skogsmästarskolan och Katarzyna Kamionka-Kanclerska, University of Siedlce

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2025

Omslagsbild: Bränd tall med en ficka och tickor. Foto: Sara Werne

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2025:02

Nyckelord: TreMs, skogsbrand, död ved



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Skogsbrand är en viktig störning i boreal skog som historiskt påverkat skogens tillstånd men minskat kraftigt under de senaste tvåhundra åren. Bränd skog är en viktig miljö för många arter på kort och lång sikt, samma sak med naturvärdesträd och död ved som skall visas hänsyn vid skogliga åtgärder och är en viktig livsmiljö för många rödlistade arter. Att inventera TreMs (Tree-related Microhabitats) är ett relativt enkelt sätt att bedöma naturvärden på trädnivå och det kan göras när som helst under året och kräver inte någon särskild artkunskap. Exempel på TreMs som kan hittas i boreal skog är barklossning, insektsskador, hackspettshack, avbrutna grenar, lavtäckning och håligheter i rötter eller andra delar av träd.

Syftet med denna studie var att beskriva förekomsten av TreMs och undersöka om graden av trädpåverkan inverkar på mängden av TreMs efter en stor skogsbrand i Västmanland 2014 där nästan 14 000 hektar skog brann under några dagar. Frågor som uppkom under arbetet var om förekomsten av TreMs påverkades mer av andelen död ved snarare än andelen kronskador och om det var skillnad på trädslag.

Datainsamling i fält gjordes under tillväxtsåsonen 2023 (nio år efter branden) och började med handledarledd instruktion i metoden för att sedan övergå till självständigt arbete. Provytorna valdes ut med hjälp av en punktgitertolkning där brandområdet delades in i fyra brandskadekategorier från 0 procent kronskador till 100 procent kronskador. Sex ytor per kategori besöktes och i varje yta dokumenterades samtliga stående träd (levande och döda) över fem centimeter i brösthöjdsdiameter. Sammanlagt undersöktes 449 träd totalt varav 234 obrända träd och 215 brandskadade träd. Detta sammanställdes sedan i en databas och beskrivande statistik togs ut på innehållet.

Totalt dokumenterades 11 520 TreMs på dessa träd och dessa var 23 olika typer av TreMs. Totalt finns 47 olika typer. Resultatet visade att antalet TreMs ökade med ökande brandskador på träden, både på trädnivå och provytanivå, där stor del av förekomsten bestod av barkavlossning. Variationen av olika typer av TreMs var som störst på ytorna där branden varit lite mindre intensiv och det fanns både levande och döda träd.

Resultatet visar tydligt att skogsbrand skapar TreMs i produktionsskog och att det finns potential för att dessa TreMs skapar viktiga naturvärden för olika arter under lång tid efter branden, troligtvis under hela trädens livstid och som stående död ved.

Nyckelord: TreMs, skogsbrand, död ved

Abstract

Forest fires are an important disturbance in boreal forests that have historically affected the state of the forest but have declined sharply over the past two hundred years. Burnt forest is an important environment for many species in the short and long term, the same thing with conservation value trees and dead wood that must be shown consideration in forest measures and is an important habitat for many red-listed species. To survey TreMs (Tree-related Microhabitats) is a relatively easy way to assess conservation values at tree level and it can be done at any time of the year and does not require any special species knowledge. Examples of TreMs that can be found in boreal forests include bark detachment, insect damage, woodpecker nicks, broken branches, lichen cover, and cavities in roots or other parts of trees.

The purpose of this study was to describe the occurrence of TreMs and investigate whether the degree of tree impact affects the amount of TreMs after a large forest fire in Västmanland in 2014 where almost 14,000 hectares of forest burned for a few days. Questions that arose during the work were whether the occurrence of TreMs was affected more by the proportion of dead wood rather than the proportion of crown damage and whether there was a difference between tree species.

Data collection in the field was done during the 2023 growth season (nine years after the fire) and started with supervisor-led instruction in the method and then transitioned to independent work. The sample plots were selected using a point lattice interpretation where the fire area was divided into four fire damage categories from 0 percent crown damage to 100 percent crown damage. Six areas per category were visited and in each area all standing trees (living and dead) over five centimeters in chest height diameter were documented. A total of 449 trees were examined, of which 234 were unburned trees and 215 were fire-damaged trees. This was then compiled in a database and descriptive statistics were extracted from the content.

A total of 11,520 TreMs were documented on these trees and these were 23 different types of TreMs. In total, there are 47 different types. The results showed that the number of TreMs increased with increasing fire damage to the trees, both at tree level and sample area level, where a large part of the occurrence consisted of bark removal. The variety of different types of TreMs was greatest on the surfaces where the fire had been a little less intense and there were both living and dead trees.

The results clearly show that forest fires create TreMs in production forest and that there is potential for these TreMs to create important conservation values for different species for a long time after the fire, probably throughout the trees' lifetime and as standing dead wood.

Keywords: TreMs, forest fire, dead wood

Förord

Vi vill tacka Grzegorz Mikusiński och Katarzyna Kamionka-Kanclerska för god handledning och stort engagemang under arbetets gång. Vi har lärt oss mycket under tiden och fått med oss nyttig kunskap att använda i våra arbeten. Tack för ert tålamod!

Vi vill även tacka Rickard Larsson och Staffan Stenhag för hjälp med GIS och statistik när vi kört fast.

Ingrid Danielsson

Sara Werne

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.1.1 TRÄDRELATERADE MIKROHABITAT (TREMS)	2
1.1.2 BRANDEN I VÄSTMANLAND 2014	3
1.2 SYFTE	6
2. MATERIAL OCH METOD	7
2.1 DATAINSAMLING I FÄLT	7
2.2 TREMS	9
3. RESULTAT	12
3.1 TRÄDSLAGSFÖRDELNING OCH DIAMETERSPRIDNING	12
3.2 ANDEL DÖDA TRÄD	13
3.3 TREMS	14
3.3.1 TREMS I BRANDSKADEKATEGORI 0	18
3.3.2 TREMS I BRANDSKADEKATEGORI 1	19
3.3.3 TREMS I BRANDSKADEKATEGORI 2	19
3.3.4 TREMS I BRANDSKADEKATEGORI 3	20
3.4 FÖREKOMST AV TREMS I FÖRHÅLLANDE TILL BRANDPÅVERKAN	21
3.5 SAMBAND MELLAN FÖREKOMST AV TREMS OCH BRANDSKADEKATEGORI	23
4. DISKUSSION	25
REFERENSER	29
BILAGA 1: FÄLTBLANKETT	32
BILAGA 2: HYPOTESPRÖVNING PER TRÄD	33
BILAGA 3: HYPOTESPRÖVNING PER YTA	34

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Skogsbrand är en viktig naturlig störning i boreal skog (Angers et al. 2011; Rolstad et al. 2017). Skogsbrand skapar ett nytt landskap med bränd och obränd skogsmosaik och ny åldersfördelning på träden som i sin tur påverkar vilka arter som överlever i området. Brand, särskilt kronbrand, gör skogen mer öppen och skadar eller dödar en stor del av träden, och gör nya strukturer som är viktiga för biologisk mångfald, till exempel död ved eller döende träd (Rolstad et al. 2017).

Historiskt har stora delar av det svenska skogslandskapet brunnit mer eller mindre regelbundet, och i boreal skog anses brand vara den viktigaste störningstypen. De senaste 200 åren har brandbekämpning tagit bort nästan all brandstörning i boreal skog (Rolstad et al. 2017). Brandintervallen i södra Sverige har varit 20-30 år, medan i norra Sverige 50-150 år (Niklasson & Nilsson 2015). Idag brinner det betydligt mer sällan då spontana bränder släcks på en gång. Många arter är beroende av död ved, cirka 1 000 arter riskerar att försvinna för att det finns för lite död ved i skogslandskapet och runt 100 arter är direkt beroende av brand för sin överlevnad (Länsstyrelsen Västmanland 2024a).

Områden med stor mängd död ved klassas som hänsynskrävande biotop, samma sak med yngre brandfält (SFS 1979:429). Omkring hälften av alla rödlistade arter i skogen är beroende av död ved under någon del av sin livscykel. Det är brist på grövre död ved i skogen, och all död ved från 10 centimeter i diameter är ett viktigt substrat för särskilt vissa insekter, lavar och svampar. Många arter, till exempel hackspettar, är beroende av specifikt stående död ved, medan andra arter är beroende av brandskadad ved, senvuxen död ved, solbelyst död ved eller död ved i skuggig och fuktig miljö. Till exempel ska all död ved som är äldre än ett år lämnas vid skogliga åtgärder enligt Skogsstyrelsens målbilder, och i hänsynsytor och frivilliga avsättningar lämnas alla vindfallen av löv (Skogsstyrelsen 2020a).

Enligt Målbilder för god miljöhänsyn (Skogsstyrelsen 2020b) skall naturvärdesträd lämnas vid skogliga åtgärder. Naturvärdesträd är levande träd av inhemska trädslag över 7 centimeter i brösthöjdsdiameter som har vissa karaktärer, som till exempel tickor, håligheter eller risbon, brandljud, grova grenar som är både levande och döda eller träd som är spärrgreniga eller har platt krona.

Bränd skog är en viktig miljö för många arter på kort och lång sikt. Efter brand bör brända områden lämnas som naturhänsyn vid avverkning, till exempel områden med hårt bränd skog, kantzoner och bränd skog i tidigare hänsynsytor, både döda och levande träd skall lämnas och gärna av olika trädslag. Brända lövträd uppskattas särskilt av vedlevande insekter, hackspett och vissa svampar (Skogsstyrelsen 2018). Arter gynnas av brand olika länge efter själva branden, från till exempel rökdansflugan som vill ha fortfarande glödande mark till två år efter branden, till tallkapschongbagge som uppehåller sig på brandfält 1 – 15 år efter brand (Naturvårdsverket 2006).

1.1.1 Trädrelaterade mikrohabitat (TreMs)

Trädrelaterade mikrohabitat (tree-related microhabitats, hädanefter en TreM eller flera TreMs) erbjuder ett relativt enkelt sätt att inventera naturvärden på trädnivå och det kan göras när som helst under året (även om det är bäst att inventera lövträd när det är avlövadt) och kräver inte någon artkunskap. TreMs finns på trädens olika delar och definieras som viktiga substrat eller livsmiljöer för arter under någon del av deras livscykel för utveckling, föda, skydd eller förökning. Metoden fokuserar på alla delar ovan jord på stående träd, levande eller döda, och är inte artspezifikt (Larrieu et al. 2018).

Trädrelaterade mikrohabitat uppkommer antingen genom ökad diametertillväxt eller på grund av stress eller störning, men även tiden som gått efter senaste skogliga åtgärd påverkar uppkomsten. Förekomsten av TreMs är högre i skog som inte sköts än i skog som avverkas som vanligt, och historiskt så har TreMs ansetts av skogsbruket vara virkesdefekter eller ingångshål för röta och därmed har träd med TreMs tagits bort tidigt. Små träd har tunnare bark och har lättare att få bark loss även av en mindre skada, vilket innebär att det är viktigt att spara små träd med TreMs även i början av omloppstiden, då många TreMs skapas över en längre tid. Annat som påverkar uppkomsten av TreMs är trädslag och den lokala miljön (Corbaud et al. 2021).

