

En jämförelse av antalet angripna träd av granbarkborren i naturreservat med olika trädsammansättning

MAJA HÖRNBÄCK 2022
MVEK12 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



En jämförelse av antalet angripna träd av granbarkborren i naturreservat med olika trädsammansättning

Maja Hörnbäck

2022

Bild framsida: Tagit under inventeringen i Fylleryds naturreservat av Maja Hörnbäck, bild tagen 10/4-22



LUNDS
UNIVERSITET

Maja Hörnbäck

MVEK12 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Georg K.S Andersson, Biologiska institutionen, Lunds universitet

Biträdande handledare: Martin N Andersson, Biologiska institutionen, Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatvetenskap

Lunds universitet

Lund 2022

Abstract

The forest industry has big problems with the bark beetle attacking trees. This results in that they must log the damaged trees, which leads to an economic loss. For a tree to be able to stand against a big populations of bark beetles, it needs to have a strong defence or be surrounded by other trees via associational resistance. Furthermore, natural enemies to the bark beetle can also act as a defence towards trees. Since attacks by the bark beetle results in a great economic loss, we may need to rethink the way we grow trees to reduce the number of attacks. This field study was done to get a better understanding of whether different tree diversities can affect the amount of trees being attacked by the bark beetle (*Ips typographus*) in nature reserves. Three different nature reserves were investigated to map the damage caused by the bark beetle in two spruce forests and one mixed forest. In each nature reserve nine locations were examined, where six of them were placed on the edge and three in the middle of the reserves. Regarding the locations on the edges, a 35 meter radius was examined and for the locations placed the middle, a 50 meter radius was examined. This area around each location was used to determine if the tree diversity influences the number of damaged trees. The results were analysed by performing a one-way ANOVA. The statistic result showed that there was no statistic significant difference between the different forests. However, the amount of damaged trees in one of the spruce forests were two times higher than the mixed forest.

Key words: *Ips typographus*, the bark beetle, nature reserve, tree diversity, spruce forest, mixed forest

Populärvetenskaplig sammanfattning

Det är ingen nyhet att stora delar av Sverige är täckt av skog. Det är också vår största export. I takt med ökade klimatförändringar vill man hitta mer hållbara energikällor, mer hållbara sätt att bygga, eller hållbara bränslekällor. För att klara denna utveckling har skogen en stor roll. Granbarkborren är en liten insekt som gillar att äta, bo och föröka sig i gran. Om det sker en stor storm och flera träd faller till marken är granbarkborren den första insekten att attackera dem. Om populationen av granbarkborren är tillräckligt stor kan de dessutom attackera levande friska träd vilket leder till att träden skadas och till slut dör. Skogsägare har idag stora problem med granbarkborren. I värsta fall kan stora delar av skogen få avverkas på grund av att träden blivit attackerade av granbarkborren. Detta resulterar i att de förlorar en stor del av sin inkomst. Vi hade kanske behövt nya incitament och regler på hur skog ska odlas för att minska angrepp av olika skadedjur?

Denna studie har undersökt om olika trädsmammansättning kan ha en betydelse för huruvida det finns mer eller mindre skadade träd av granbarkborren i naturreservat. Det sägs att lövträd kan kamouflera och skydda granar från granbarkborren så att de inte blir attackerade. I en skog med endast granar finns det större chans att granbarkborren hittar ett bra träd att attackera. Då gäller det att granen har ett starkt försvarssystem, precis som människans immunförsvar, för att kunna skydda sig mot granbarkborren. Om den hittar ett bra så kallat "värdräd" kan den också attackera flera träd runtomkring.

Resultatet av studien visade att det fanns mer än dubbelt så många skadade träd i en av granskogarna jämfört med blandskogen. Dock visade resultatet att det inte finns något statistiskt signifikant samband mellan olika trädsmammansättningar och antal skadade träd av granbarkborren. Det finns en hel del forskning om granbarkborren idag. Dessvärre fokusera forskningen inte tillräckligt mycket på att hitta skadade träd av granbarkborren i olika trädsmammansättningar och i naturreservat. Därför är det viktigt att fortsätta undersöka granbarkborren för att klara framtidens klimatförändringar och skadedjursangrepp och i sin tur kunna möta framtidens efterfrågan på trä.

