



Kandidatarbeten
i Skogsvetenskap
Fakulteten för Skogsvetenskap

2020:16

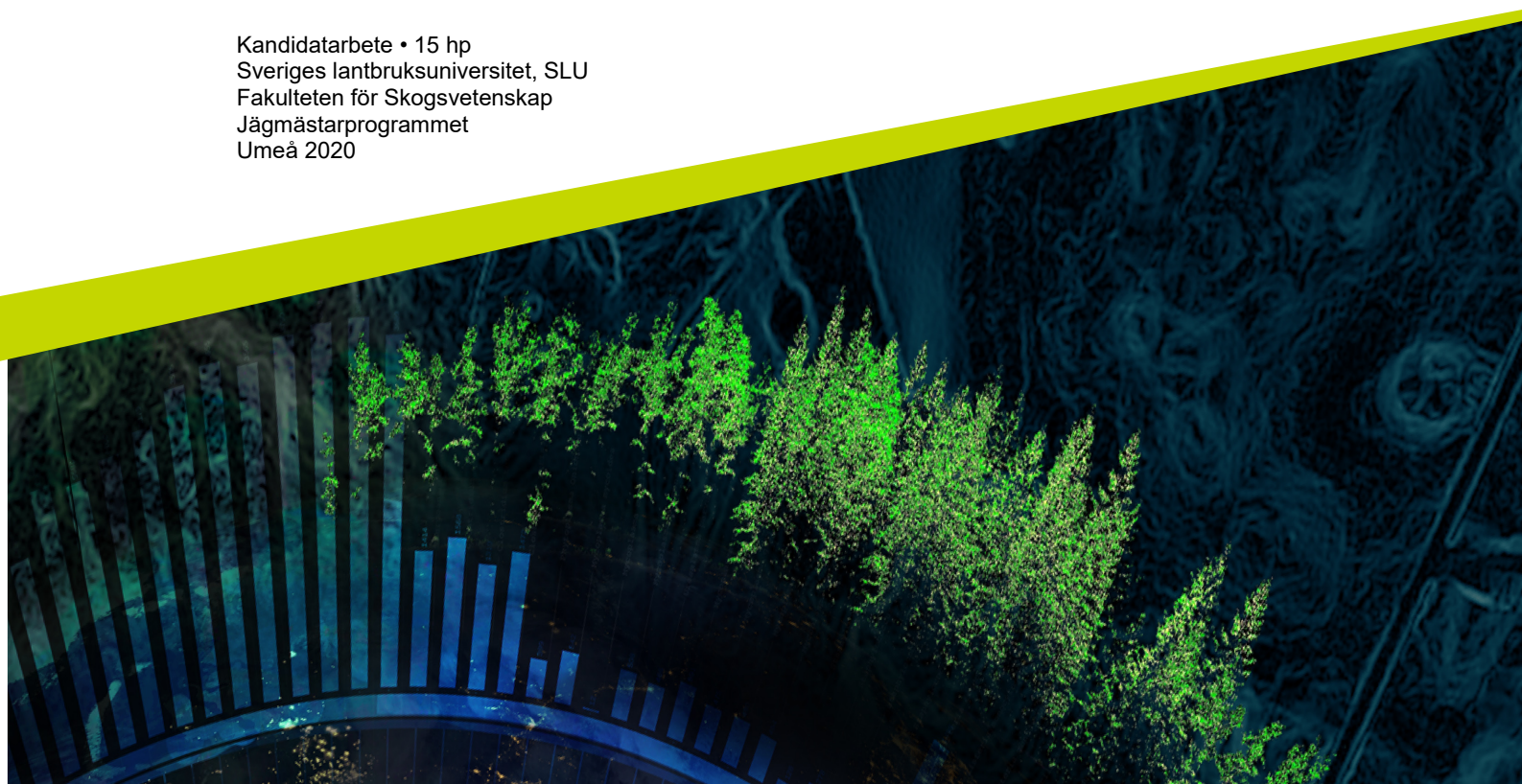
Gallringens effekter på botten- och fält- skikt i grandominerad produktionskog

– En studie av hur störning kan påverka β -diversitet i Norrland och Svealand.

Thinning effects on ground- and field layer in Norway spruce dominated Swedish production forest
- A study on how disturbance may affect β -diversity in boreal Sweden.

William Jaktén Langert & Andreas Widell

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för Skogsvetenskap
Jägmästarprogrammet
Umeå 2020



Gallringens effekter på botten- och fältskikt i grandominerad produktionskog – En studie av hur störning kan påverka β -diversitet i Norrland och Svealand.

Thinning effects on ground- and field layer in Norway spruce dominated Swedish production forest – A study on how disturbance may affect β -diversity in boreal Sweden.

William Jaktén Langert & Andreas Widell

Handledare:	Jörgen Sjögren, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vilt, fisk och miljö
Examinator:	Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod:	EX0911
Program/utbildning:	Jägmästarprogrammet, Sveriges lantbruksuniversitet
Serietitel:	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Delnummer i serien:	2020:16
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2020
Nyckelord:	Biodiversitet, bottenskikt, fältskikt, störning, gallring, boreal skog.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

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. Mer information om publicering och arkivering går att hitta 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.

SAMMANFATTNING

Den boreala skogens beståndsstruktur har historiskt primärt präglats av brand, vilket skapat en flerskiktad beståndsstruktur. Störning är därför en avgörande faktor för artmångfald i dessa ekosystem. När svenskt skogsbruk startade med dimensionsavverkning ökade ljusinsläpp och näringstillgång vilket potentiellt har gynnat tillväxten i botten- och fältskikt. Dimensionsavverkningen förändrade skogen men ett kontinuerligt trädbeklätt landskap med en flerskiktad beståndsstruktur bevarades.

Idag motverkas de naturliga störningsregimerna av skogsbruket. Den vanligaste antropogena störningen är idag trakthyggesbruket, vilket har förändrat beståndsstrukturen på landskapsnivå. Landskapet domineras av enskiktad skog vilket kan missgynna ljusberoende arter i de lägre skikten. I trakthyggesbruket ingår skogsbruksåtgärden gallring som kan liknas vid intermediär störning. Gallring bör likt dimensionsavverkning ge förbättrade växtförutsättningar i botten- och fältskikt.

Syftet med denna studie var att undersöka hur gallring påverkar diversiteten mellan lokaler. Genom kvantitativ analys studerades åtgärdens påverkan på β -diversitet (Whittakers definition) i botten- och fältskikt. Studien baserades på data från Riksskogstaxeringen, för grandominerad mark i Svealand och Norrland (den boreala klimatzonen). Ett ogallrat stickprov med samma förutsättningar användes som kontroll. En statistisk analys genomfördes med hjälp av ett parat T-test för att undersöka om signifikant skillnad i β -diversitet fanns vid tidpunkten T1 och T2. Dessutom utfördes T-test för att undersöka om signifikant skillnad i β -diversitet fanns mellan den gallrade och ej gallrade populationen vid respektive tidpunkt.