Tidigare studier har visat att döda träd generellt har fler TreMs än levande och att en ökande brösthöjdsdiameter ökar antalet TreMs på det enskilda trädet för tall och gran (Paillet et al. 2019). Störningar och störningsdynamik spelar också stor roll för bildandet av TreMs, där både hur allvarlig störningen är och hur långt tidsspannet mellan olika störningar är har stor inverkan på vilka TreMs som bildas och hur mycket av dem. En del TreMs, som till exempel *insect gallery*, bildas kort efter en störning medan andra kräver längre tid för att utvecklas (Zemlerová et al. 2023).

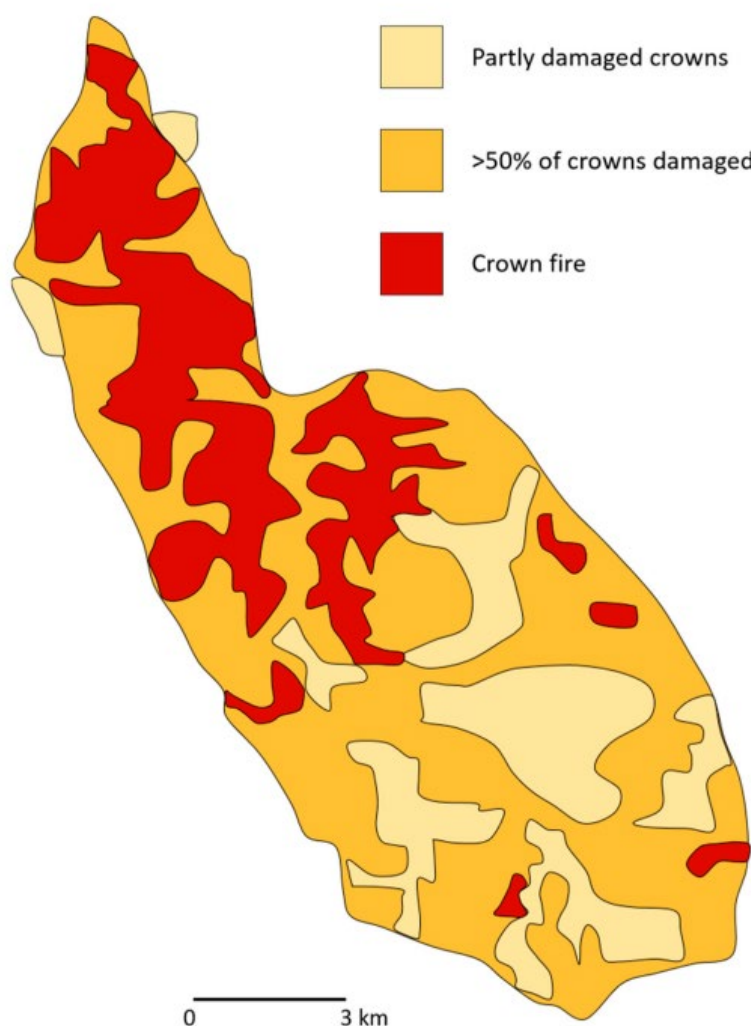


Figur 1. Exempel på TreMs, övre vänster visar *insect gallery*, övre höger visar *annual polypores*, nedre vänster visar *bark microsoil* och *insect gallery* och nedre höger visar *bark loss* och *stem breakage*. Foton: Sara Werne.

1.1.2 Branden i Västmanland 2014

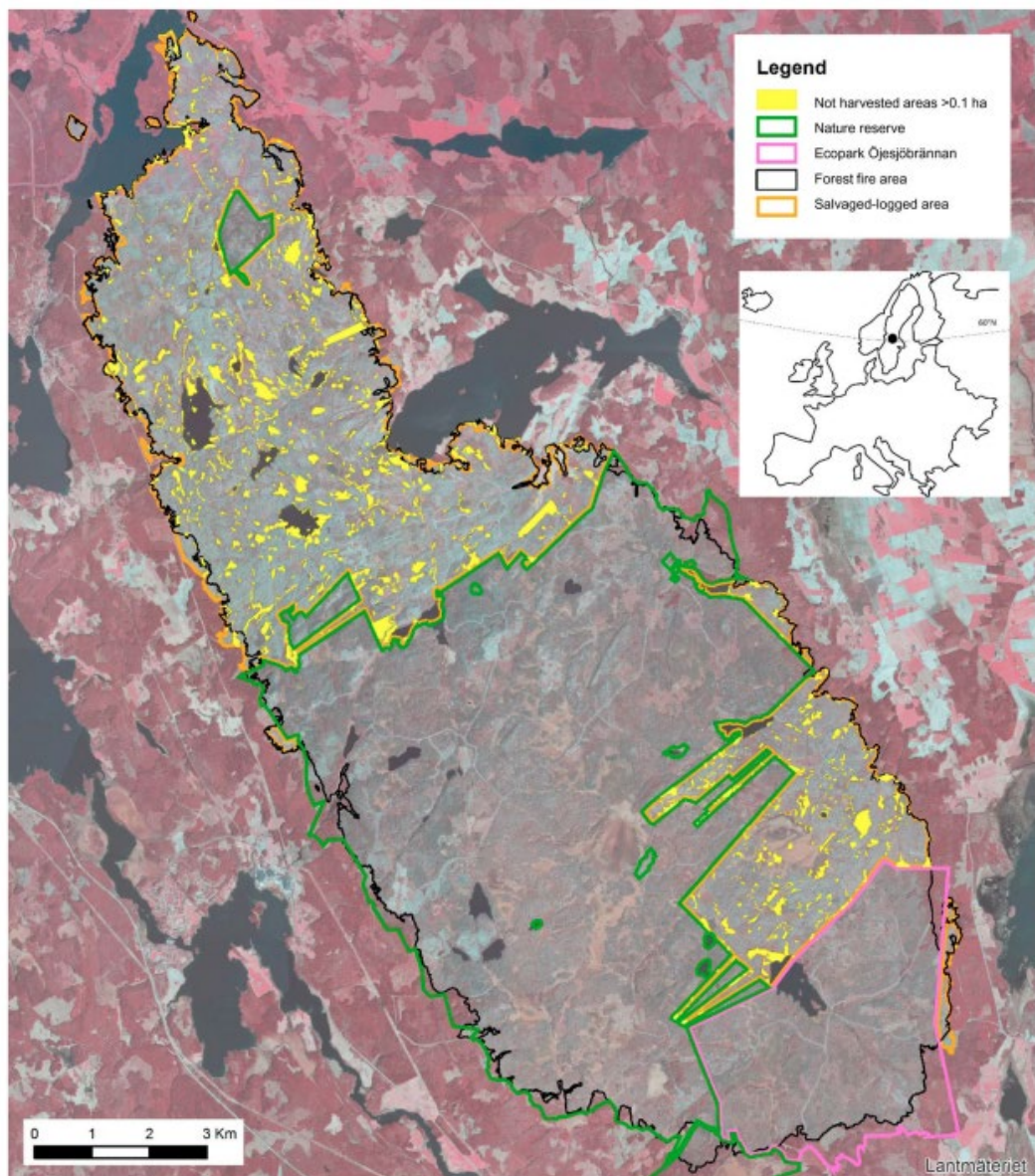
I juli 2014 startade en skogsbrand i Västmanland och under fem dagar brann nästan 14 000 hektar varav cirka 9600 hektar var produktiv skogsmark. Större delen av arealen utgjordes av produktionsskog med tre mindre reservat i området. Trädslagsfördelningen i skogen innan branden var 53 procent talldominerad skog, blandbarrskog 22 procent och grandominerad skog 18 procent. Det fanns även sju procent som var täckt av skog med större lövinblandning (mer än 40 procent löv). Till 85 procent täcktes området av skog, med tio procent myrmark, två procent vatten och en procent vardera av impediment och skogsbilvägar (Gustafsson et al. 2019, Nilsson et al. 2014.)

På den produktiva skogsmarken brandskadades marken på 98 procent av arealen. I en stereobildstolkning av brandområdet delades området in i fyra olika kategorier som beskriver graden av kronskador på träden orsakade av branden, där 0 var ingen kronskada, 1 var mindre än 50 procent kronskada, 2 var mer än 50 procent kronskada och 3 var 100 procent kronbrand (det vill säga att alla träd var döda ett år efter branden), se Figur 2 (Nilsson et al. 2014).



Figur 2. Karta över brandområdet som visar brandpåverkan på trädkronor (Gustafsson et al. 2019).

Branden startade i samband med markberedning på ett hygge torsdag 31 juli 2014. Från att branden startade och räddningstjänst tillkallades tog över en timme, och på den tiden hann branden röra sig cirka 600 meter. Tre timmar efter larmet uppskattades branden vara 2 000 meter lång och som bredast cirka 500 meter. Under helgen och måndagen var det mycket varmt och en omfattande spridning av branden skedde särskilt under måndageftermiddagen, med en medelhastighet på 43 meter/minut med toppar på 80 meter/minut. På tisdagen var det svaga vindar och regn, och då var branden under kontroll men glödbränder kunde observeras till 20 september, främst i dikad torvmark och i kolbottnar (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2015).



Figur 3. Karta över brandområdet (Gustafsson et al. 2019).

Efter branden har stora områden skyddats som naturreservat i form av Hälleskogsbrännan som bildades år 2015 och är 6 420 hektar stort (Länsstyrelsen Västmanland 2024b). Även Sveaskog har skyddat stora arealer efter branden, ekopark Öjesjön skapades 2016 och är 1 600 hektar, figur 3. I ekoparken beräknas det finnas 75 000 kubikmeter död ved med kontinuerlig tillförsel då träd skadade av branden fortsätter att dö. Sammanlagt är ungefär 8 000 hektar skog skyddat och kommer att utvecklas fritt. Efter branden etableras mycket lövträd och troligtvis blir de skyddade områdena Sveriges största sammanhängande lövskog i framtiden (Sveaskog 2024).

Ungefär 90 procent av förnan brann upp, och även trädrötter brann av vilket gjorde att många träd föll kort efter branden men också att de fortsätter att falla. Djur och växter som är beroende av brand kom kort efter branden, till exempel svedjenäva som behöver mycket höga temperaturer för att fröna ska gro och

brandlöpare som bara hittats några få gånger i Västmanland innan branden. Även hackspettar drogs till de många döda och döende träden och insektslarver som utvecklades där, samt svampar och mossor gynnades av den ökade tillgången på näring eller förändringen som branden innebar (Länsstyrelsen Västmanland 2024, Gustafsson et al 2019).

Även om antalet studier om TreMs och intresse kring dem ökat systematiskt på de senare åren, finns det inga publikationer gällande de strukturer i skogar som nyligen påverkades av brand. Eftersom skogsbränder skadar och dödar träd, kan det förväntas att TreMs är vanliga i sådana skogar. Djupare kunskap om detta kan hjälpa med utformningen av skötselregler av skogar som brunnit, samt användas för uppföljning över tid.