Innehållsförteckning

Inledning.....	7
<i>Syfte och frågeställning.....</i>	<i>9</i>
Metod.....	10
<i>Etisk reflektion.....</i>	<i>11</i>
Resultat.....	13
<i>Resultat av ANOVA.....</i>	<i>13</i>
Diskussion.....	15
Slutsats.....	18
Tack.....	20
Referenser.....	21

Inledning

I takt med ökad klimatförändring sker mer extremväder som stormar, extrema temperaturer och skyfall. Många delar av Europa har drabbats av angrepp av granbarkborren (*Ips typographus*), vilket orsakats av olika typer av extremväder, i synnerhet stormar. Förutom att granbarkborren påverkar de enskilda träden har det dessutom en stor effekt på ekonomin i skogssektorn (Hýsek et al., 2021).

Det kan ta mellan ett och tre år för ett område att bli kraftigt angripet av granbarkborren. Stora stormar kan orsakar stort antal nedfällda träd, vilket i sin tur skapar gynnsamma förhållanden för granbarkborren att föröka sig i. Granbarkborren angriper oftast döda träd, med obefintligt eller svagt försvar, när deras population är som lägst. När populationen är tillräckligt stor har de en förmåga att tillsammans attackera friska träd utan att trädet hinner försvara sig (Mezei et al., 2014; Økland et al., 2015; Hýsek et al., 2021). Hur träden är placerade i skogen spelar stor roll för att granbarkborren ska gå från endemiska till epidemiska nivåer (Økland et al., 2015; Potterf et al., 2019). I en naturlig urskog kan det finnas olika sorters nedfällda träd, till exempel uppräckta träd, stubbar som har rotanslutning eller träd som ligger trasiga på marken. Tack vare att alla träden är olika i en urskog, så skiljer de sig även i risk för uttorkning, försvarskapacitet och attraktionskraft, vilket kan vara faktorer till varför granbarkborren angriper ett träd. Temperatur kan dessutom vara en ”trigger” för att det ska bli ett utbrott av granbarkborren. Om det finns ett mer öppet område så blir strålningen från solen på skogen mer intensiv och i skogar som påverkats av vindstormar tenderar solstrålningen att vara högre (Hanson & Lorimer, 2007) i jämförelse med skogar som har en mer tät trädskrona (Hroššo et al., 2020).

Om granbarkborren angriper ett träd sägs det utgöra ett hot mot intilliggande bestånd, upp till cirka 500 meter bort (Wermelinger, 2004). Även i situationer utan stora utbrott är det vanligt att granbarkborren dödar ensamma granar i till exempel skogsbryn (Eriksson et al., 2005). För att förhindra att de friska träden attackeras efter en stor storm tas de vindfällda granarna bort direkt. Dock är död ved en stor faktor för att bevara den biologiska mångfalden i en skog. Endast ett fåtal studier har gjorts för att undersöka risken för trädödlighet i skogar där vindfällda träd har lämnats (Schroeder & Lindelöw, 2002).

Inom skogsförvaltningen har det länge funnits en osäkerhet huruvida olika trädsammansättningar minskar skador från skadedjursangrepp och sjukdomar. Fördelarna med att ett träd kan få en minskad andel skadedjur på grund av mångfalden av närliggande träd kallas ”föreningsmotstånd” (associational resistance) (Root, 1973). Förekomsten och betydelsen av föreningsmotstånd kan variera beroende på egenskaperna hos värden och skadedjuret samt egenskaperna hos de andra träden som finns i området (Conner et al., 2014). Dessutom kan andelen trädskador vid angrepp från skadedjur påverkas av vilken typ av landskap träden befinner sig i. Detta kan förvirra skadedjuret och maskera träden (Cappuccino et al., 1998; Simard et al., 2012). Insekter använder sig av kemiska eller visuella ledtrådar för att lokalisera ett passade värdträd, och därför kan högre träddiversitet göra att olika kemiska och fysikaliska faktorer hindrar insekten från att lokalisera ett värdträd (Jactel et al., 2011). Föreningsmotstånd kan uppnås i skogssamhällen där trädens diversitet ökar vilket kan resultera i att antalet naturliga fiender för skadeinsekten ökar (Jactel et al., 2005). Dessutom kan en minskning av värdväxtdensiteten, det vill säga minskad monokultur, också resultera i mindre skadedjursangrepp (Otway et al., 2005).

Denna studie är viktig för att öka förståelsen för hur olika trädsammansättningar påverka risken för skadedjursangrepp. Studien fokusera specifikt på granbarkborren och ämnar utreda vilken typ av skogsbruk som är mest gynnsam, med avseende för att minska angrepp.