Resultatet av denna studie visade ingen signifikant skillnad i β -diversiteten före (T1) och efter (T2) gallring. Inte heller den ej gallrade kontrollen visade någon signifikant skillnad i β -diversiteten mellan T1 och T2. Studien kunde inte heller visa någon signifikant skillnad mellan den gallrade och ej gallrade populationen vid varken tidpunkt T1 eller T2. Att ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan gallrad och ej gallrad skog kan främja gallringen som en åtgärd som ger både ekonomisk avkastning och samtidigt bibehåller β -diversitet. Gallring och annan störning är också viktiga inslag i landskapet för att bibehålla och främja biodiversitet.

Nyckelord: biodiversitet, bottenskikt, fältskikt, störning, gallring, boreal skog.

ABSTRACT

Boreal forest has historically been primarily shaped by fire, which created a multi-layered forest structure. Disturbances are crucial for the plants in those systems due to their life history, and therefore a decisive factor for the biodiversity in the boreal forest. When Swedish forestry developed into dimensional cutting it gave a higher level of light transmission and nutrient availability to the ground- and field layer which potentially led to an increment in growth rate. Even though the dimensional cutting led to a change in the forest structure it kept a landscape with a continuous forest cover.

In modern Swedish forestry natural disturbances are prevented by management. Today the disturbance regime is anthropogenic, with clear-cutting as the main disturbance. This has altered the structure of the forest to become even-aged and single layered, which disfavours light demanding species in the lower vegetation layers. Thinning is a standardized measure for even-aged forestry in Sweden. Thinning may resemble an intermediate disturbance and might, like dimensional cuttings, give a higher level of light transmission and nutrient availability to the ground- and field layer.

This report aimed to study how thinning affect the diversity of the landscape by analysing its effect on β -diversity (Whittakers definition) for the plant communities in the ground- and field layer in boreal Sweden. The report used data from the national forest inventory for spruce dominated stands, as well as an unmanaged spruce dominated sample for control. A statistical analysis was made to investigate if there were a statistically significant difference in β -diversity at time T1 or T2. This was made through a paired T-test. Further a T-test were conducted to test if there were any statistically significant difference between the thinned or the unmanaged sample at those given times.

The results showed no statistical significance in difference of the β -diversity for the time before thinning (T1) to the β -diversity after the management measure (T2). Nor did the β -diversity differ significantly for the unmanaged sample at T1 and T2. Neither could the study show any statistical significance for a difference in β -diversity between the two sampled populations. That no statistically significant difference was shown between pruned and not pruned forest could promote pruning as a measure that gives financial return while simultaneously maintaining β -diversity. Pruning and other disturbance are also vital elements in the landscape to keep as well as advance biodiversity.

Keywords: biodiversity, ground layer, field layer, disturbance, thinning, boreal forest.

Förord

Vid skogsfakulteten på Sveriges lantbruksuniversitet skriver studenter inom jägmästarprogrammet under vårterminen år tre ett arbete om 15 högskolepoäng för filosofie kandidatexamen. Denna studie skrivs inom ämnet skogsvetenskap. Vi har i den här studien valt att undersöka hur skogsbruksåtgärden gallring kan påverka växtligheten i mark- och fältskikt i grandominerad boreal skog. Detta för att kunna utveckla och pröva våra kunskaper inom begreppet diversitet men också på grund av frågans aktualitet i diversitetsdebatten.

Vi vill först och främst tacka vår tålmodiga, engagerade och kunniga handledare Jörgen Sjögren vid institutionen för vilt, fisk och miljö på Sveriges lantbruksuniversitet. Utan dig hade vi inte kunnat utföra studien med så få sammanbrott. Vidare vill vi tacka analytikern Jonas Dahlgren vid avdelningen för skoglig statistikproduktion för ett gediget arbete med datasammanställning från riksskogstaxeringens svårnavigerade guldgruva av data. Vi vill även tacka konsulenten vid avdelningen för skoglig resursanalys, Hilda Edlund, för tålmodiga möten och vägledningen i våra statistiska analyser. Sist men inte minst vill vi tacka fältpersonalen vid riksskogstaxeringen som samlat in det datamaterial som krävdes för denna studie i ur och skur. Tack.

Umeå, april 2020.

1. INLEDNING	9
1.1. Bakgrund.....	9
1.2. Syfte.....	11
1.3. Hypotes.....	12
1.4. Frågeställning.....	12
2. MATERIAL OCH METOD	13
2.1. Inventeringsdata.....	13
2.2. B-diversitetsindex & datahantering.....	15
2.3. Statistiska analyser.....	15
3. RESULTAT	17
4. DISKUSSION och SLUTSATS	21
5. REFERENSER	24
Bilagor	27

1. INLEDNING

1.1. Bakgrund

Den boreala skogen karaktäriseras idag av storskaliga störningar i form av trakthyggesbruk, med kalhyggen som delvis liknar naturliga storskaliga störningar (Widenfalk & Weslien 2009). Beståndsstrukturen i Sveriges boreala skogar har under merparten av historien primärt präglats av bränder vilket skapat en flerskiktad beståndsstruktur (Östlund et al. 1997). Idag finns metoder för att motverka de historiskt mest utbredda störningarna: bränder, insektsskador och stormskador. Dessa förekommer fortfarande, men vid de två sistnämnda kan stammarna ofta tas tillvara efter störningen. Vid timmeruttag efter insektsangrepp eller storm är den ekologiska påverkan liknande den vid trakthyggesbruk. Störningsregimen har således ändrats drastiskt och den främsta störningen idag är antropogen (Widenfalk & Weslien 2009).

Innan utvecklingen av det moderna skogsbruket var det främst samerna och bönder som lågintensivt nyttjade skogslandskapet. Lokalt förekom även småskaligt agrart nyttjande, men bara små delar av skogen höggs (Berg et al. 2008, Linder & Östlund 1998). Trots detta påvisar skogen i områden där människan över längre tid varit aktiv, skillnader i struktur och artsammansättning (Josefsson et al. 2010).

Under 1700-talet ökade nyttjandet av skogsråvara i Sverige för användning till produkter som träkol, pottaska och tjära. I vissa delar av landet utvecklades en slags plockhuggning där de stora, grova träden höggs ned (Ekelund & Hamilton 2001). Den typen av selektiv huggning kallas för dimensionsavverkning och blev vanlig under 1800-talet (Östlund et al. 1997, Linder & Östlund 1998). Detta resulterade i att den så kallade timmerfronten gick igenom Sverige från söder till norr och de grövsta, mest värdefulla stammarna togs ut för nationell industri och till export. När alla träd ur det grövsta sortimentet var slut började processen om som en ny våg, med lägre dimensionskrav varje varv (Klingström 2018).

Dimensionsavverkningen ändrade skogens struktur men kvarhöll en kontinuerligt trädklädd och flerskiktad struktur i landskapet. Uttaget av de grövsta träden skapade en mer öppen, luckig struktur vilket bland annat gav ökat ljusinsläpp till

skogens lägre skikt. Ökat ljusinsläpp är en av faktorerna som potentiellt gav förbättrad tillväxt hos arter i dessa skikt (Berg et al. 2008).