Branden i Västmanland skapade stort område med varierande grad av påverkan. Detta ger förutsättning för pionjärstudier gällande förekomst av TreMs efter denna störning och den möjligheten har utnyttjats i detta arbete, där TreMs undersöktes i området nio år efter branden.

1.2 Syfte

Detta arbete har två huvudsyften:

1. För första gången beskriva förekomsten av TreMs i skog efter brand.
2. Undersöka om graden av trädmortalitet (brandskador på trädkronor) påverkar förekomsten (både vad gäller antal och typer) av TreMs.

Ytterligare frågeställningar som kom upp under arbetets gång var:

- Är det mer skillnad på levande och döda träd än graden av trädmortalitet?
- Är det skillnad på förekomsten av TreMs på olika trädslag?

2. Material och metod

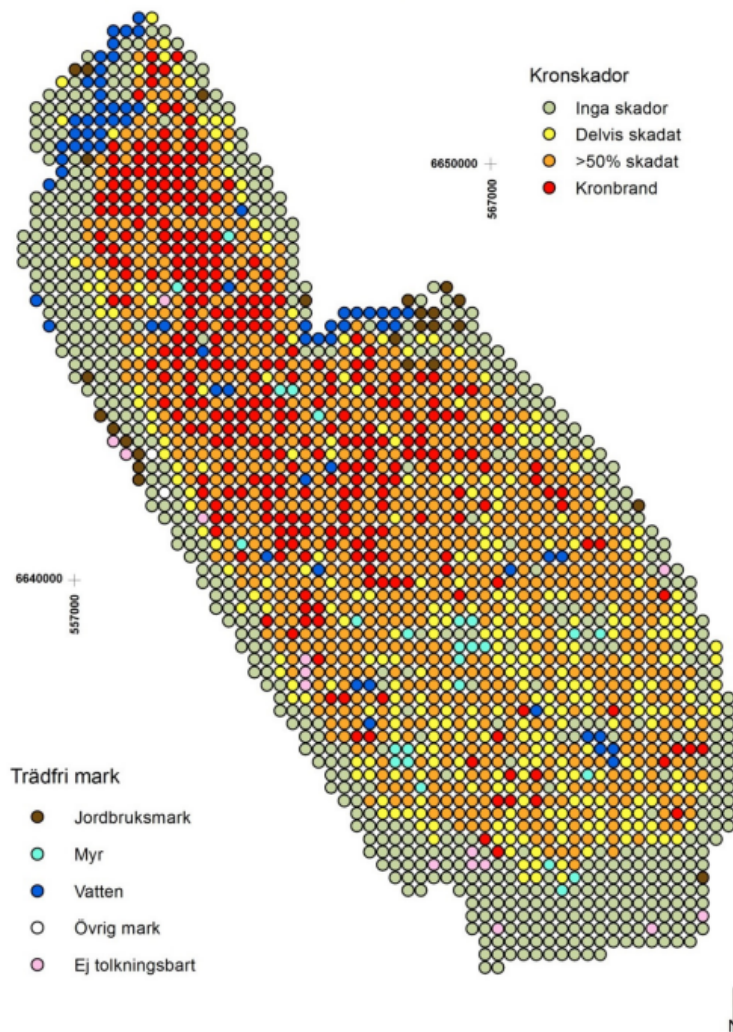
2.1 Datainsamling i fält

Datainsamlingen planerades med målet att ha 10 provytor i varje kategori gällande graden av kronskador på träd. Kategorierna och punkterna valdes ut med hjälp av Skogsstyrelsens punktgitertolkning av branden i Västmanland (2014) där 2062 ytor lagts ut i rutnät på flygbilder och tolkats före och efter branden (Nilsson et al. 2014). Den beskriver hur skogen såg ut innan branden avseende trädslagsfördelning, trädhöjd, krontäckning och efter branden även brandskadekategori. Provytorna lades ut med målet att ha större lövandel i två av ytorna per kategori, för att få alla förekommande trädslag representerade. Detta var i praktiken svårt då området främst präglades av produktionsskog på tallmark och i slutresultatet finns inga ytor med större lövandel.

Brandskadekategorier som använts enligt Nilsson et al (2014) ses i Tabell 1. I arbetet används brandskadekategorier 0-3 eller brand 0-3 synonymt för att spara plats i tabeller och diagram.

Tabell 1. Brandskadekategorier enligt Niklasson med flera (2014).

Brandskadekategori	Definition
Kategori 0	Inga tecken på brandskador i buskar eller trädkronor i cirkelytan, markbrand kan ha förekommit
Kategori 1	Delvis skadade buskar eller trädkronor, där mindre än 50 procent av trädkronorna bedöms vara skadade
Kategori 2	Delvis skadade buskar eller trädkronor, där mer än 50 procent av trädkronorna bedöms vara skadade
Kategori 3	Kronbrand på 100 procent av träden. Buskar och träd har inga barr eller löv kvar



Figur 4. Punktkarta som visar brandskadekategorier över brandområdet (Nilsson et al 2014).

Provytorna valdes ut för att få träd som var minst 15 meter höga innan branden och år 2016 skulle det fortfarande finnas stående träd i ytan (enligt data från Nilsson et al. 2014). Detta kontrollerades sedan mot aktuella flygbilder så att stående träd fortfarande fanns i de valda provytorna. Detta fungerade dåligt i praktiken då många träd har fallit eller avverkats, så vid fältarbetet besöktes alla ytor som var nära de planerade för att kompensera för de ytor som inte hade stående träd kvar. Ytorna som valdes klassades som skogsmark men ingen hänsyn togs till om det var naturreservat eller inte före och efter branden.

Provytorna i fält hade en radie på 12,6 meter, och därmed en area på 500 m². De mättes upp med snöre och träden registrerades medsols med tydlig markering på första trädet. Övrigt material som användes var talmeter för att mäta brösthöjdsdiameter, kikare för att kontrollera träd som var mycket höga och snitselband för att markera gränsträd och första träd i ytorna. Fältblankett (se Bilaga 1) användes för att registrera data för varje träd och koordinater för varje yta.

Data som samlades in för varje träd var trädslag, brösthöjdsdiameter, om trädet var levande eller dött samt vilka TreMs och antal/storlek. På varje blankett

registrerades datum för datainsamling och koordinater för provytorna samt brandskadekategori. För att ett träd skulle räknas ska det vara minst 1,3 meter högt, ha en brösthöjdsdiameter (dbh) på minst fem centimeter och luta max 45 grader (mer lutning räknades som liggande träd och ingick inte). För att en yta skulle räknas krävdes minst tre stående träd.

















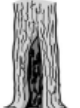
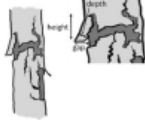


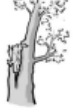






Datainsamlingen påbörjades i maj 2023, nio år efter branden, med handledarledd instruktion och träning i fält. Provytorna som gjordes då utfördes av tre-fyra personer, medan provytorna som gjordes i augusti-september 2023 gjordes av två personer (författarna). Den sjätte september drabbades området av afrikansk svinpest och dagen efter stängdes delar av området av (Jordbruksverket 2024). Vid den tidpunkten fanns material från 20 provytor, med färre träd i de brända kategorierna. Nya ytor togs då i nära anslutning till redan besökta provytor utanför den smittade zonen för att få fler provytor till kategorierna som det var färre ytor i. Sammanlagt blev det 24 provytor med 449 träd varav 215 brända träd och detta bedömdes vara tillräckligt för att kunna genomföra analysen.





















Navigation till provytorna och registrering av koordinater är gjord med hjälp av mobilappen Avenza i författarnas telefoner, därav är koordinaterna ej helt tillförlitliga då telefonerna hade varierande precision. Detta bedömdes inte påverka resultatet då det var tydligt om det var brunnet eller inte på plats, och brandkategorierna i Skogsstyrelsens material syntes tydligt i fält.

Vid datainsamlingen fick varje träd ett nummer, och varje provyta har nummer från punktgitertolkningen (Nilsson et al. 2014). Sedan fick varje träd ett Record number som bestod av provytenummer och trädnummer för individuell identifiering i analysen.

2.2 TreMs

Metoden utgick ifrån standardiseringen av Larrieu et al (2018) där 47 olika typer av TreMs delas in i sju former och 15 grupper, se Figur 4. I arbetet används de engelska namnen för TreMs då det inte finns någon formell översättning till svenska. De sju formerna är *cavities*, *tree injuries and exposed wood*, *crown deadwood*, *excrescences*, *fruiting bodies of saproxylic fungi and slime moulds*, *epiphytic*, *epixylic and parasitic structures* och *fresh exudates*. Se Figur 5 för former, grupper och samtliga TreMs.

Form	Group	Types					
Cavities (s)	Woodpecker breeding cavities	Small woodpecker breeding cavity Entrance \varnothing = 4cm 	Medium-sized woodpecker breeding cavity Entrance \varnothing = 4-7cm 	Large woodpecker breeding cavity Entrance \varnothing > 10cm 	Woodpecker flute Entrance \varnothing > 3cm 		
	Rot-holes	Trunk base rot-hole (closed top, ground contact) Opening \varnothing > 10cm 	Trunk rot-hole (closed top, no ground contact) Opening \varnothing > 10cm 	Semi-open trunk rot-hole Opening \varnothing > 30cm 	Chimney trunk base rot-hole Opening \varnothing > 30cm 	Chimney trunk rot-hole Opening \varnothing > 30cm 	Hollow branch Opening \varnothing > 10cm 
	Insect galleries	Insect galleries and bore holes Hole \varnothing > 2cm or area > 300cm ² 					
	Concavities	Dendroitelem \varnothing > 15cm 	Woodpecker foraging excavation Depth > 10cm, \varnothing > 10cm 	Trunk bark-lined concavity Depth > 10cm, \varnothing > 10cm 	Root-butress concavity Entrance \varnothing > 10cm 		
Tree injuries and exposed wood	Exposed sapwood only	Bark loss Area > 300cm ² 	Fire scar Area > 800cm ² 	Bark shelter Gap > 1cm, depth > 10cm, height > 10cm 	Bark pocket Gap > 1cm, width > 10cm, height > 10cm 		
	Exposed sapwood and heartwood	Stem breakage \varnothing > 10cm at break point 	Limb breakage Exposed heartwood > 300cm ² 	Crack Length > 30 cm, width > 1 cm, depth > 10 cm 	Lightning scar Length > 30 cm, width > 1 cm, depth > 10 cm 	Fork split at insertion Length > 30 cm 	
Crown deadwood	Crown deadwood	Dead branches Branch \varnothing > 10cm, or Branches \varnothing > 3cm and > 10% of the crown is dead 	Dead top \varnothing > 10cm at the base of the piece of deadwood 	Remaining broken limb broken end \varnothing > 20cm, length of the remaining piece > 0.5m 			