Det finns undersökningar där de undersöker populationen av granbarkborren i vindfällda träd i produktionsskogar (Hroššo et al., 2020; Økland et al., 2016), men inte i naturreservat. Det finns även artiklar om hur man övervakar granbarkborren (Li et al., 2021) och dess utbredning i både skyddad skog och produktionsskog (Borkowski & Podlaski, 2011). Utöver det finns det flera artiklar som förklarar ”föreningsmotstånd” (Conner et al., 2014; Jactel et al., 2005, 2011).

SLU har gjort en inventering där de undersökte skadade träd av granbarkborren på olika platser i mellersta Sverige. Dessa platser var produktionsskog, inte urskog eller naturreservat (Wulff & Roberge, 2020). Det är en brist på forskning om hur olika trädsammansättningar i naturreservat kan ha någon betydelse för antalet angrepp.

Syfte och frågeställning:

Syftet med arbetet är att undersöka om olika typer av trädammansättning kan påverka antalet angripna träd av granbarkborren. Avgränsningarna i arbetet är bland annat att skyddade skogar i form av naturreservat kommer att undersökas. Undersökningen kommer att ske i södra Sverige. Den kommer dessutom kolla efter angrepp från granbarkborren och inga andra djur eller faktorer. Alla arter av träd kommer att undersökas samt både stående och fallna träd. Frågeställningen lyder:

- Hur stort är antalet angripna träd av granbarkborren i naturreservat med olika trädammansättning?

Där hypotesen blir följande:

- Antalet angripna träd är större i en grandominerad skog än i en blandskog.

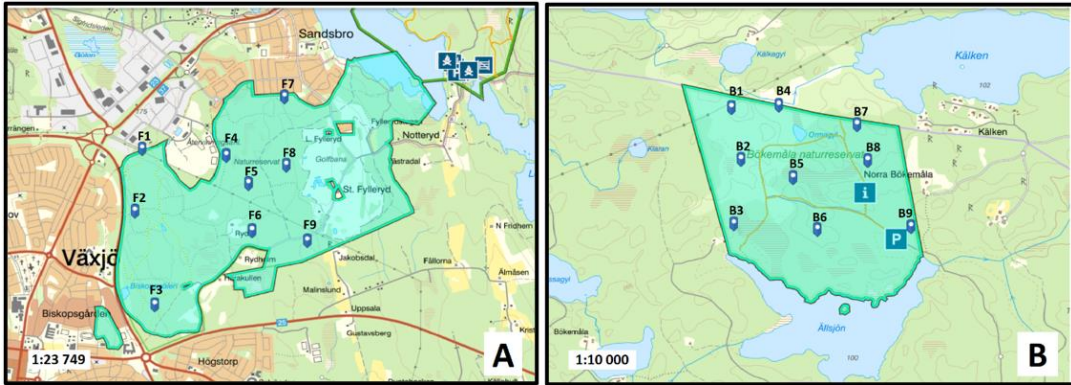
Metod

För att undersöka om olika typer av trädsammansättning i naturreservat kan påverka antalet angripna träd av granbarkborren har följande metod använts. Tre olika naturreservat med två olika typer av trädsammansättningar valdes ut. Valen av naturreservat baseras på Skogsstyrelsens kartor som visar områden med stor risk för angrepp av granbarkborren (Skogsstyrelsen, u.å). Fältarbetet utfördes under dagarna 10-17/4-2022. Fylleryd naturreservat, som senare i rapporten kommer benämnas som Granskog 1, i Växjö valdes och har en grandominerad skog. De andra två naturreservaten var, Bökemåla, som senare i rapporten kommer att benämnas som Blandskog 1, och Siggaboda södra, som senare i rapporten kommer att benämnas som Granskog 2, i Blekinge län. Siggaboda södra har en dominerad barrskog och Bökemåla är en blandskog av barr och lövträd. Alla naturreservat delades upp i tre delar, norra, centrala och södra delen (Figur 1-2). I punkterna närmast kanterna av naturreservatet undersöktes en radie på 35 meter och punkterna i mitten en 50 meters radie. Antalet angripna och skadade granar, tallar och lövträd räknades och antecknades. Inventeringen skedde enligt Skogsstyrelsens metod för att upptäcka granbarkborreangrepp på träd, både för sommar och vintertid (Skogsstyrelsen, 2021). Eftersom undersökningsplatserna var i naturreservat togs barken inte bort från träden. Naturreservat är skog som sköts om och då, tas i regel, angripna träd bort när de upptäcks. Det här skapar en felkälla i resultatet eftersom tecken på borttagna träd inte inkluderas. De kommer inte inkluderas främst för att det inte går att avgöra av vilken anledning som träden har avverkats. Denna metod anses vara mest rimlig för att kunna svara på frågeställningen inom tidsramen för projektet.