Under den industriella revolutionen växte behovet av timmer ytterligare, vilket resulterade i ett nytt skogsskötselsystem, det så kallade trakthyggesbruket. Trakthyggesbruk är ett skötselsystem som skapar en enskiktad beståndsstruktur (Albrektson et al. 2012). I norra Skandinavien skedde övergången till trakthyggesbruk sent jämfört med övriga världen. Det var först i början av 1900-talet som trakthyggesbruket i norra Skandinavien gradvis fasade ut dimensionsavverkningen. Det var även i början av 1900-talet som termen *hållbart brukande* började ta form, med stiftandet av Skogsvårdslagen, som bland annat innebar att återbeskogning efter avverkning blev ett krav (Ekelund & Hamilton 2001, Lundmark et al. 2013). Huvudsyftet med denna lag var att långsiktigt säkra och öka virkestillgången i landet efter timmerfronten som lämnat många restskogar med dålig återväxt. Att säkra och öka virkestillgången var fortsatt huvudsyftet även med de senare instiftade skogsvårdslagarna 1923 och 1948 (Ekelund & Hamilton 2001). Vid införandet av skogsvårdslagen 1979 lyfts för första gången naturvården upp i lagstiftningen:

1§ Skogsmark med dess skog skall genom lämpligt utnyttjande av markens virkesproducerande förmåga skötas så att den varaktigt ger en hög och värdefull virkesavkastning. Vid skötseln skall hänsyn tas till naturvårdens och andra allmänna intressen (SVL, 1979:429).

Det dröjde sedan till 1993 års revidering av skogsvårdslagen innan produktionsmålet och miljömålet likställs (SVL, 1979:429).

Som ett led i att stärka naturvården i Sverige har riksdagen instiftat 16 miljö kvalitetsmål (Naturvårdsverket 2020). Av dessa 16 miljömål är bland annat målet *Levande skogar* direkt kopplat till skogsbruket och målet *Ett rikt växt och djurliv* har en indirekt koppling genom skogens artantal. Riksdagen definierar miljömålet *Levande skogar* som “Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas.”. Målet poängterar att skogsbruket ska värna om en rik biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2018). Detta går i linje med 1993 års skogsvårdslag (Skogsvårdslagen 2006).

En standardiserad åtgärd i trakthyggesbruket är gallring, vilken skulle kunna gynna den biologiska mångfalden. Gallring definieras som beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke (Agestam 2015). Av den totala avverkningen om ca 90 miljoner skogskubikmeter per år kommer ca 30 % från gallring. Främsta anledningen till att gallra är att förbättra skogsbrukets ekonomi på kort och lång sikt. Detta sker genom att öka mängden virke som kan tillvaratas istället för att bortgå i självgallring, vilket ger ett direkt ekonomiskt utbyte. Dessutom kan ekonomin i slutavverkningen förbättras genom att träd och träslag med goda egenskaper lämnas att få större möjlighet att utvecklas, till exempel genom minskad konkurrens. Risken för snöskador kan minska vid gallring medan

andra risker som exempelvis stormskador ökar (Agestam 2015). Urglesning kan dock ge en skog högre sociala- och kulturella värden samtidigt som det ökade ljusinsläppet och näringstillgången kan ge högre biologiska värden (Agestam 2015; Johansson, T. 1990).

En av de mest vedertagna störningsteorierna är den intermediära störningshypotesen. Hypotesen framlägger att den maximala artrikedomen uppkommer vid intermediära störningsfrekvenser eller vid en intermediär successionsnivå sedan den senaste storskaliga störningen (Cordonnier et al. 2006). Utan störning kommer artsamhället endast att bestå av några få toleranta sekundärarter och vid hög frekvens av störning kommer endast pionjärarter som har snabb förökningstakt och effektiv etablering finnas i miljön. Även om många studier har kunnat påvisa en ökad artrikedom vid en intermediär störningsfrekvens finns det även flera studier som visat på andra typer av förhållande mellan dessa (Halpern & Spies 1995; Schwilk et al. 1997; Mackey & Currie 2000; Johst & Huth 2005).

Gallring skulle potentiellt kunna ses som en intermediär störning vilken i så fall skulle bidra till en ökad artrikedom. Relativt få studier har gjorts på gallringens effekter för artrikedom. En studie av Widenfalk och Weslien (2009) visar på positiv inverkan på artantalet i den svenska boreala skogen vid röjning, men hade svårare att visa några effekter av gallring. Däremot har en positiv effekt av gallring påvisats i boreala skogar i Kanada (Lindgren et al. 2006).

Den ökade risken för skador vid gallring har aktualiserat en diskussion om gallringsfritt skogsbruk (Agestam 2015). Dessutom visar senare forskning på att gallring inte ger den stora tillväxteffekt för träden som tidigare varit allmänt vedertaget, vilket ytterligare ifrågasätter om det är värt risken att gallra (Nilsson 2013). Det är därför av intresse att undersöka om det finns andra aspekter av gallringen än ekonomiska vinster. Idag finns kunskapsluckor gällande gallringens påverkan av biodiversitet, något som denna rapport undersöker närmare.

1.2. Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka vilken funktion gallring fyller som störning för att gynna artdiversiteten i botten- och fältskikt. Studien baseras på inventeringsdata från Riksskogstaxeringen insamlat mellan år 1993 och 2018. Studien begränsas till grandominerade bestånd i Svealand och Norrland, som ingår i den boreala klimatzonen. Detta på grund av de liknande förutsättningarna för mark- och fältskiktsvegetation i denna klimatzon och att tidsramen för studien var begränsad. Med gran avses genom hela rapporten *Picea abies* (L.) H. Karst.

Mer specifikt undersökte studien om det sker någon statistisk förändring av β -diversiteten efter gallring och om det finns någon statistisk skillnad i β -diversiteten mellan den gallrade skogen och skog där ingen åtgärd utförs men som

i övrigt fyller samma kriterier. Diversitetsindexen i denna rapport syftar till Whittakers diversitetsindex (Tuomisto, H. 2010).

1.3. Hypotes

Studien tog stöd i den intermediära störningshypotesen vilken säger att den maximala artrikedomen bör finnas vid intermediär störningsfrekvens (Cordonnier et al. 2006). Mot denna bakgrund bör de förändrade växtförhållanden gallringen medför, med bland annat temporär kronutglesning och ändrade näringsförhållanden (Johansson, T. 1990), leda till att en ökning i artrikedom kan påvisas.

Enligt Widenfalk och Weslien (2009) är artförekomsten högst i tidiga successionsstadier på mer näringsrik mark. Detta tolkas i denna rapport som granmark efter störning. Även om α - och γ -diversiteten rent hypotetiskt skulle öka i bestånden som gallras jämfört med en ej gallrad kontroll, kan β -diversiteten påverkas annorlunda. Eftersom gallringsform och gallringsstyrka antas skilja sig mellan bestånden bör detta skapa en variation av öppnare och mer slutna områden i skogslandskapet. Detta skulle då leda till att β -diversiteten ökar i de bestånd som gallrats och minskar eller bibehålls i de bestånd där ingen åtgärd utförs.

1.4. Frågeställning

- Tenderar gallringen ge ökad biodiversitet i mark- och fältskikt efter den störning den orsakar?
- Kan biologisk mångfald i de lägre vegetationsskikten bli ett incitament för att genomföra gallring trots ökade ekonomiska risker?