Form	Group	Types				
Excrecences	Twig tangles	Witch broom Largest ϕ >50cm 	Epicormic shoots >5 twig clusters 			
	Burns and cankers	Burr Largest ϕ >20cm 	Canker Largest ϕ >20cm or large part of the trunk covered 			
Fruiting bodies of saproxylic fungi and slime moulds	Perennial fungal fruiting bodies	Perennial polypore Largest ϕ >5cm 				
	Ephemeral fungal fruiting bodies	Annual polypore Largest ϕ >5cm or cluster of > 10 fruiting bodies 	Pulpy agaric Largest ϕ >5cm or cluster of > 10 fruiting bodies 	Large Pyrenomyces Stroma ϕ >3cm or stroma cluster covering >100cm ² 	Myxomycetes Largest ϕ >5cm 	
Epiphytic and epixylic structures	Epiphytic and parasitic crypto- and phanerogams	Bryophytes >10% of the trunk area covered 	Foliose and fruticose lichens >10% of the trunk area covered 	Ivy and lianas >10% of the trunk area covered 	Ferns > 5 fronds 	Mistletoe Largest ϕ >20cm 
	Nests	Vertebrate nest ϕ >10cm 	Invertebrate nest Presence 			
	Microsoils	Bark microsoil Presence 	Crown microsoil Presence 			
Exudates	Exudates	Sap run Cumulative length >10 cm 	Heavy resinosis Cumulative length >10 cm 			

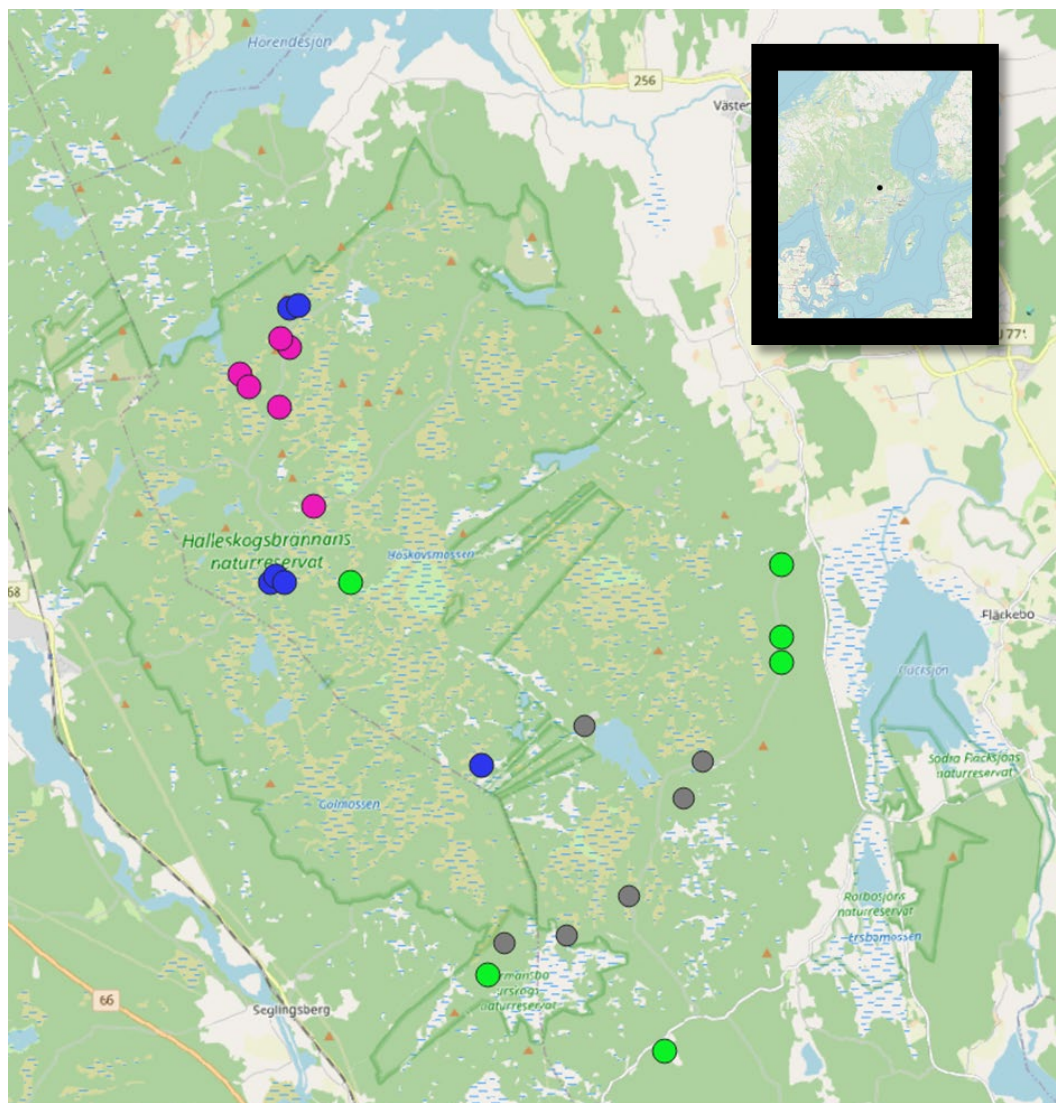
Figur 5. TreMs enligt Larrieu et al (2018).

Antal TreMs i resultatdelen är det totala antalet TreMs som finns i en brandskadekategori, i en yta eller på ett träd. Vissa former av TreMs, till exempel *bark loss* eller *heavy resinosis* räknas enbart om deras storlek överstiger en viss yta eller längd, som minst 300 cm² respektive en decimeter och anges i storlek, till exempel ett träd som tappat all bark räknas som *bark loss* 100 och ett träd med en meter långt kådflöde räknas som *heavy resinosis* 10. För *pockets* och *shelters* anges antal, medan till exempel *dead top* och *dead branches* anges som 1 (förekomst).

Antal typer av TreMs per träd, yta eller brandskadekategori är antal unika typer som finns, där till exempel ett träd som hade *bark loss*, *pockets* och *dead top* hade då tre typer av TreMs på sig medan det totala antalet TreMs på det trädet kunde vara över 100.

3. Resultat

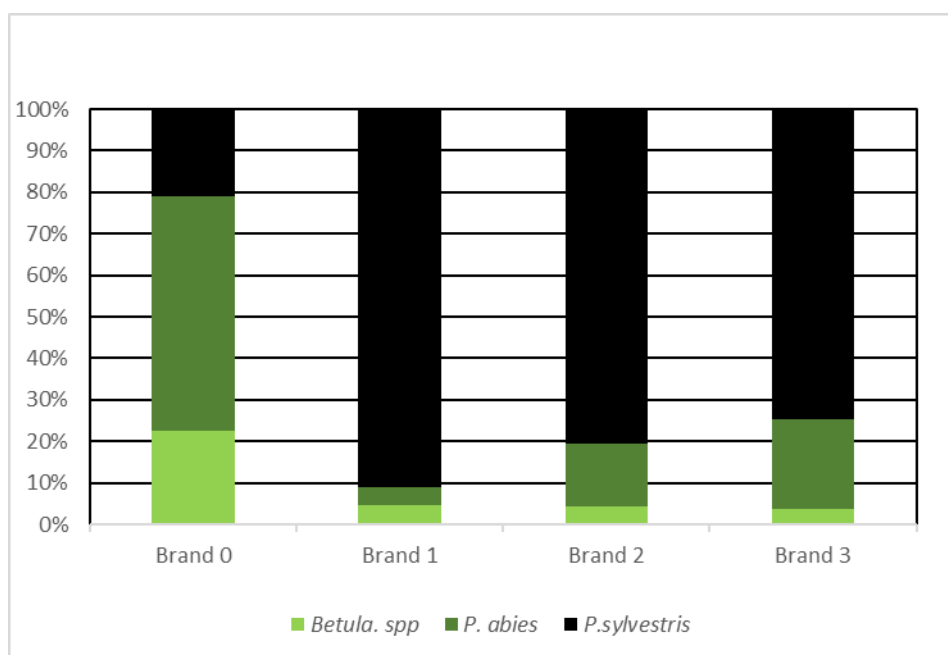
Provytorna fördelade sig över brandområdet enligt Figur 6.



Figur 6. Punkter som besöktes med olika färg för brandskadekategori. Grön - brandskadekategori 0, Grå - brandskadekategori 1, Blå - brandskadekategori 2 och rosa - brandskadekategori 3.

3.1 Trädslagsfördelning och diameterspridning

Den totala trädslagsfördelningen var tall 51 procent, gran 35 procent och björk 14 procent; se Figur 7 för trädslagsfördelning inom de olika brandskadekategorierna.



Figur 7. Trädslagsfördelningen i de olika brandskadekategorierna.

I var och en av brandskadekategorierna undersöktes sex provytor där totalt 449 träd ingick. I brandskadekategori 0, ej brandpåverkad skog, undersöktes totalt 234 träd. Av dessa träd var 53 björkar (*Betula pendula* och *B. pubescens*), 132 granar (*Picea abies*) och 49 tallar (*Pinus sylvestris*). I brandpåverkad skog, brandskadekategori 1 – 3, undersöktes totalt 215 träd. Av dessa träd var 9 björkar, 27 granar och 179 tallar. Se Tabell 2 som visar en översikt över antal träd, trädslagsfördelning och diameterspridning för de olika brandskadekategorierna. Majoriteten av träden var under 35 centimeter med några få undantag främst i en provyta som togs i obränd skog som var naturreservat innan branden.

Tabell 2. Trädslagsfördelning och diameterspridning fördelat på brandskadekategorier.

Brandskadekategori	0	1	2	3
Antal ytor	6	6	6	6
Träd totalt	234	88	72	55
Antal <i>Betula spp.</i>	53	4	3	2
dbh. min-max, cm	6-31	7-13	12-26	12-16
Antal <i>P. abies</i>	132	4	11	12
dbh. min-max, cm	5-35	18-31	6-36	12-28
Antal <i>P. sylvestris</i>	49	80	58	41
dbh. min-max, cm	6-48	10-31	11-38	7-36

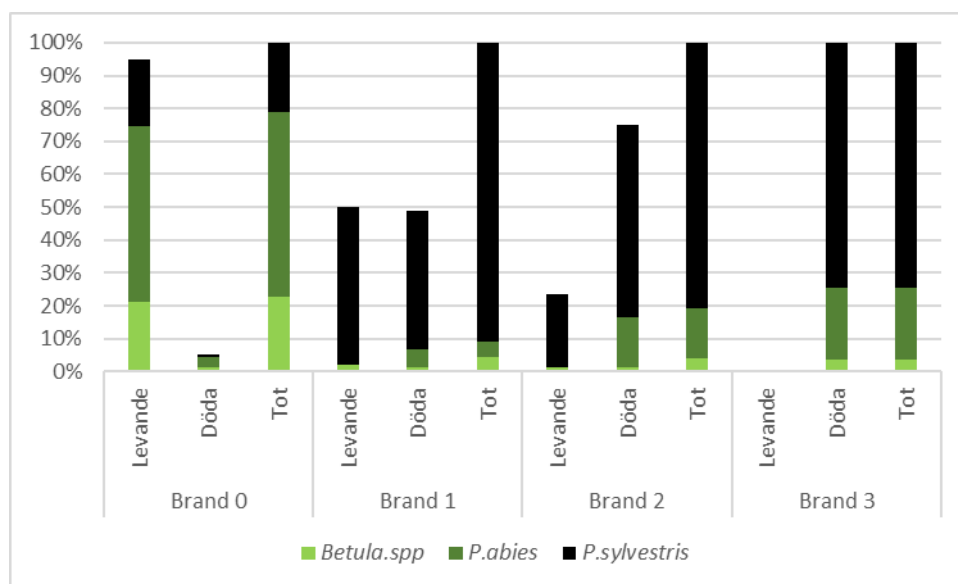
3.2 Andel döda träd

Av resultaten kan det utläsas att andelen döda träd ökade med ökad andel kronskador. I brandskadekategori 0, var 5 procent av träden döda. I brandskadekategori 1 var andelen döda träd 49 procent, i brandskadekategori 2 var 76 procent av träden döda och i brandskadekategori 3 var andelen döda träd 100 procent, se Tabell 3 för andel döda träd per brandskadekategori och Figur 8

för trädslagsfördelning och fördelning av döda och levande träd per brandskadekategori.