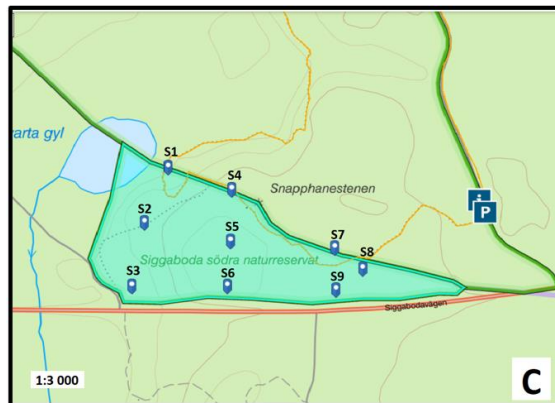
Resultatet analyserades med hjälp av analysmodellen envägs-ANOVA (variationsanalys) i datorprogrammet Excel. I analysen jämfördes antal skadade träd i Granskog 1 mot Blandskog 1, och Granskog 2 mot Blandskog 1. Resultatet presenteras i tabeller som visar antalet angripna träd i de olika skogarna för att sedan jämföra dem.

Etisk reflektion

Arbetet går ut på att undersöka skyddad skog som i dagsläget är naturreservat. På länsstyrelsens hemsida för Kronobergs län och Blekinge län står det vad som inte är tillåtet att göra i ett naturreservat (Länsstyrelsen Kronoberg, u.å.-a; Länsstyrelsen Blekinge u.å-a, u.å-b). För att undvika eventuella etiska dilemman ska reglerna följas så noga som möjligt. Trots det etiska dilemman bör forskningen inom detta ämne utvecklas mer då jag anser att undersökningar om granbarkborren i skyddad skog är bristande.



Figur 1: Undersökningpunkter i Fylleryds (granskog 1) och Bökemåla (blandskog 1) naturreservat. Där F och B står för första bokstaven i namnet på naturreservatet. Punkterna 1, 4 och 7 ligger i norr i båda naturreservaten. Kartorna är tagna från Länsstyrelsens hemsida för Blekinge och Kronobergs län. Copyright: Lantmäteriet.



Figur 2: Undersökningpunkter i Siggaboda södra naturreservat (granskog 2). Där S står för första bokstaven i namnet på naturreservatet. Punkterna 1, 4 och 7 ligger i norr i naturreservatet. Kartan är tagen från Länsstyrelsens hemsida för Blekinge län. Copyright: Lantmäteriet

Resultat

I Granskog 1, för punkterna F2 och F9, var antalet skadade träd av granbarkborren hög i jämfört med de andra punkterna samt de andra naturreservaten (Tabell 1). Figur 1 bild A, visar att punkt F9 låg i den södra delen av naturreservatet i kanten och mot skog som inte är naturreservat medan punkt F2 låg åt väster i naturreservatet mot Växjö stad. I punkt F6 hittades en skylt där det stod att kommunen avverkade träd som blivit angripna av granbarkborren för att minska spridning. Flest skadade träd i Blandskog 1 hittades i punkt B3 som låg i kanten av naturreservatet i den sydvästra delen (Figur 1 bild B & Tabell 1). I Granskog 2 var det punkt S8 som hade högsta antalet skadade träd på en punkt (Tabell 1). Här noterades det att hälften av de träden var döda. Punkten S8 låg i öst i naturreservatet och i mitten (Figur 2). På den punkten noterades att det fanns mycket död ved och vindfällda träd. De träden med angrepp i punkt S1 noterades alla vara döda.

Tabell 1: Antalet angripna träd i undersökningspunkt. Högsta antalet i varje naturreservat är markerat i rött.