2. MATERIAL OCH METOD

2.1. Inventeringsdata

Studien genomfördes som en kvantitativ undersökning, baserad på data från Riksskogstaxeringen. Riksskogstaxeringen är en årlig stickprovsinventering av Sveriges skogar som genomförs av institutionen för skoglig resurshushållning vid Sveriges lantbruksuniversitet. Riksskogstaxeringens främsta syfte är att beskriva tillståndet och förändringar i de svenska skogarna (Nilsson et al. 2019). Data från inventeringarna lagras i Riksskogstaxeringen analysdatabas, som uppdateras i slutet av maj året efter utförd inventering (Fridman 2019).

De uppgifter som registreras vid inventeringen delas in i fem block: ståndortsinventering, arealinventering, förrådsinventering, flora- och faunainventering samt stubbinventering (Nilsson et al. 2019). Då syftet med rapporten var att avhandla hur gallring påverkar mångfald bland växter i botten- och fältskiktet utfördes studien med data från: ståndortsinventeringen, arealinventeringen, förrådsinventeringen samt flora- och faunainventeringen.

I ståndortsinventeringen registreras variabler som beskriver växtplatsens egenskaper, bland annat bonitet. Arealinventeringen registrerar variabler som beskriver det växande beståndet samt utförda och föreslagna åtgärder. Förrådsinventeringen registrerar variabler som ger underlag för skattningar av virkesförråd, trädslagssammansättning, åldersfördelning och tillväxt. Flora- och faunainventeringen är en detaljerad inventering av växter, räkning av blåbär och lingon, samt inventering av specifika objekt som exempelvis spår efter hackspett (Riksskogstaxeringen 2019).

I flora- och faunainventeringen ingår även registrering av artförekomst. Denna anger om arter återfinns på lokalen under innevarande års hela vegetationsperiod, det innebär att även växter som vissnat ner under innevarande vegetationsperiod registreras (Riksskogstaxeringen 2019). Det är förekomstregistrering som studerats i denna rapport, med kompletterande information om provytornas ståndortsindex, markfuktighetsklass, huggningsklass, volym/ha och trädslagsfördelning. Studien analyserade Riksskogstaxeringens unika artregistreringar för att snarare visa tendenser till förändring i artsammansättning än förändring i absoluta tal. Vissa av de inventerade arterna fördes till artgrupper istället för en specifik artregistrering, dessa grupper används inte i analysen.

Förekomstregistreringen sker på Riksskogstaxeringens permanenta förrådsprovtytor, vilka har en radie om 10 m (SLU 2019). Vegetationen inventeras

för en cirkelprovyta med samma centrum som förrådsprovytan men med radien 5,64 m. Inventeringen utförs enbart på mark som anses vara representativ för ståndorten med avseende på den växtnäring som marken kan leverera från ett intakt humuslager eller övrig ostörd mark-yta, den så kallade beaktade vegetationsytarealen. Det betyder att avvikande mark och markbehandlad areal undantas (SLU 2019). Om växten projiceras lodrätt på markytan så att skuggan från någon av växtens ovanjordiska delar faller inom vegetationsytan har den räknats (Odell et al. 2019).

Förekomstregistreringen är uppdelat systematiskt i tre huvudavdelningar: botten-, fält- samt busk- och trädskikt. Bottenskiktet är vidare indelat i två undergrupper, lavar och mossor. Ordning och nomenklatur följer för lavarna Moberg & Holmåsen (1990) och för mossorna Hallingbäck & Holmåsen (1991). Dessutom gäller för fältskiktet att indelningen följer "Den nordiska floran" (Mossberg et al. 1992). Arterna inbegriper alltid alla underarter. När hybrider förekommit fördes dessa till den av föräldraarterna hybriden liknade mest (Odell et al. 2019).

Gränsdragningar för vilka provytor som sökts ut i Riksskogstaxeringens databas är geografiskt norr om gränsen för Götaland. Analyserna är därmed baserade på data från Svealand och Norrland, som båda ingår i den boreala klimatzonen. Detta på grund av att det finns liknande förutsättningarna för floran i denna klimatzon. En större variation bör uppkomma om den hemiboreala eller kontinentala klimatzonen inkluderas, eftersom dessa generellt sett har bättre växtförutsättningar (Sundseth, K. 2009).

Datat kommer från två inventeringstillfällen: ej gallrade ytor, T1, inventerade mellan 1993–2003 samt samma ytor återinventerade efter gallring mellan 2002–2018, T2. Vidare ska de utsökta provytorna vara grandominerade enligt Riksskogstaxeringens definition, d.v.s. granandelen är minst 65 % (Nilsson et al. 2019). Detta värde gäller innan gallring. Provytorna kan därför ha mindre än 65 % granandel vid T2. Alla inventerade ytor som ingår i analysen är skötta med skogsskötselssystemet trakthyggesbruk och är klassade som produktiv skogsmark. Som kontroll användes ytor i samma åldersspann, med i övrigt samma förutsättningar. Dessa har också inventerats mellan 1993–2003, T1 samt återinventerats mellan 2002–2018, T2 men utan att blivit gallrade mellan inventeringstillfällena.

Tiden mellan T1 och T2 är inte samma för alla inventerade ytor, det skiljer sig mellan 9 och 25 år. Data på tidpunkt när gallring utförts fanns ej tillgängligt. Andra variabler som till exempel kronslutenhet och stående volym kan ge en bild av hur länge sedan gallringen utfördes, men ger också information om andra förutsättningar för artsammansättningen och ansågs därmed relevanta för analysen. Eftersom kronslutenhet är en variabel som Riksskogstaxeringen började registrera först år 2003 fanns ingen möjlighet att göra en fullständig analys av förändringen mellan tidpunkterna. Det undersöktes därav inte i denna rapport. Däremot fanns data för den stående volymen registrerat vid T1 och T2 vilken analyserades statistiskt. Även en statistisk analys av skillnad i registrerat ståndortsindex (SI) mellan den gallrade och ej gallrade populationen utfördes för att kunna säga något om hur detta påverkar diversiteten.

2.2. B-diversitetsindex & datahantering

För att jämföra utvecklingen mellan T1 och T2 analyserades β -diversiteten vid de båda tidpunkterna. Diversiteten beräknades genom Whittakers β -diversitetsformel (beta-diversitet). Enligt denna formel divideras γ -diversitet (gamma-diversitet) vilket är det totala antalet unika arter i landskapet med α -diversitet (alfa-diversitet) som är antalet arter på provytan:

$$\beta = \gamma/\alpha$$

Beräkningen utfördes för samtliga ytor inom T1 och T2. En unik β -diversitet uträknades således för alla provytor vid T1 samt vid T2 (Tuomisto, H. 2010). Syftet med omräkningen till β -diversitetsindex var att ge en bild av förändringen som skett mellan ytorna i landskapet.