Tabell 3. Andel döda träd per brandskadekategori.

Brandskadekategori	0	1	2	3
Andel döda träd	5%	49%	76%	100%



Figur 8. Trädslagsfördelning per brandskadekategori och andel döda/levande träd.

3.3 TreMs

Av det totala antalet av TreMs som registrerades (11 520) var 86 procent på döda träd och 14 procent på levande träd. Därav blev en frågeställning om mängden TreMs snarare var kopplat till om träden var döda än till om de var brandskadade.

Antal TreMs i medeltal per träd (både levande och döda) var 5,3 i brandskadekategori 0, 19,4 i brandskadekategori 1, 51,7 i brandskadekategori 2 och 88,3 i brandskadekategori 3. Antal TreMs i medeltal per träd på döda träd var 21,3 i brandskadekategori 0, 35,2 i brandskadekategori 1, 60,5 i brandskadekategori 2 och 88,3 i brandskadekategori 3.

Motsvarande värde för levande träd var 4,42 i brandskadekategori 0, 4,35 i brandskadekategori 1, 23,1 i brandskadekategori 2. I brandskadekategori 3 saknas data för levande träd då 100 procent av träden där var döda, se tabell 4 som visar TreMs i medeltal för levande, döda och alla träd.

Tabell 4. Medelvärde av antal TreMs per träd i de olika brandskadekategorierna, värt att notera är det höga antalet TreMs i kategori 3 som till stor del utgjordes av mer eller mindre fullständig *bark loss* som räknades som 100 (en *bark loss* var 300 cm², en A5).

Brand	Levande träd	Döda träd	Döda & levande
0	4,4	21,3	5,3
1	4,4	35,2	19,4
2	23,1	60,5	51,7
3		88,3	88,3

I Tabell 5 visas för respektive brandskadekategori antal TreMs per brandskadekategori, TreMs i medeltal per yta, TreMs i medeltal per träd och antal typer av TreMs som återfanns i varje brandskadekategori.

Tabell 5. Antal och typer av TreMs per brandskadekategori per yta och per träd i medeltal.

Brandskadekategori	0	1	2	3
TreMs totalt	1 235	1 706	3 720	4 859
TreMs i medeltal /yta	206	284	613	810
TreMs i medeltal/träd	5	19	52	88
Antal unika TreMs	17	18	16	11

Tabell 6. Visar antal typer av TreMs i medeltal per trädslag för respektive brandskadekategori.

Brandskadekategori	0	1	2	3
<i>Betula spp.</i>	15	10	27	52
<i>Picea abies</i>	4	33	89	87
<i>Pinus sylvestris</i>	6	19	46	91

För mer detaljerade uppgifter om varje provyta med antal träd, antal TreMs och TreMs i medeltal per träd per provyta, samt antal typer av TreMs per provyta, se Tabell 7 som visar antal träd för varje yta som varierade mellan fyra träd i en yta upp till 68 träd i en annan yta. Antal TreMs per yta, som varierar från 21 i yta nr 740 i brandskadekategori 0 till som mest 1 438 i yta nr 1280 i brandskadekategori 2. Antal TreMs per träd i medeltal för varje yta som varierar från 1 till 106. Unika TreMs per yta som varierar från 3 till 16.

Tabell 7. Antal träd per yta, antal TreMs per yta, medelvärde för TreMs per träd och antal olika typer av TreMs som hittades på varje yta.

Yta nr	Brand-skade-kategori	Antal träd	TreMs/yta	TreMs/träd	Unika TreMs
77	0	65	667	10	16
24	0	4	148	37	7
740	0	14	21	2	6
800	0	22	222	10	4
649	0	68	96	1	5
612	0	61	82	1	3
362	1	7	345	49	7
148	1	29	570	20	11
357	1	4	110	28	8
205	1	19	185	10	10
430-1	1	9	127	14	9
3	1	20	370	19	16
1280	2	15	1 438	96	11
736	2	5	140	28	7
430-3	2	9	52	6	6
149	2	10	137	14	8
430-2	2	12	653	54	9
4	2	21	1 300	62	14
892	3	12	1 160	97	8
967	3	8	756	95	7
1080	3	7	745	106	9
1161	3	9	519	58	9
1203	3	9	707	79	8
2	3	10	972	97	8

Totalt dokumenterat antal TreMs var 11 520 med totalt 23 olika typer av TreMs (av 47 typer). TreMs från alla grupper och former återfanns i fält. Se Tabell 8 som visar de TreMs som dokumenterats uppdelat på de olika brandskadekategorierna i både antal och procent i respektive kategori.

Tabell 8. Antal TreMs i brandskadekategori, samt procent som varje TreMs utgör i den kategorin.

Brandskadekategori	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
	0	0	1	1	2	2	3	3
Annual polypore		0,00	14	0,82	18	0,48	10	0,21
Bark loss	215	17,41	1 240	72,67	2 889	77,67	4 515	92,93
Bark microsoil	4	0,32	32	1,88	28	0,75	40	0,82
Bryophytes	10	0,81		0,00		0,00		0,00
Burr	2	0,16		0,00		0,00		0,00
Crack		0,00	1	0,06		0,00		0,00
Dead branches	220	17,81	48	2,81	270	7,26		0,00
Dead top	3	0,24	15	0,88	35	0,94	46	0,95
Heavy resinosis	186	15,07	90	5,30	214	5,75	13	0,26
Insect gallery	7	0,57	33	1,93	25	0,67	28	0,58
Lichens	550	44,53	110	6,45	10	0,27		0,00
Limb breakage	1	0,08		0,00		0,00		0,00
Perennial polypore	4	0,32	4	0,23	7	0,19	2	0,04
Pockets	9	0,73	60	3,52	137	3,68	174	3,58
Pulpy agaric	1	0,08	1	0,06	1	0,03	3	0,06
Root-buttress concavity	12	0,97	6	0,35	6	0,16	8	0,16
Shelter	9	0,73	48	2,81	77	2,07	20	0,41
Stem breakage		0,00	1	0,06		0,00		0,00
Trunk bark-lined concavity		0,00	1	0,06		0,00		0,00
Trunk base rot-hole	1	0,08		0,00	1	0,03		0,00
Vertebrate nest	1	0,08		0,00	1	0,03		0,00
Witch broom		0,00	1	0,06		0,00		0,00
Woodpecker foraging excavation		0,00	1	0,06	1	0,03		0,00
Totalt	1 235	100	1 706	100	3 720	100	4 859	100

Värt att notera kan vara att andelen *bark loss* generellt var hög. I brandskadekategori 0 utgjorde *bark loss* cirka 17 procent, i brandskadekategori 1 cirka 72 procent och i brandskadekategori 2 cirka 77 procent. I brandskadekategori 3 utgjorde *bark loss* nästan 93 procent av det totala antalet av TreMs då många av träden hade tappat all bark.

Pockets och *shelters* är kopplat till *bark loss*. Både *pockets* och *shelters* var mycket vanligt förekommande i den brandskadade skogen. Av naturliga skäl återfanns inga *pockets* eller *shelters* på träd som inte hade någon bark kvar vilket var vanligt förekommande i brandskadekategori 3.

Bark microsoil och *insect gallery* fanns ofta tillsammans och enligt resultatet ökade med ökande andel döda träd, dock återfanns mest *insect gallery* i kategori 1 där många av träden var skadade och stressade snarare än döda. *Lichens* fanns mest i ej brandskadad skog och minskade kraftigt i takt med ökande brandskador,

samma sak enligt resultatet med *bryophytes* men underlaget är för litet för att kunna dra några slutsatser gällande det.

Dead branches (som skulle ha en diameter på minst 10 cm eller utgöra minst 10 procent av kronan) förekom i ökande antal från brandskadekategori 0 till 2, men saknades i kategori 3. *Dead tops* ökade med ökande kronskador, vilket syns tydligt i Tabell 8.

Stem breakage och *limb breakage* återfanns i mycket liten skala (endast en förekomst av varje) och detta var på grund av att stambrotten var för högt upp så trädens diameter var för liten för att räknas och grenbrotten skulle ha mer än 300 cm² blottad ved, vilket inte förekom då grenarna sällan blir så grova i undersökningsområdet som låg på lågproduktiv tallmark.

3.3.1 TreMs i brandskadekategori 0

I brandskadekategori 0 hittades 17 olika typer av TreMs och totalt 1 235 TreMs. På björk hittades 12 typer av TreMs, på gran hittades 9 typer av TreMs och på tall hittades 12 typer av TreMs. Se Tabell 9 som visar vilka TreMs som hittades på respektive trädslag.

Tabell 9. Visar förekomst av TreMs på respektive trädslag i brandskadekategori 0.

TreMs	<i>Betula spp.</i>	<i>P. abies</i>	<i>P. sylvestris</i>
Bark loss	9	81	125
Bark microsoil	4		
Bryophytes	10		
Burr	1		1
Dead branches		100	120
Dead top			3
Heavy resinosis		186	
Insect gallery	1	1	5
Lichens	380	140	30
Limb breakage	1		
Perennial polypore	2	1	1
Pockets	5	3	1
Pulpy agaric	1		
Root-buttress concavity	9	2	1
Shelter	3	3	3
Trunk base rot-hole			1
Vertebrate nest			1
Totalt	426	517	292

I medeltal för brandskadekategori 0 var antalet TreMs per yta 206 och 5,3 i medeltal per träd.

3.3.2 TreMs i brandskadekategori 1

I brandskadekategori 1 hittades 18 olika typer av TreMs och totalt 1 706 TreMs. På björk hittades 5 typer av TreMs, på gran hittades 10 typer av TreMs och på tall hittades 16 typer av TreMs. Se Tabell 10 som visar vilka typer av TreMs som hittades på respektive trädslag.

Tabell 10. Förekomst av TreMs i brandskadekategori 1 fördelat på trädslag.

TreMs	<i>Betula spp.</i>	<i>P. abies</i>	<i>P. sylvestris</i>
Annual polypore			14
Bark loss	3	20	1217
Bark microsoil	1	1	30
Crack		1	
Dead branches			48
Dead top		4	11
Heavy resinosis		9	99
Insect gallery		3	30
Lichens	30	80	
Perennial polypore			4
Pockets	5	6	50
Pulpy agaric			1
Root-buttruss concavity		2	4
Shelter	2	6	50
Stem breakage			1
Trunk bark-lined concavity			1
Witch broom			1
Woodpecker foraging excavation			1
Totalt	41	132	1 552

I medeltal var antalet TreMs per yta 284 och 19,4 i medeltal per träd.