Mätpunkt	Granskog 1	Mätpunkt	Blandskog 1	Mätpunkter	Granskog 2
F1	1	B1	0	S1	3
F2	5	B2	2	S2	1
F3	4	B3	3	S3	1
F4	1	B4	0	S4	0
F5	4	B5	1	S5	0
F6	0	B6	1	S6	1
F7	2	B7	2	S7	1
F8	1	B8	0	S8	4
F9	8	B9	1	S9	0
Totalt:	26	Totalt:	10	Totalt:	11

Granskog 1 var en yngre skog med unga träd och tydliga vandringsleder (Tabell 2). Det fanns flera områden med kalhygge och naturreservatet låg nära urban miljö. Granskog 2 var en äldre skog med äldre träd (Tabell 2). Det fanns en del död ved samt vindfällda träd. Det fanns inga tydliga vandringsleder, utan träd och stenar hade märkts ut för att veta vart man skulle gå. Flera områden i naturreservatet hade kalhygge, speciellt i punkterna S3, S4 och S5 (Tabell 1 & Figur 2). Blandskog 1 var en skog med både äldre och yngre träd men uppfattades som en yngre skog (Tabell 2). Det fanns relativt tydliga vandringsleder. Här hittades också områden med kalhygge, speciellt i punkt B7 och B8 (Tabell 1 & Figur 1 bild B).

Tabell 2: Egenskaper/förutsättningar i de olika skogarna. Grön markering innebär att kategorin hittades i skogen och röd att den inte hittades.

Kategorier	Död ved	Äldre träd	Yngre träd	"Ny skog"	"Äldre skog"	Tydliga vandringsleder	Områden med kalhygge	Vindfällda träd	Sämre vandringsleder	Nära urbana områden
Granskog 1										
Granskog 2										
Blandskog 1										

Resultat av ANOVA-analys

Resultatet av ANOVA-analysen för Granskog 1 och Blandskog 1 visar att det inte finns ett statistiskt signifikant samband mellan de olika skogarna eftersom p-värdet är större än 0,05 (Tabell 3). Granskog 1 hade ett medelvärde på nästan 3 skadade träd per punkt medan Blandskog 1 hade medelvärdet cirka 1 skadat träd per punkt (Tabell 3).

Tabell 3: Resultat av envägs-ANOVA med Granskog 1 och Blandskog 1. KvS innefattar "sum of squares (SS)" och MKv motsvarar "mean squares (MS)".

Grupper	Antal	Summa	Medelvärde	Varians
Granskog 1	9	26	2,8	6,6
Blandskog 1	9	10	1,1	1,1

ANOVA						
Variationsursprung	KvS	fg	MKv	F	p-värde	F-krit
Mellan grupper	14	1	14	3,7	0,073	4,5
Inom grupper	62	16	3,8			
Totalt	76	17				

Resultatet av ANOVA-analysen för Granskog 2 och Blandskog 1 visar, även här, att det inte finns en statistisk signifikant samband mellan de olika skogarna eftersom p-värdet är större än 0,05 (Tabell 4). Granskog 2 hade, ungefär samma som Blandskog 1, ett medelvärde på cirka 1 skadat träd per punkt (Tabell 4).

Tabell 4: Resultat av envägs-ANOVA med Granskog 2 och Blandskog 1. KvS innefattar "sum of squares" och MKv motsvarar "mean squares".

Grupper	Antal	Summa	Medelvärde	Varians
Blandskog 1	9	10	1,1	1,1
Granskog 2	9	11	1,2	1,9

ANOVA						
Variationsursprung	KvS	fg	MKv	F	p-värde	F-krit
Mellan grupper	0,055	1	0,055	0,036	0,85	4,5
Inom grupper	24	16	1,5			
Totalt	24	17				

Diskussion

Resultatet av studien visar att det inte fanns något statistiskt signifikant samband mellan antalet skadade träd och olika trädsmammansättningar (Tabell 3 & 4). I Granskog 1 återfanns det mer än dubbelt så många skadade träd jämfört med Granskog 2 och Blandskog 1 (Tabell 1).