Data-analysen bortsåg från inventeringens förekomstregistreringar där den specifika arten inte identifierats. Det vill säga att i de fall en förekomst förts till en större grupp, till exempel familj eller liknande, har detta undantagits från materialet. Kvar blev då 171 unika artregistreringar för T1 och 181 för T2 på de gallrade ytorna. De ej gallrade ytorna (kontroll) hade 190 unika artregistreringar för T1 och 184 unika artregistreringar för T2. Arterna finns samlade i bilaga 1. De arter som inventeras är alla vanligt förekommande arter och inga indikatorarter eller för naturvård intressanta arter ingår i riksskogstaxeringens inventering (Odell, G. et. al. 2019). Det totala antalet ytor som ingick i analysen är 192 stycken för den gallrade populationen och 371 stycken för den ej gallrade populationen.

För att bearbeta data användes *Microsoft Access 2016*. Relevant data sorterades fram för vidare analys samt eventuella felkällor och irrelevant data sorterades bort. Det data set som initialt bearbetats sparades genom hela arbetsprocessen för att senare kunna användas till ytterligare analys ifall det bedömdes relevant.

2.3. Statistiska analyser

Statistiska tester och analyser på bearbetat data genomfördes i *Minitab 18*. Initialt undersöktes provytornas β -index i ett histogram för varje mättillfälle. Detta för att bedöma om datat följde en normalfördelning eller inte (bilaga 2 och 3). Efter utvärdering av histogrammen kunde en normalfördelning antas. Till följd av detta kunde två parade T-test användas för att testa om någon signifikant förändring skett i β -diversiteten mellan T1 och T2 för den gallrade respektive för den ej gallrade populationen. Nollhypotes för de parade T-testen för respektive population var att det förväntade värdet av differensen i β -diversitet för T1 - T2 = 0, med alternativhypotes $\neq 0$.

Till följd av normalfördelning utfördes även två T-test för att analysera om någon signifikant skillnad fanns mellan de två populationerna (gallrad och ej gallrad) vid någon av tidpunkterna T1 och T2. Detta var av intresse för att se om någon skillnad fanns mellan de båda populationerna redan vid utgångsläget och för att analysera om en skillnad uppkommit vid T2 på grund av de olika skötselalternativen. Nollhypotes för dessa test var att skillnaden i medelvärde för β -diversitet = 0 och alternativhypotesen $\neq 0$.

Med hjälp av ett parat T-test skattades också om det fanns en signifikant skillnad i den stående volymen vid T1 och T2 för såväl den gallrade som den ej gallrade populationen. Detta för att ge möjligheten att jämföra andra variabler än arterna mot varandra i diskussionen. Nollhypotes för de parade T-testen av volymen var att det förväntade värdet av differensen i stående volym för $T1 - T2 = 0$, med alternativhypotesen att det förväntade värdet av differensen för $T1 - T2 \neq 0$.

Slutligen utfördes ett T-test för att se om signifikant skillnad fanns mellan registrerat SI för den gallrade samt den ej gallrade populationen vid T1 och T2, med nollhypotes att skillnaden i medelvärde = 0 och alternativhypotesen att skillnaden i medelvärde $\neq 0$. Också detta för att kunna tolka påverkansvariabler i diskussionen.

Vid samtliga test användes en signifikansnivå på $\alpha = 0.05$.

3. RESULTAT

I tabell 1 redovisas det stickprov som användes för statistisk analys av β -diversitet. Det parade T-testet för att undersöka eventuell skillnad i β -diversitet efter åtgärd visade ingen statistiskt signifikant förändring mellan T1 och T2, vilket framgår i tabell 2. För ytorna T1 gallrade och ej gallrade är medelvärdena liknande, standardfelet är högre på de gallrade ytorna och störst skillnad är det mellan standardavvikelsen. Den är fyra gånger lägre för de ej gallrade ytorna vid tidpunkten T1 jämfört med de gallrade ytorna vid T1. Detta beror främst på en yta inom gallrade T1 som har en β -diversitet om 171 och som med det höjer värdet. På ytan finns endast en registrerad art som med Whittakers formel för β -diversitet (Tuomisto, H. 2010) ger ett högt värde, eftersom den skiljer sig mycket från övriga provytor för populationen och bidrar till en större variation i landskapet.

Det parade T-testet för ytorna där ingen åtgärd utförts visade inte heller någon signifikant skillnad för β -diversitet mellan T1 och T2, vilket framgår av tabell 2.

Tabell 1. Stickprov för diversitetsindex.

	Gallrad T1	Gallrad T2	Ej gallrad T1	Ej gallrad T2
γ -diversitet	171	181	190	184
Förändring γ -diversitet T1 \rightarrow T2		+5,85%		-3,16%
N	192	192	371	371
Medel α -diversitet (standardavvikelse)	21,92 (12,34)	22,39 (4,44)	21,82 (3,13)	20,87 (4,25)
Medel β -diversitet	9,61	9,82	9,72	9,99
Median α -diversitet	21	20	20	20
Median β -diversitet	8,14	9,05	9,5	9,2

Tabell 2. Parat T-test, skattning av parad differens för betadiversitet vid T1 och T2.

	Gallrad	Ej gallrad
Medel	0,216	-0,275
Standardavvikelse	12,602	3,489
Standardfel	0,909	0,181
95 % KI för μ differens (medel av (T1-T2))	(-1,577; 2,010)	(-0,631; 0,081)
Nollhypotes	μ differens = 0	μ differens = 0
Alternativhypotes	μ differens \neq 0	μ differens \neq 0
Konfidensintervall (%)	95	95
T-värde	0,24	-1,52
P-värde	0,812	0,13

T-testet för de båda populationerna vid T1 visade inte heller på någon signifikant skillnad mellan β -diversitet i medelvärde. För standardavvikelse syns här en större skillnad med fyra gånger större standardavvikelse på de gallrade ytorna jämfört med de ej gallrade. Detta beror som nämnt ovan på ett avvikande antal förekomster på en yta inom gallrade T1. Det samma gäller T-testet för de två populationerna vid T2 (tabell 3).

Tabell 3. T-test, skattning av differens för betadiversitet vid T1 respektive T2.

	T1 β -diversitet	T2 β -diversitet
Differens	0,107	-0,385
95 % KI för Differens	(-1,678; 1,892)	(-1,149; 0,380)
Nollhypotes	$\mu_1 - \mu_2 = 0$	$\mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternativhypotes	$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Konfidensintervall (%)	95	95
T-värde	0,12	-0,99
Frihetsgrader (DF)	203	371
P-värde	0,906	0,323

I tabell 4 redovisas det stickprov som användes för statistisk analys av volym. De parade T-testet som användes för att analysera om någon signifikant skillnad fanns för volymen vid

T1 och T2 för de båda populationerna visade signifikans. Volymen har ökat för de båda populationerna vid T2 (tabell 5).

Tabell 4. Stickprov för volym.

	Gallrad T1	Gallrad T2	Ej gallrad T1	Ej gallrad T2
N	198	371	192	371
Medel	138,25	189,82	138,14	185,35
Standardavvikelse	94,31	96,33	102,04	121,39
Standardfel	6,70	6,85	5,30	6,30

Tabell 5. Parat T-test, skattning av parat differens för volym vid T1 och T2.