3.3.3 TreMs i brandskadekategori 2

I brandskadekategori 2 hittades 16 olika typer av TreMs och totalt 3 720 TreMs. På björk hittades 6 typer av TreMs, på gran hittades 6 typer av TreMs och på tall hittades 15 typer av TreMs. Se Tabell 11 som visar vilka typer av TreMs som hittades på respektive trädslag.

Tabell 11. Förekomst av TreMs i brandskadekategori 2 fördelat på trädslag.

TreMs	<i>Betula spp.</i>	<i>P. abies</i>	<i>P. sylvestris</i>
Annual polypore			18
Bark loss	32	893	1964
Bark microsoil			28
Dead branches			270
Dead top		10	25
Heavy resinosis		10	204
Insect gallery			25
Lichens	10		
Perennial polypore	1		6
Pockets	4	34	99
Pulpy agaric			1
Root-buttress concavity	1	4	1
Shelter	3	26	48
Trunk base rot-hole			1
Vertebrate nest			1
Woodpecker foraging excavation			1
Totalt	51	977	2 692

I medeltal var antalet TreMs per yta 613 och 51,7 i medeltal per träd.

3.3.4 TreMs i brandskadekategori 3

I brandskadekategori 3 hittades 11 olika typer av TreMs och totalt 4 859 TreMs. På björk hittades 6 typer av TreMs, på gran hittades 9 typer av TreMs och på tall hittades 11 typer av TreMs. Se Tabell 12 som visar vilka typer av TreMs som hittades på respektive trädslag.

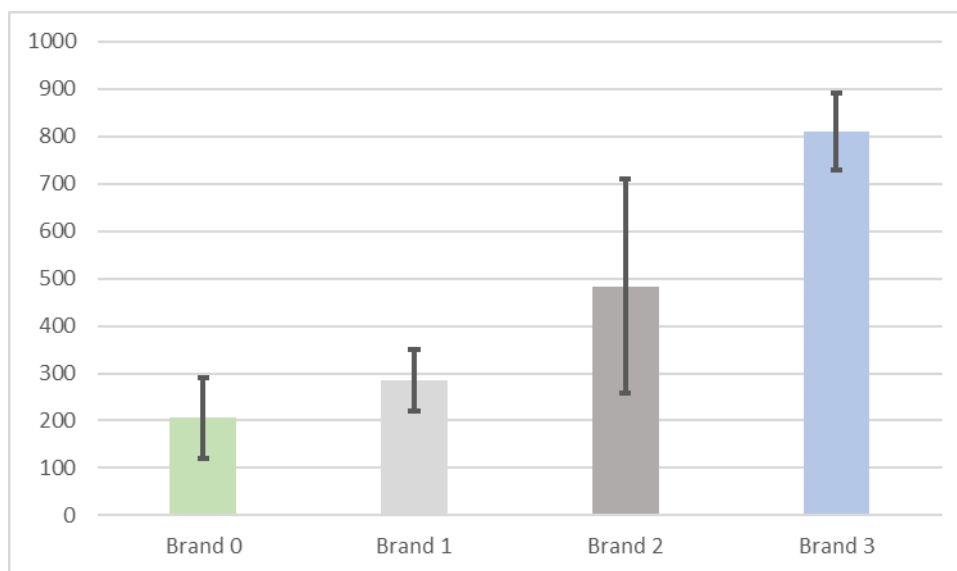
Tabell 12. Förekomst av TreMs i brandskadekategori 3 fördelat på träslag.

TreMs	<i>Betula spp.</i>	<i>P. abies</i>	<i>P. sylvestris</i>
Annual polypore		1	9
Bark loss	95	970	3 450
Bark microsoil	2	6	32
Dead top		10	36
Heavy resinosis			13
Insect gallery	1	1	26
Perennial polypore			2
Pockets	2	37	135
Pulpy agaric		1	2
Root-buttress concavity	2	3	3
Shelter	2	15	3
Totalt	104	1 044	3 711

I medeltal var antalet TreMs per yta 810 och 88,3 i medeltal per träd.

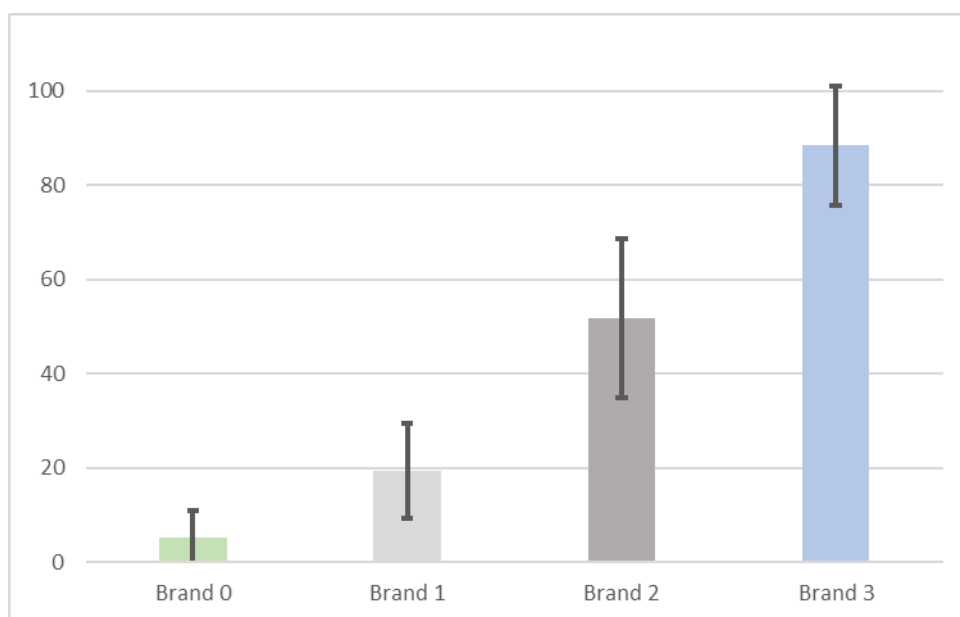
3.4 Förekomst av TreMs i förhållande till brandpåverkan

Antalet TreMs var i medeltal per yta lägst i brandskadekategori 0 högre för brandskadekategori 1 och 2 och högst i brandskadekategori 3. Se Figur 9 som visar på detta. Figur 9 visar antalet TreMs per provyta för de olika brandskadekategorierna.



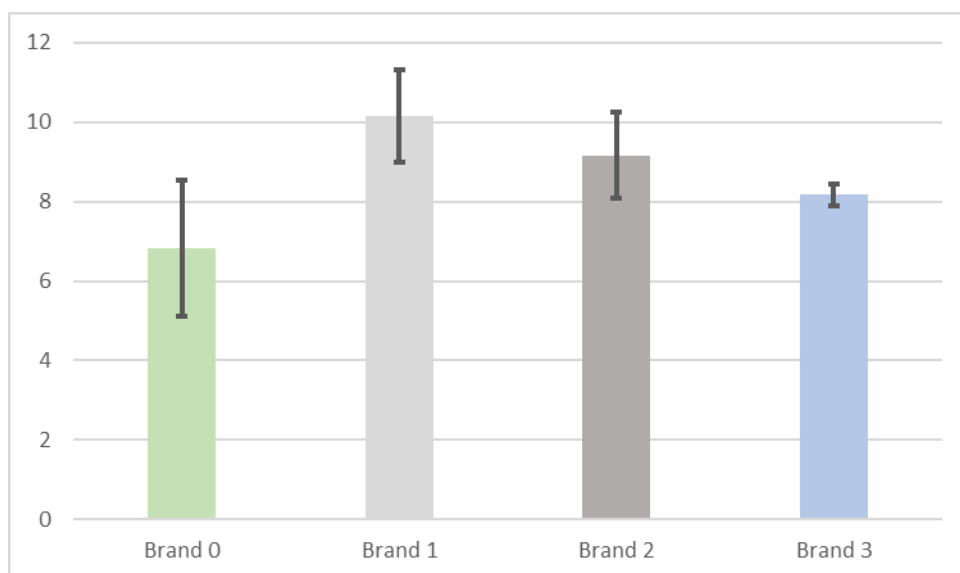
Figur 9. Förekomst av TreMs i medeltal per yta med 95 procents konfidensintervall.

Detsamma gällde TreMs i medeltal per träd. Se Figur 10 som visar hur medeltalet av TreMs per träd ökade för varje brandskadekategori. Figur 10 visar antal olika typer av TreMs i medeltal per träd för de olika brandskadekategorierna.



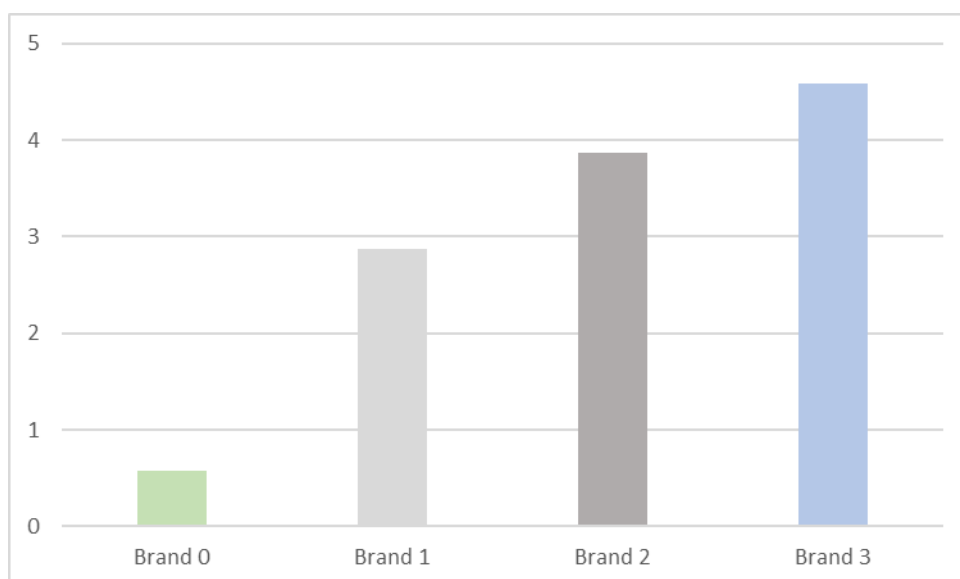
Figur 10. Förekomst av TreMs i medeltal per träd med 95 procents konfidensintervall.

Antalet olika TreMs följde dock inte samma mönster. Det var i medeltal flest typer av TreMs per yta i brandskadekategori 1, följt av brandskadekategori 2 och 3. I medeltal per yta var det lägst antal typer av TreMs i brandskadekategori 0. Figur 11 visar på skillnader i typer av TreMs per yta uppdelat på brandskadekategori. Figur 11 visar antal typer av TreMs per yta i medeltal med 95 procents konfidensintervall.



Figur 11. Antal typer av TreMs i medeltal per yta med 95 procents konfidensintervall uppdelat på brandskadekategori.