Punkten F9 hade flest skadade träd av alla naturreservaten (Tabell 1). Punkten F9 låg i utkanten av naturreservatet och angränsade till skog som inte är naturreservat. Om den angränsande skogen är en produktionsskog, kan det vara en anledning till att den punkten hade fler skadade träd, då granbarkborren gärna angriper produktionsskog på grund av gynnsamma förhållanden (Hýsek et al., 2021). Det stärker även faktumet att de oftast angriper flera träd i ett visst område (Wermelinger, 2004). På punkten F6 observerades det att det fanns en skylt där det stod att de avverkade träd som blivit angripna av granbarkborren för att minska spridning, vilket kan vara en anledning till att inga skadade träd hittades på platsen (Figur 1 bild A). Ingen rimlig förklaring hittades till varför punkt F2 hade fler skadade träd än en del andra punkter, eftersom det noterades att det fanns en stor andel tall, gentemot granar, i den punkten (Figur 1 bild A). M.N Andersson (personlig kommunikation) antydde att det kan finnas vissa indikationer på att en blandning av tall och gran kan öka antalet angrepp på gran, men forskningen inom det området är inte tillräcklig och bör undersökas mer.

Granskog 2 hade flera karaktärsdrag som liknade urskog (Tabell 2). Naturreservatet angränsade till ett större naturreservat i norr, med stor andel löv och barrträd. Söder om naturreservatet gick det en större landsväg och efter vägen fanns det en granskog. I punkterna S7-S9 uppfattades träden som lite yngre, då de var smalare och mer välplacerade än träden i andra delar av naturreservatet, vilket kan uppfattas som att det inte var längesedan det var en produktionsskog. Det kan möjligtvis vara en anledning varför punkten S8 hade störst andel skadade träd (Tabell 1). På plats i naturreservatet var det otydligt var gränsen för naturreservatet gick. I Figur 2, som kommer från Länsstyrelsens hemsida (Länsstyrelsen Blekinge, u.å-a), ser man tydligt vart gränserna går. På plats var det inte lika tydligt, och ibland uppfattades det som att de hade ändrat vad som var naturreservat och inte. Det var kalhygge på punkterna S4, S5 och S9, vilket

kan vara en anledning till att inga skador hittades på platserna (Tabell 1 & Figur 2). Varför träden huggits ner framkom inte.

Blandskog 1 hade både löv och barrträd. Denna skog hade flera karaktärsdrag (Tabell 2). Även i denna skog fanns det kalhyggen, men inte i lika stor utsträckning som i de andra skogarna, och inte heller här framkom det varför. Punkten B3 hade flest skadade träd på samma punkt i detta naturreservat (Tabell 1). Punkten låg i sydvästra delen av reservatet och angränsade till skog som inte är reservat (Figur 1 bild B). Vad det var för typ av skog noterades inte. I Blandskog 1 var det generellt en låg andel skadade träd, vilket var förväntat med tanke på principen om ”föreningsmotstånd” (associational resistance) (Root, 1973).

Både Granskog 2 och Blandskog 1 hade mindre antal skadade träd jämfört med Granskog 1 (Tabell 1). I Granskog 2 fanns det olika sorters träd som skiljer sig i risk för uttorkning, dess försvarskapacitet och attraktionskraft som kan vara en faktor till varför granbarkborren angriper ett träd eller inte (Hanson & Lorimer, 2007). Skogens trädskrona var relativt tät på flera ställen som förhindrar solljus att tränga sig genom, vilket är en faktor som kan göra att det går från endemiska till epidemiska nivåer av granbarkborren (Hanson & Lorimer, 2007; Hroššo et al., 2020). Dessutom skulle det kunna vara så att det finns fler naturliga fiender i Granskog 2, eftersom det fanns mycket död ved jämfört med Granskog 1 (Jactel et al., 2005).

ANOVA-analysen för Granskog 1 och Blandskog 1 gav inget statistiskt signifikant samband (Tabell 3). Baserat på att antalet skadade träd var så pass högre i Granskog 1 jämfört med Blandskog 1 så förväntades resultatet att få ett signifikant samband. ANOVA-analysen för Granskog 2 och Blandskog 2 gav inget statistiskt signifikant samband vilket verkar rimligt då antal skadade träd mellan skogarna knappt skiljde sig åt (Tabell 4). Inför arbetet fanns redan en viss kunskap om Excel, och därför valdes det. Dessutom låg det inte inom tidsramen att lära sig ett nytt statistikprogram. I framtiden hade analysprogram som ”R” och ”SPSS” möjligtvis varit bättre på grund av att de kan hantera mer komplicerade analyser och data än vad Excel kan.