	Gallrad	Ej gallrad
Medel	-51,58	-47,21
Standardavvikelse	83,39	63,95
Standardfel	5,93	3,32
95 % KI för μ differens (medel av (T1-T2))	(-63,26; -39,89)	(-53,74; -40,68)
Nollhypotes	μ differens = 0	μ differens = 0
Alternativhypotes	μ differens \neq 0	μ differens \neq 0
Konfidensintervall (%)	95	95
T-värde	-8,70	-14,22
P-värde	0,000	0,000

I tabell 6 redovisas det stickprov som användes för statistisk analys av ståndortsindex. Vid T-test för att skatta differens för ståndortsindex vid respektive tid, tid 1 och tid 2 kunde en signifikant skillnad påvisas. Med andra ord finns signifikans för att ståndortsindex är högre för den gallrade populationen vid såväl tiden T1 som T2 (tabell 7).

Tabell 6. Stickprov för SI.

	Gallrad T1	Ej gallrad T1	Gallrad T2	Ej gallrad T2
N	198	371	192	371
Medel	25,42	20,15	25,53	20,23
Standardavvikelse	4,27	4,93	4,14	4,76
Standardfel	0,30	0,26	0,30	0,25

Tabell 7. T-test, skattning av differens för SI vid T1 respektive T2.

	T1 SI	T2 SI
Differens	-5,279	-5,302
95 % KI för Differens	(-6,059; -4,498)	(-6,064; -4,540)
Nollhypotes	$\mu_1 - \mu_2 = 0$	$\mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternativhypotes	$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$	$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Konfidensintervall (%)	95	95
T-värde	-13,29	-13,67
Frihetsgrader (DF)	454	436
P-värde	0,000	0,000

Fullständiga utskrifter av analyser från *Minitab 18* finns i bilaga 4 till 7.

4. DISKUSSION och SLUTSATS

Resultaten av T-testerna visade inte på någon signifikant skillnad i β -diversitet mellan de gallrade och ej gallrade ytorna. Någon signifikant skillnad fanns varken mellan tiden T1 och T2 för de gallrade eller den ej gallrade kontrollen. Inte heller fanns signifikant skillnad mellan de respektive populationerna, gallrad och ej gallrad varken vid tiden T1 eller T2. En provyta inom den gallrade populationen vid T1 hade avvikande värde där endast en art registrerades, detta gav avvikande värde för standardavvikelse. Vad som är orsaken till denna avvikelse går endast att spekulera kring eftersom data i övrigt från denna punkt går i linje med den sorts ytor rapporten avsåg undersöka och därmed de andra ytorna inom detta data set. Ytan räknades inte bort som outlier just för att den i övrigt liknar samtliga andra inventerade ytor.

Eftersom den här rapporten valt att bortse från grupperade arter i riksskogstaxeringens inventering då dessa inte är möjliga att analysera genom Whittakers definition för β -diversitet är denna analys endast för att undersöka tendenser. Data kan i och med manipuleringen, genom borttagandet av artgrupper, ha påverkat uträkningen med Whittakers definition. Den kan då ha tappat värde för detaljerade analyser men detta anses ej relevant i analys av tendenser. Även den mänskliga faktorn i inventeringen kan ha påverkat insamlat och därmed analyserat data. Detta eftersom många anställda för inventeringen är säsonganställda och fortfarande studerar och därför ej har en avslutad utbildning.

En hög β -diversitet indikerar en större olikhet i artsammansättning mellan inräknade inventerade ytor och en lägre β -diversitet indikerar en större likhet i artsammansättningen. Ett värde om lite under tio som medel för alla ingående ytor observerades utan större skillnader mellan åtgårderna och tidpunkterna. Grunddata innehöll för ej gallrade ytor i T1 19 stycken fler artförekomster (γ -diversitet) jämfört med de gallrade ytorna. För T2 registrerades tre stycken fler arter (γ -diversitet) på de ej gallrade ytorna jämfört med de gallrade. Det observerades en ökning i γ -diversitet om ca 6 % på de gallrade ytorna och en minskning om ca 3 % för de ej gallrade.

Att av dessa data få medelvärden på β -diversitet inom ett intervall av ca 0,4 enheter för gallrat och ogallrat kan då indikera att gallringen tenderar ha fler arter på den individuella ytan. Detta gäller framförallt vid T2 eftersom de gallrade ytorna hade en större ökning i arter (6%). Med en ökning i α -diversitet mellan T1 och T2 gallrat och en relativt större ökning i totalt artantal (γ -diversitet) kan smärre tendenser urskiljas som är mer positiva för gallrad skog jämfört med ogallrad skog i utveckling av artantal (tabell 1).

Medelvärdet för β -diversitet ökade för de gallrade ytorna mellan T1 och T2. För de ej gallrade ytorna minskar β -diversitet mellan T1 och T2. Skillnaderna mellan T1 och T2 för respektive bruksstrategi är små men tendensen tyder på en minskning av likheten mellan ytorna inom de gallrade ytorna. En ökad β -

diversitet innebär en ökad olikhet mellan ytor. Detta kan tillsammans med γ -diversiteten innebära att gallringen tillåter en annan utveckling för störningsgynnade arter alternativt en minskning i mer störningssänsliga arter. Men eftersom skillnaderna är så pass små är denna slutsats svår att stötta statistiskt och kan endast tolkas som tendens och inte som svar.

Även artsammansättning i trädskiktet kan ha påverkan på artsammansättningen i fält- och bottenskikt (Johansson, T. 1990). Analysen utgår från ytor med $\geq 65\%$ gran så det är denna art som har störst påverkan på ljusinsläpp. Gallring ger skogsbrukaren en större möjlighet att påverka ljusinsläppet. Generellt i rationellt skogsbruk betyder $\geq 65\%$ gran att det är en granskog och att det där ska stå gran. Gran släpper under hela året ner mindre ljus än andra arter i den svenska boreala skogen till fält- och bottenskikt (Johansson, T. 1990) vilket kan förhindra eller försvåra andra arters tillväxt i och med bristen på användbart ljus. Även stamtätheten kan vara en påverkande faktor i ljusinsläppet.

I enlighet med den intermediära störningshypotesen skulle möjligheten för fler arter att etablera sig öka när skogen aktivt brukas i den intensitet som gallring innebär med ca 20–40% uttag (Agestam, E. 2015). När däremot gallringen ofta strävar mot mer homogena granbestånd för att främja tillväxt och där stående trädskikt konkurrerar om ljuset kan denna etablering försvåras. Detta syns i analyserna där ingen signifikant skillnad kan påvisas mellan gallrad och ej gallrad skog med samma förutsättningar i övrigt. I granskog kan alltså ljusinsläppet vara en viktig drivande faktor i växtförutsättningarna under krontaket. Data för kronslutenhet finns ej tillgängligt för T1 i riksskogstaxeringens data på valda ytor så analys av detta är ej möjligt. Detta är något som kommande studier bör undersöka närmare.