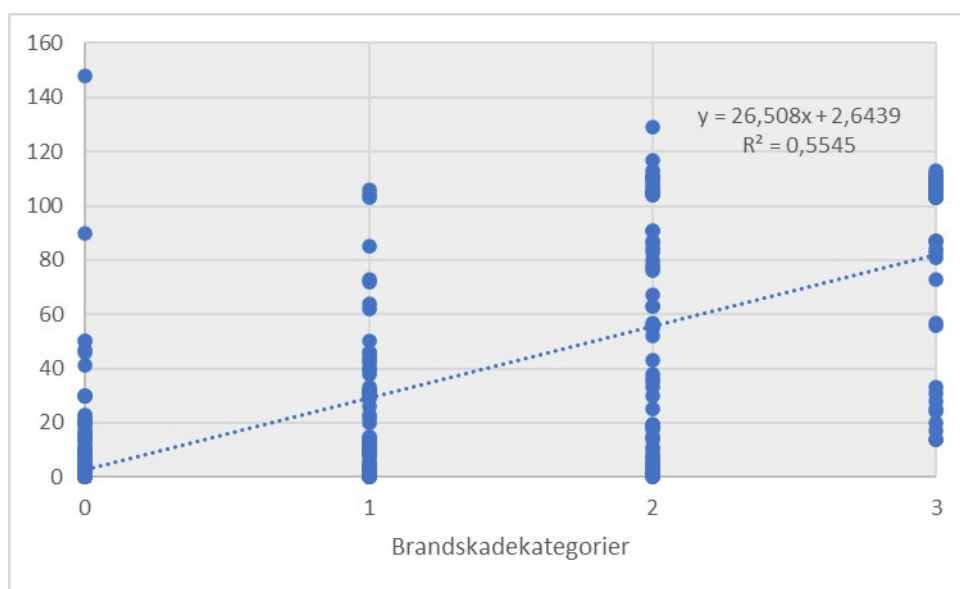
När det gäller antal typer av TreMs i medeltal per träd per brandskadekategori var det högst i brandskadekategori 3 och lägst i brandskadekategori 0. Se Figur 12 som visar på skillnader i typer av TreMs i medeltal per träd och brandskadekategori.



Figur 12. Antal typer av TreMs i medeltal per träd uppdelat på brandskadekategori.

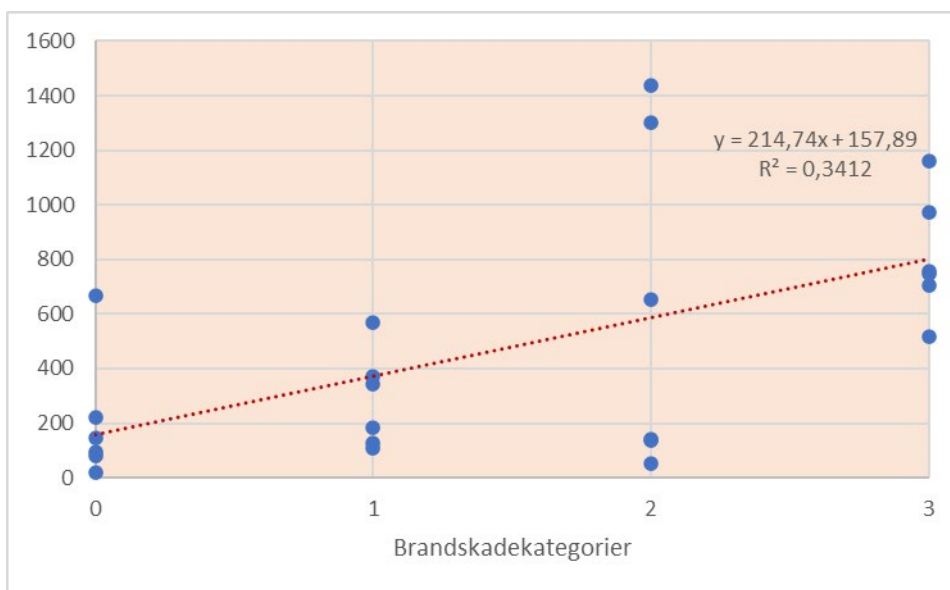
3.5 Samband mellan förekomst av TreMs och brandskadekategori

De hypotesprövningar som gjorts visar att det finns ett samband mellan mängden TreMs och brandskadekategori. När det gäller antal TreMs per träd är sambandet mellan brandskadekategori och TreMs positivt korrelerat ($p < 0,001$). Se Bilaga 2. Med 99,9 procents säkerhet gäller alltså att ju högre brandskadekategori desto högre förekomst av TreMs. Se Figur 13.



Figur 13. Samband mellan förekomsten av TreMs och brandintensitet var $R^2=0,5545$.

När det gäller antal TreMs per yta är sambandet mellan brandskadekategori och TreMs positivt korrelerat ($p < 0,01$). Se Bilaga 3. Med 99 procents säkerhet gäller alltså att ju högre andel kronskada desto högre förekomst av TreMs. Se Figur 14.



Figur 14. Förekomst av TreMs per yta uppdelat på brandskadekategorier.

4. Diskussion

En slutsats som kan dras utifrån resultatet är att förekomsten av TreMs ökar i skog som är påverkad av brand i förhållande till liknande skog som ej påverkats av brand. Resultatet visar också att mängden TreMs påverkas av om träden är döda eller levande, där en ökning av TreMs sågs på döda träd oavsett om de var brandskadade eller ej, vilket stämmer överens med resultatet i Jansone med flera (2023) där döda träd har fler TreMs än levande träd i hemiboreal skog. Det var svårare att se om trädslag påverkar förekomsten av TreMs eftersom det var mest tall i de brända kategorierna, björk och gran verkar påverkas mer av brand än vad tall gör samt att skogen i undersökningsområdet bestod av störst del tall även innan branden. Undersökningen visar tydligt att skogsbrand leder till storskaligt skapande av TreMs i en skött, vuxen produktionskog.

I kategori 3, där det var 100 procent kronbrand, sågs ett högt antal TreMs, främst på grund av den stora mängden *bark loss* som återfanns på i stort sett alla träd i kategorin. I den gruppen var träden ofta likartade och uppvisade inte heller någon större variation i förekomsten av olika typer av TreMs. Denna kategori innehöll träd som hade dött inom ett år efter branden. *Dead branches* saknades i brandskadekategori 3 troligtvis på grund av brandintensiteten som skadat samtliga grenar på lägre höjd så pass att de fallit av.

I brandskadekategori 1 och 2 återfanns träd som både dött direkt i samband med branden och som hade mer eller mindre omfattande brandskador och som antingen dött under tiden sedan branden eller överlevt. I dessa grupper fanns en större variation av olika TreMs men mindre antal än i kategori 3, vilket syns både på träd- och ytnivå, en mycket mindre andel *bark loss* men istället *dead branches* och fler *shelters* (direkt kopplat till en mindre andel *bark loss* som gjorde att det fanns bark kvar till att skapa ett mikrohabitat).

Detta ledde till tankar som till exempel att träd med TreMs i brandskadekategori 3 kanske har en mer kortsiktig biologisk betydelse medan de träden som skadats men inte dödats i branden i brandskadekategori 1 och 2 får TreMs som fortsätter att finnas och utvecklas under hela trädets livstid, som skulle kunna vara uppemot 200 år till. Fältarbetet utfördes nio år efter branden och är endast en ögonblicksbild av hur det såg ut just då, vilket gör det svårt att dra slutsatser om hur det sett ut tidigare och hur det kommer se ut framåt. Det skapar en möjlig långvarig dynamik där TreMs finns under en lång tid och ändras långsamt. Träd med lindrigare brandskador har större potential att stå kvar vilket ses i resultatet på att antalet stående träd i ytorna i kategori 1 och 2 är högre än antalet stående träd i kategori 3. Detta stämmer även överens med resultatet i Martin med flera (2021) där död ved har en troligtvis tillfällig högre andel mikrohabitat än levande träd, dock gjordes denna studien i naturskog.

Under datainsamlingen återfanns också en hel del TreMs som ännu inte uppfyllde storlekskraven för standarden som användes (Larrieu et al. 2018). Detta betyder inte att dessa träd saknar betydelse för biologisk mångfald, utan snarare att de kommer att utveckla mikrohabitat över tid, och att det är viktigt att spara på träd som har defekter och skador tidigt i omloppstiden för att de ska bli

naturvärdesträd när de blir stora (Corbaud et al. 2021, Skogsstyrelsen 2020b). Exempel på TreMs som ej uppfyllde storlekskraven var *dead branches* där grenarna ännu inte blivit tillräckligt grova, *limb-* och *stem breakage* där grenar och stam ännu inte uppfyllde storlekskraven. Viktigt att ta hänsyn till är att metoden för TreMs skapades för tempererad skog med betydligt högre tillväxtpotential än i boreal skog.

Det var svårt att göra jämförelser mellan trädslag då trädslagsfördelningen i fält inte speglade den planerade trädslagsfördelningen som eftersträvades när provytorna söktes fram. I slutresultatet finns endast 14 procent lövträd när målet var att ha minst två provytor per kategori som var minst 50 procent lövträd. Detta gick inte att finna i fält, särskilt inte bland de mer brända ytorna då lövträden (och gran) påverkades svårt av brand och var inte längre stående i provytorna. Även i de andra brandskadekategorierna var det inte möjligt att hitta ytor med så mycket som 50 procent löv då det mesta av skogen var produktionsskog innan branden. I produktionsskog är lövandelen traditionellt sett låg.

TreMs kan skapas på många olika sätt. Åldrandet av träd med utveckling av grov bark, långkontinuitet som skapar möjligheten för olika organismer att etablera sig (till exempel lavar) eller olika sorters biotiska och abiotiska (som skogsbrand hör till) störningar som direkt skapar eller leder till förutsättningar till TreMs. Man kan fundera på vilken brandskadekategori har den största inverkan på TreMs med avseende långvarighet, framtida utveckling, olika typer och så vidare. Resultatet visar att antalet TreMs är som högst där skogen har skadats som mest, medan antal olika TreMs är som högst där det förekommit kronskador i mindre omfattning. Detta visar sig även i tidigare studier där träd som skadas i ungdomen utvecklar TreMs över tid, om de får stå kvar och inte avverkas (Corbaud et al. 2021).

Förarbetet hade kunnat göras bättre, med bättre urvalskriterier för ytorna. Till exempel att allt skulle vara produktiv skogsmark vid tidpunkten för branden och ej naturreservat eller liknande, dock var det endast en yta som var naturreservat innan branden. Den ytan var i brandskadekategori 0 och troligen har detta inte påverkat resultatet i någon större utsträckning, detta kontrollerades i Excel där den ytan togs bort och sedan lades till igen, utan större skillnad i resultatet.

Det var svårt att genom kartmaterial finna brandskadade ytor med stående träd idag, nio år efter branden när det bara fanns data för året efter branden. En annan sak som influerade studien är den afrikanska svinpesten som påverkade antalet provytor som togs, de blev färre än planerat men underlaget är ändå stort nog för att kunna dra vissa slutsatser och ändå visa på förekomsten av TreMs i brandskadad skog.

Eftersom metoden endast fokuserar på stående träd har ett stort antal träd fallit bort i de brända kategorierna, och en större studie hade kanske kunnat jämföra stående och liggande träd inom samma yta, med liknande metoder. Ett annat alternativ är att studera TreMs med korta intervall efter brand, till exempel årligen i början för att följa förändringen och kanske även få data på hur snabbt träden dör efter en brand.