Frågeställningen för arbetet är ”Hur stort är antalet angripna träd av granbarkborren i naturreservat med olika trädammansättning?” där hypotesen är att antalet angripna träd är större i en grandominerad skog än i en blandskog. Det krävs fler undersökningar för att konstatera att hypotesen stämmer, men denna studie visar att det kan finnas en trend till det. Studien visar också att man kan

konstatera att granskogens egenskaper skulle också kunna göra att det blir mindre angrepp och skador, som i Granskog 2.

En brist som finns i metoden är att bara en blandskog hittades och jämfördes med de två granskogarna. Detta beror på att de blandskogarna som besöktes inte var tillgängliga med bil. Dessutom var det för långt att gå till naturreservatet från eventuella parkeringsplatser, och då hade inte tiden räckt till. Det var kalhyggen i alla naturreservat av olika anledningar, vilket gjorde att det ibland var svårtillgängligt att komma fram och att hitta träd som var skadade. Inventeringen skedde enligt Skogsstyrelsen och utgick från bilder på deras hemsida om hur angrepp såg ut och hur man identifiera angripna träd (Skogsstyrelsen, 2021). I fält fanns det en viss svårighet att se om angreppen var från granbarkborren eller något annat djur, vilket leder till en mänsklig felkälla. För att undvika detta behövs mer erfarenhet för inventering av granbarkborren.

För framtida undersökningar hade man kunnat undersöka andelen skadade träd i granskog och blandskog i de olika undersökningspunkterna. Då hade man istället fått en procentsats utifrån hur många träd det finns i området och hur många av dem som är skadade, vilket hade varit intressant att undersöka.

Slutsats

Resultatet av studien visade att det inte fanns någon statistisk signifikant skillnad mellan antal skadade träd och olika trädsmammansättning. Trots det påvisade resultatet, fanns det mer än dubbelt så många skadade träd i en av granskogarna jämfört med blandskogen. Detta kan indikera att det finns en viss skillnad mellan antalet skadade träd av granbarkborren i olika typer av skogar, men kan inte påvisas statistiskt med analysen som gjorts i denna studie.

Med tidigare kunskap om granbarkborren och vilken effekt den har på träden, är fortsatta studier inom ämnet av stort intresse. Genom att utveckla våra odlingsmetoder av skog hade man kunnat främja den biologiska mångfalden, och inte minst lära oss hur skogen kan odlas på ett mer gynnsamt sätt för att minska angrepp av granbarkborren. Detta för att möjliggöra nyttjandet av jordens resurser, vilket i detta fall handlar om att möjliggöra en långsiktig och hållbar skogsproduktion som kan leva upp till dagens – och framtidens behov.

Tack

Stort tack till Georg Andersson som varit min handledare och som har hjälp och stöttat mig under hela arbetets gång. Jag vill också tacka Martin N Andersson som i början av arbetet kom med flera bra idéer, tankar och åsikter. Jag vill även ge ett stort tack till min familj och sambo som var med mig ute i fält. Sist men inte minst vill jag tacka alla vänner och Nina Reistad som har kommit med bra synpunkter och gett mig driv under genomförandet av mitt examensarbete.

Referenser

- Borkowski, A., & Podlaski, R. (2011). Statistical evaluation of *Ips typographus* population density: A useful tool in protected areas and conservation-oriented forestry. *Biodiversity and Conservation*, 20(13), 2933–2951. <https://doi.org/10.1007/S10531-011-0121-1>
- Cappuccino, N., Lavertu, D., Bergeron, Y., & Régnière, J. (1998). Spruce budworm impact, abundance and parasitism rate in a patchy landscape. *Oecologia* 1998 114:2, 114(2), 236–242. <https://doi.org/10.1007/S004420050441>
- Conner, L. G., Bunnell, M. C., & Gill, R. A. (2014). Forest diversity as a factor influencing Engelmann spruce resistance to beetle outbreaks. *Https://Doi.Org/10.1139/Cjfr-2014-0236*, 44(11), 1369–1375. <https://doi.org/10.1139/CJFR-2014-0236>
- Eriksson, M., Pouttu, A., & Roininen, H. (2005). The influence of windthrow area and timber characteristics on colonization of wind-felled spruces by *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management*, 216(1–3), 105–116. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2005.05.044>
- Hanson, J. J., & Lorimer, C. G. (2007). Forest structure and light regimes following moderate wind storms: Implications for multi-cohort management. *Ecological Applications*, 17(5), 1325–1340. <https://doi.org/10.1890/06-1067.1>
- Hroššo, B., Mezei, P., Potterf, M., Majdák, A., Blaženec, M., Korolyova, N., & Jakuš, R. (2020). Drivers of Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*) Infestations on Downed Trees after Severe Windthrow. 11, 1290. <https://doi.org/10.3390/f11121290>
- Hýsek, Š., Löwe, R., & Turčáni, M. (2021). What Happens to Wood after a Tree Is Attacked by a Bark Beetle? *Forests* 2021, Vol. 12, Page 1163, 12(9), 1163. <https://doi.org/10.3390/F12091163>