En variabel som skulle kunna ge en bild av hur gallringen påverkar ljusinsläpp och näringstillgång som fanns tillgänglig för analys var stående volym. Efter statistisk undersökning med parat T-test konstaterades att en signifikant skillnad i volymen kunde konstateras mellan T1 och T2 för såväl de gallrade som de ej gallrade ytorna. En möjlig felkälla är att utsökningen för volymvariabeln trots att den kopplats från datasetet av förekomstregistrering efter att endast unika artregistreringsartererats fram, gav sex extra provytor (198 st.) vid T1 och T2. Detta jämfört med β -diversitetsdatat för den gallrade populationen (192 st.). Trots felsökning kunde inte detta problem åtgärdas inom tidsramen för studien. För att kunna göra ett uttalande om hur ljusinsläppet påverkas av gallringen bör den stående volymen minska efter gallring. De statistiska testerna tyder istället på en ökad volym för både de gallrade och ej gallrade ytorna. Detta kommer sig naturligt av tidsspannet mellan inventeringarna. För närmare analys av volymvariabeln skulle inventering behövt skett precis före och precis efter gallringsåtgärden. Att volymen ökat vid T2 även för de gallrade ytorna beror på att de vid T1 hade liten till ingen volym vid tidpunkten för inventeringen, och att det följaktligen vuxit till en högre volym vid T2, även om stammar tagits ut.

Vid jämförelse av ståndortsindex, SI (gran), för de gallrade respektive de ej gallrade ytorna är SI högre både i median- och medelvärde vid tiden T1 och T2 för de gallrade ytorna. Detta kan bero på att de gallrade ytorna har en annan beståndsstruktur beroende på gallringsform (Albrektson, A. 2012). SI anges i

riksskogstaxeringen i H100, alltså beräknad höjd för det bonitetsvisande trädslaget (SLU 2019) och aktiva åtgärder kan manipulera denna variabel (Agestam, E. 2015). Ett annat alternativ är att en skog i undersökta åldersspann generellt brukas mer intensivt vid bättre ståndortsförutsättningar eftersom de ger en högre avkastningsmöjlighet, och att dessa brukningsmetoder ger en skog med högre SI (Albrektson, A. 2012).

En felkälla som skulle kunna påverka resultatet är att utsökningen av ståndortsindexdata i Access, trots att det kopplats från datat efter att endast unika artregistreringar sorterats fram gav sex extra (198 st.) provytor vid T1 jämfört med β -diversitetsdatat vid T1 (192 st.). Trots felsökning kunde problemet inte åtgärdas inom uppsatt tidsram. Tidigare studier av Widenfalk & Weslien (2009) visar på hög artförekomst på näringsrika marker i tidiga successionsstadier, vilket skulle kunna sammankopplas med ett högre SI. Vår studie tyder på att ett högt SI för gran, vilket borde innebära näringsrika marker, inte har någon närmare påverkan på β -diversitet. Detta eftersom de gallrade ytorna trots ett signifikant högre SI inte visade någon signifikant skillnad i β -diversitet. För att med säkerhet kunna säga detta bör kommande studier fokusera på sambandet mellan SI och β -diversitet oberoende av gallring.

Att ingen signifikant skillnad påvisas mellan gallrad och ej gallrad skog i resultatet kan främja gallringen som en åtgärd som ger både virkesuttag samtidigt som åtgärden bibehåller diversitet. Den här studien visar inte på någon statistiskt signifikant skillnad mellan utvecklingen i den gallrade och den ej gallrade skogen. Vissa data kan istället tolkas som tendenser till att gallringen tillåter en annan art- och diversitetsutveckling som vidare kan undersökas. Hur denna diversitet ser ut undersöks inte i denna analys.

Denna analys har gjorts utan tillgång till tidpunkt för gallring vilket försvårar analys av gallringens direkta effekter på artsammansättningen och ger istället en bild av tendenser i och med gallring. Kommande studier kan undersöka detta vidare i hur artsammansättningen och artantal kan förändras med olika skogsbruksåtgärder över olika tidsperspektiv. Ser vi ett samband i vilka arter som främjas eller ej av gallringen eller är det samma artsammansättning? Den här rapporten tar inte hänsyn till vilken gallringsstyrka eller gallringsform som tillämpats. Här analyseras gallring eller inte gallring. Även detta kan vara av intresse att jämföra i framtida studier.

Självklart kan ett hårt brukat bestånd ha samma eller högre artantal som en yta med högre naturvärden. Skillnaden som är intressant är då artsammansättningen. Störning är ett nödvändigt och oundvikligt inslag i landskapet om det så är biotiskt, abiotiskt eller antropogent. Utan en störningsregim blir skogen med tiden dominerad av ett antal konkurrenskraftiga klimaxarter (Bushman, J.R. 2005). Den här rapporten visar att gallringen i undersökta avseenden är en skogsbruksåtgärd som ej påverkar β -diversiteten i botten- och fältskikt i grandominerade skogar i Svealand och Norrland signifikant. Data för stående volym var för bristfällig och tiden för knapp för att göra någon närmare analys av hur den påverkat ljusinsläpp och näringstillgång. Ståndortsindex verkar inte påverka β -diversiteten, men möjligen finns tendenser till positiv förändring för α - och γ -diversitet, något som bör undersökas vidare i kommande studier.

5. REFERENSER

- Agestam, E. (2015). Skogsskötselserien 7, Gallring. 2. uppl. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012). Skogsskötselserien 1, Skogsskötselns grunder och samband. 2., omarb. uppl. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Berg, A., Östlund, L., Moen, J. & Olofsson, J. (2008). A century of logging and forestry in a reindeer herding area in northern Sweden. *Forest Ecology and Management*, vol. 256 (5), pp. 1009–1020 Elsevier B.V.
- Buchanan, J.R. (2005). Turing instability in pioneer/climax species interactions. *Mathematical Biosciences*, vol. 194 (2), pp. 199–216 Elsevier Inc.
- Cordonnier, T., Courbaud, B. & Franc, A. (2006). The effect of colonization and competition processes on the relation between disturbance and diversity in plant communities. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 243 (1), pp. 1–12 Elsevier Ltd.
- Ekelund, H. & Hamilton, G. (2001). Skogspolitisk historia. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Fridman, J. (2019). Databasdokumentation. Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/forskningsstod/dokumentation1/databasdokumentation/> [2020-03-02]
- Halpern, C.B. & Spies, T.A. (1995). Plant Species Diversity in Natural and Managed Forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications*, vol. 5 (4), pp. 913–934 Ecological Society of America.
- Johansson, T. (1990). Irradiance in young stands of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. and the possibilities to prevent suckers of broad-leaved trees.
- Johst, K. & Huth, A. (2005). Testing the intermediate disturbance hypothesis: when will there be two peaks of diversity? *Diversity and Distributions*, vol. 11 (1), pp. 111–120 Oxford, UK: Blackwell Science Ltd.
- Josefsson, T., Gunnarson, B., Liedgren, L., Bergman, I. & Östlund, L. (2010). Historical human influence on forest composition and structure in boreal Fennoscandia. *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 40 (5), pp. 872–884