En annan svaghet/styrka är att vi endast gjorde statistiken “för hand” i Excel, så det kan ses som en styrka att vi lärt oss mycket om att arbeta i Excel under utbildning, men en svaghet att tiden inte räckte till för oss att sätta oss in i ett annat mer avancerat program för databehandling och statistiska beräkningar.

Styrkor är kunniga handledare och en enkel insamlingsmetod, där fältarbetet gick mycket bra och smidigt i själva ytorna. Metoden gick mycket snabbt att lära sig så arbetet flöt på utan några större problem. En vedertagen standard användes så resultaten och databasen är möjliga att återanvända eftersom allting är gjort och dokumenterat “som det ska”.

Under tiden som efterarbetet gjordes utkom ny litteratur (Bütler et al. 2024) om TreMs med en standard för boreal skog, baserad på Larrieu med flera (2018). I den är gränserna för hur stor TreMs ska vara mycket lik den som användes i det här arbetet. Detta var en fråga som uppkom under både handledning och fältarbete, att det fanns mycket TreMs som ännu inte uppfyllde storlekskraven. Frågor var om det var på grund av metodens utgång i tempererad skog, om träden i vårt arbete var för unga, att vi främst gjorde arbetet i skog som varit produktionsskog fram till branden eller något annat genomsyrade stor del av fältarbetet. I den nya guiden för boreal skog är storleksgränserna ungefär lika stora som i den för tempererad skog, vilket gör detta arbete något mer tillförlitligt. Liknande problem nämns även i Kørkjås med flera (2021) där TreMs inventerades på gran och asp i produktionsskog i Estland. Då användes samma metod men de registrerade även TreMs som ännu inte uppfyllde kraven för Larrieu med flera (2018).

I framtiden hade det varit intressant att göra om studien och kanske göra detta i samband med en naturvårdsbränning, för att få en äkta “före-bild” och sedan göra uppföljning under en mycket längre tid för att se utvecklingen. Det skulle också vara intressant att göra om studien på samma ytor om tio eller 25 år för att se skillnaden. Behov finns av fortsatta medel för forskning inom de skyddade områdena i brandområdet, det finns en unik möjlighet att följa det ekologiska svaret efter en stor skogsbrand.

Resultatet visar tydligt att skogsbrand skapar TreMs i produktionsskog och att det finns potential för att dessa TreMs skapar viktiga naturvärden för olika arter under lång tid efter branden, troligtvis under hela trädens livstid och även som död ved.

Referenser

Angers, V.A., Gauthier, S., Drapeau, P., Jayen, K. & Bergeron, Y. (2011). Tree mortality and snag dynamics in North American boreal tree species after a wildfire: a long-term study. *International Journal of Wildland Fire*. 20(6), p.751. doi:<https://doi.org/10.1071/wf10010>.

Bütler, R., Larrieu, L., Lunde, L.F., Martin, M., Nordén, B., Reiso, S., Tremblay, J.A., Wetherbee, R. 2024. *Field Guide to Northern Tree-related Microhabitats: Descriptions and size limits* for their inventory in boreal and hemiboreal forests of Europe and North America. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL.

Courbaud, B., Larrieu, L., Kozak, D., Kraus, D., Lachat, T., Ladet, S., Müller, J., Paillet, Y., Sagheb-Talebi, K., Schuck, A., Stillhard, J., Svoboda, M. & Zudin, S. (2021). Factors influencing the rate of formation of tree-related microhabitats and implications for biodiversity conservation and forest management. *Journal of Applied Ecology*, 59(2), pp.492–503. doi:<https://doi.org/10.1111/1365-2664.14068>.

Gustafsson, L., Berglind, M., Granström, A., Grelle, A., Isacson, G., Kjellander, P., Larsson, S., Lindh, M., Pettersson, L.B., Strengbom, J., Stridh, B., Sävström, T., Thor, G., Wikars, L-O. & Mikusiński, G. 2019. Rapid ecological response and intensified knowledge accumulation following a north European mega-fire. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 34: 234-253

Jansone, D., Matisons, R., Gerra-Inohosa, L., Lībiete, Z., & Jansons, Ā. (2023). Dead Better than Alive—The Case of Retention Trees and Tree-Related Microhabitats in Young Stands of Hemiboreal Forests in Latvia. *Forests*, 14(10), 1949. <https://doi.org/10.3390/f14101949>

Jordbruksverket. (2024). *Afrikansk svinpest (ASF)*. <https://jordbruksverket.se/djur/djurskydd-smittskydd-djurhalsa-och-folkhalsa/aktuellt-lage-for-smittsamma-djursjukdomar/afrikansk-svinpest-asf>

Körkjäs, M., Remm, L. & Löhmus, A. (2021). Tree-related microhabitats on live *Populus tremula* and *Picea abies* in relation to tree age, diameter, and stand factors in Estonia. *European Journal of Forest Research*, 140(5), pp.1227–1241. doi:<https://doi.org/10.1007/s10342-021-01396-7>

Larrieu, L., Paillet, Y., Winter, S., Bütler, R., Kraus, D., Krumm, F., Lachat, T., Michel, A.K., Regnery, B. & Vandekerckhove, K. (2018). Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84(84), pp.194–207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.051>.

Länsstyrelsen Västmanland. (2024a). *Naturvårdsbränning*. <https://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/natur-och-landsbygd/skyddad-natur/skotsel-av-skyddad-natur/naturvardsbranning.html>

- Länsstyrelsen Västmanland. (2024b). *Hälleskogsbrännan*. <https://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/besoksmal/naturresevat/halleskogsbrannan.html>
- Martin, M., Fenton, N.J. and Morin, H. (2021). Tree-related microhabitats and deadwood dynamics form a diverse and constantly changing mosaic of habitats in boreal old-growth forests. *Ecological Indicators*, 128, p.107813. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107813>
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2015). *Skogsbranden i Västmanland 2014*. (MSB798 – februari 2015). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/27530.pdf>
- Naturvårdsverket. (2006). *Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog*. (Rapport 5610). <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/5600/978-91-620-5610-7.pdf>
- Nilsson, B., Tyboni, M., Pettersson, A., Granström, A. & Olsson, H. (2014). *Punktgittertolkning av branden i Västmanland - Redovisning av uppdrag från Skogsstyrelsen*. (Arbetsrapport 433 2014). Umeå: SLU. https://pub.epsilon.slu.se/11733/11/nilsson_b_et_al_150113.pdf
- Niklasson, M. & Nilsson, S. G. (2015). *Skogsdynamik och arters bevarande*. 1 uppl., Studentlitteratur.
- Rolstad, J., Blanck, Y. & Storaunet, K.O. (2017). Fire history in a western Fennoscandian boreal forest as influenced by human land use and climate. *Ecological Monographs*, 87(2), pp.219–245. doi:<https://doi.org/10.1002/ecm.1244>.
- SFS (1979:429). *Skogsvårdslag*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen. (2018). *Miljöhänsyn vid avverkning i brandområden*. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruks-skog/skogsskador/skogsbrander/faktablad/miljohansyn-i-brandomraden.pdf>
- Skogsstyrelsen. (2020a). *Död ved*. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/malbilder-trad-och-buskar-med-naturvarden-samt-dod-ved--exempel.pdf>
- Skogsstyrelsen. (2020b). *Levande träd och buskar med naturvården*. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/malbilder-trad-och-buskar-med-naturvarden-samt-dod-ved/levande-buskar-och-trad-med-naturvarden--exempel-2020.pdf>
- Sveaskog. (2024). *Ekopark Öjesjöbrännan*. <https://www.sveaskog.se/upplev-naturen/besoksomraden/ekopark-ojesjobrannan/>

Paillet, Y., Debaive, N., Archaux, F., Cateau, E., Gilg, O. & Guilbert, E. (2019). Nothing else matters? Tree diameter and living status have more effects than biogeoclimatic context on microhabitat number and occurrence: An analysis in French forest reserves. *PLoS ONE*, 14(5), pp.e0216500–e0216500. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216500>.

Zemlerová, V., Kozák, D., Mikoláš, M., Svitok, M., Bače, R., Smyčková, M., Buechling, A., Martin, M., Larrieu, L., Paillet, Y., Roibu, C., Petritan I. O., Čada, V., Ferenčík, M., Frankovič, M., Gloor, R., Hofmeister, J., Janda, P., Kameniar, O. & Majdanová, L. (2023). Natural Disturbances are Essential Determinants of Tree-Related Microhabitat Availability in Temperate Forests. *Ecosystems*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10021-023-00830-8>.

Bilaga 1: Fältblankett

Coordinates:

Date:

Observers:

Fire category:

Record number	Tree number	Species	DBH	Dead/Alive	TreM type	Number/cover of TreMs
------------------	----------------	---------	-----	------------	--------------	--------------------------

Bilaga 2: Hypotesprövning per träd

Hypotesprövning med funktionen REGR i Excel.

Den linje Excel räknat fram till datapunkterna för $y = \text{TreMs per träd}$ och $x = \text{brandintensitet}$ är: $26,508x + 2,6439$. Med ett R^2 -värde på 0,5545, standardavvikelse (S_a) för riktningskoefficienten på 1,126349, standardavvikelse för residualerna (S_e) på 25,57908. Antalet frihetsgrader är 445.

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

$$t = (a - \alpha) / S_a = (26,508 - 0) / 1,126349 = 23,53439$$

På 5 % nivå, dubbelsidigt test, 445 frihetsgrader (∞) fås enligt tabellen $t=1,960$. På 1% nivå fås 2,576 och på 0,1% nivå 3,291. Eftersom beräknad testvariabel klarar att slå tabellvärdet upp till och med 0,1% nivå så kan H_0 förkastas. Därmed är H_1 bevisad och vi kan med 99,9 % säkerhet enligt testet säga att det finns ett positivt korrelerat samband mellan brandintensitet och TreMs per träd. Ju högre brandintensitet desto högre förekomst av TreMs.

Bilaga 3: Hypotesprövning per yta

Hypotesprövning med funktionen REGR i Excel.

Den linje Excel räknat fram till datapunkterna för $y = \text{TreMs per yta}$ och $x = \text{brandintensitet}$ är: $214,74 x + 157,89$. Med ett R^2 -värde på 0,341158. standardavvikelse (S_a) för riktningskoefficienten på 63,62156. standardavvikelse för residualerna (S_e) på 348,4696. Antalet frihetsgrader är 22.

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha \neq 0$$

$$t = (a - \alpha) / S_a = (214,74 - 0) / 63,62156 = 3,375192$$

På 5 % nivå, dubbelsidigt test, 22 frihetsgrader fås enligt tabellen $t=2,074$. På 1% nivå fås 2,819 och på 0,1% nivå 3,792. Eftersom beräknad testvariabel inte klarar att slå tabellvärdet på till 0,1% nivå så kan inte H_0 förkastas, utan måste accepteras på denna nivå. Slutsatsen blir då enligt testet att vi med 99 % säkerhet kan säga att det finns ett positivt korrelerat samband mellan TreMs per yta och brandintensitet. Ju högre brandintensitet desto högre förekomst av TreMs.

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-och-publicera/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.