- Jactel, H., Birgersson, G., Andersson, S., & Schlyter, F. (2011). Non-host volatiles mediate associational resistance to the pine processionary moth. *Oecologia*, 166(3), 703–711. <https://doi.org/10.1007/S00442-011-1918-Z/FIGURES/2>
- Jactel, H., Brockerhoff, E., & Duelli, P. (2005). A Test of the Biodiversity-Stability Theory: Meta-analysis of Tree Species Diversity Effects on Insect Pest Infestations, and Re-examination of Responsible Factors. *Forest Diversity and Function*, 235–262. https://doi.org/10.1007/3-540-26599-6_12
- Länsstyrelsen Blekinge. (u.å-a). *Bökemåla*. <https://www.lansstyrelsen.se/blekinge/besoksmal/naturreservat/bokemala.html> hämtad 2022-04-07
- Länsstyrelsen Blekinge. (u.å-b). *Siggaboda södra*. <https://www.lansstyrelsen.se/blekinge/besoksmal/naturreservat/siggaboda-sodra.html> hämtad 2022-04-17
- Länsstyrelsen Kronoberg. (u.å.-a). *Fylleryd*. <https://www.lansstyrelsen.se/kronoberg/besoksmal/naturreservat/fylleryd.html> hämtad 2022-04-07
- Li, M., Jansson, S., Runemark, A., Peterson, J., Kirkeby, C. T., Jönsson, A. M., & Brydegaard, M. (2021). Bark beetles as lidar targets and prospects of photonic surveillance. *Journal of Biophotonics*, 14(4). <https://doi.org/10.1002/JBIO.202000420>
- Mezei, P., Grodzki, W., Blaženec, M., & Jakuš, R. (2014). Factors influencing the wind-bark beetles' disturbance system in the course of an *Ips typographus* outbreak in the Tatra Mountains. *Forest Ecology and Management*, 312, 67–77. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2013.10.020>
- Økland, B., Nikolov, C., Krokene, P., & Vakula, J. (2015). *Transition from windfall-to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle Ips typographus*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.12.007>
- Økland, B., Nikolov, C., Krokene, P., & Vakula, J. (2016). Transition from windfall- to patch-driven outbreak dynamics of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Forest Ecology and Management*, 363, 63–73. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2015.12.007>

- Otway, S. J., Hector, A., & Lawton, J. H. (2005). Resource dilution effects on specialist insect herbivores in a grassland biodiversity experiment. *Journal of Animal Ecology*, 74(2), 234–240. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2656.2005.00913.X>
- Potterf, M., Nikolov, C., Kočická, E., Ferenčík, J., Mezei, P., & Jakuš, R. (2019). Landscape-level spread of beetle infestations from windthrown- and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 432, 489–500. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2018.09.050>
- Root, R. B. (1973). Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica Oleracea*). *Ecological Monographs*, 43(1), 95–124. <https://doi.org/10.2307/1942161>
- Schroeder, L. M., & Lindelöw, Å. (2002). Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: A comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*, 4(1), 47–56. <https://doi.org/10.1046/J.1461-9563.2002.00122.X>
- Simard, M., Powell, E. N., Raffa, K. F., & Turner, M. G. (2012). What explains landscape patterns of tree mortality caused by bark beetle outbreaks in Greater Yellowstone? *Global Ecology and Biogeography*, 21(5), 556–567. <https://doi.org/10.1111/J.1466-8238.2011.00710.X>
- Skogsstyrelsen. (2021). *Skogsstyrelsen - Tecken på angrepp av granbarkborre*. <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/skogsskador/insekter/granbarkborre/tecken-pa-angrepp-av-granbarkborre/> hämtad 2022-04-10
- Skogsstyrelsen. (u.å). *Kartor*. <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/> hämtad 2022-04-10
- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1–3), 67–82. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2004.07.018>
- Wulff, S., & Roberge, C. (2020). *Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2020*. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU.