- Klingström, L. (2018). Timmerfronten. Årskrift 2018, ss. 14–27. Tillgänglig: <https://skogshistoria.se/wp-content/uploads/2019/01/A%CC%8Arsskrift-2018.-Timmerfronten.pdf> [2020-03-02]
- Linder, P. & Östlund, L. (1998). Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885–1996. *Biological Conservation*, vol. 85 (1-2), pp. 9–19 Elsevier Ltd.
- Lundmark, H., Josefsson, T. & Östlund, L. (2013). The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management*, vol. 307, pp. 112–122 Elsevier B.
- Mackey, R.L. & Currie, D.J. (2000). A Re-Examination of the Expected Effects of Disturbance on Diversity. *Oikos*, vol. 88 (3), pp. 483–493 Munksgaard International Publishers, Ltd.
- Naturvårdsverket (2020) *Miljömålen*. Tillgänglig: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/> [2020-04-30]
- Naturvårdsverket (2018) *Ett rikt växt och djurliv*. Tillgänglig: <http://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/ett-rikt-vaxt--och-djurliv/> [2020-03-10]
- Naturvårdsverket (2018) *Levande skogar*. Tillgänglig: <http://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/levande-skogar/> [2020-03-10]
- Nilsson, P., Roberge, C., Fridman, J. och Wulff, S. (2019). Skogsdata 2019. Umeå: SLU Institutionen för skoglig resurshushållning. ISSN 0280-0543. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2019_webb.pdf [2020-03-02]
- Nilsson, U. (2013). Skogens skötsel: rapport från Future Forest 2009-2012. Umeå: Future Forests, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Odell, G. Löfgren, O. Walheim, M. (2019). RIS arthandbok 2019 - definitioner för artlistorna för markvegetationsinventering. Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/arthandbok_ris19_webb.pdf [2020-03-10]
- Riksskogstaxeringen (2019). Om inventeringen. Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/om-riksskogstaxeringen1/om-inventeringen/> [2020-03-02]
- Schwilk, D.W., Keeley, J.E. & Bond, W.J. (1997). The intermediate disturbance hypothesis does not explain fire and diversity pattern in fynbos. *Plant Ecology*, vol. 132 (1), pp. 77–84 Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Skogsvårdslagen (2006). Jönköping: Skogsstyrelsen.

SLU (2019). Riksinventeringen av skog: Fälthandbok 2019. Umeå: SLU.
Tillgänglig:

https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/mi/ris_fin_2019.pdf [2020-03-02]

Sundseth, K. (2009) Natura 2000 in the Boreal region Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities ISBN 978-92-79-11726-8

Tillgänglig:

<https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/biogeos/Boreal.pdf> [2020-03-10]

Tuomisto, H. (2010). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, vol. 33 (1), pp. 2–22 Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Widenfalk, O. & Weslien, J. (2009). Plant species richness in managed boreal forests—Effects of stand succession and thinning. *Forest Ecology and Management*, vol. 257 (5), pp. 1386–1394 Elsevier B.V.

Östlund, L., Zackrisson, O. & Axelsson, A.-L. (1997). The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 27 (8), pp. 1198–1206 Ottawa, Canada: NRC Research Press.

Bilagor

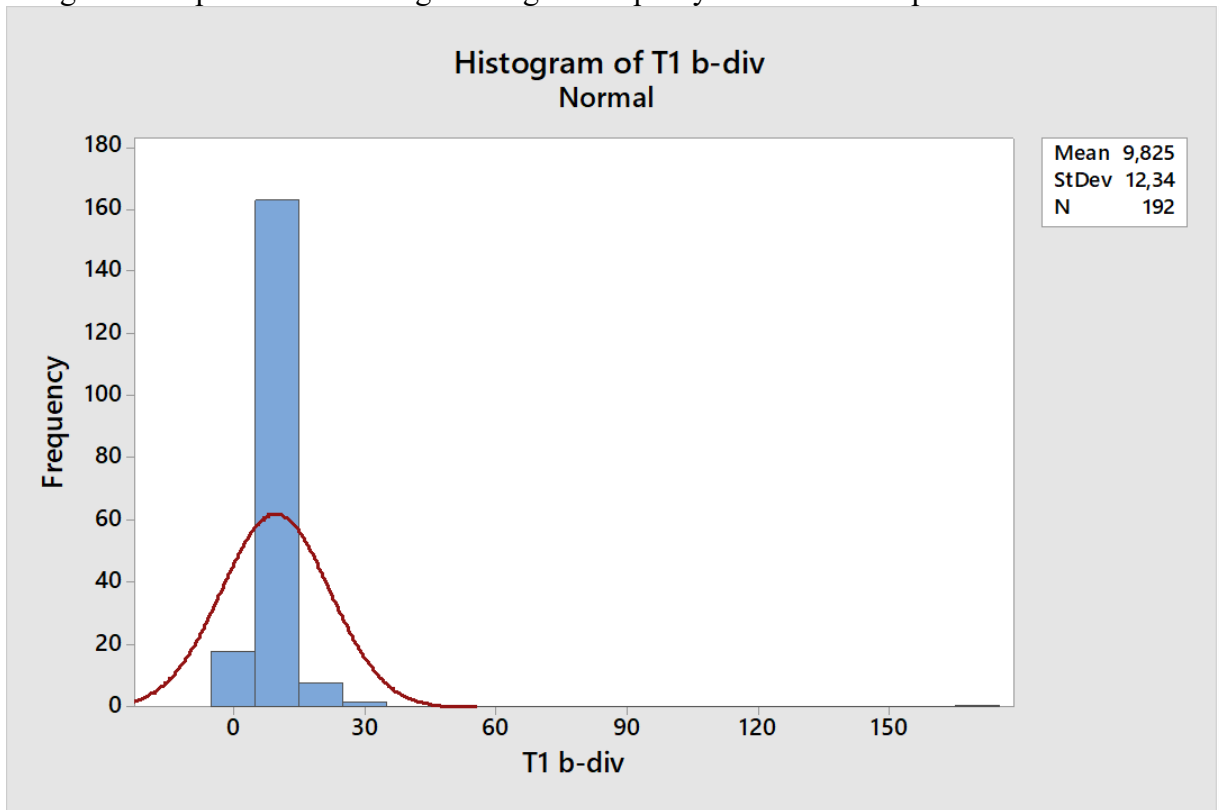
Bilaga 1. De unika artregistreringarna för samtliga provtytor T1 och T2.

Alm spp	Flaskstarr	Hundk äx	Kråk bär	Måbär	Rödven	Stagg	Vattnklöver	Ären pris
Ask	Flenört	Husmossa	Kråk klöver	Nattviol koll.	Röllika	Stenbär	Vickers spp.	Ögonpyrola
Asp	Fläder koll.	Hägg koll.	Kvastmossa spp.	Nejlikrot	Rönn	Stensöta	Visps tarr	Örnbräken
Berg-/backdunört	Forekomstart_kort	Hässlebrodd	Kärntand	Norrlandslav	Salix spp	Stinksyska	Vitklöver	
Bergslök	Fönsterlav	Hästhov	Kärrmossviol	Nysört	Sjöfräken	Stjärnmossa spp.	Vitmossa spp.	
Bergsyra	Glasbjörk	Hönsbär	Kärrfibbla	Odon	Skavfräken	Stjärnstarr	Vitmåra	
Björkpyrola	Gran	Islandslav koll.	Kärrräken	Olvon	Skogsbräken koll.	Strandlysing	Vitsippa	
Björnmossa	Gren-/brunnrör	Johannesört spp.	Kärrilja	Ormbär	Skogsfräken	Strätta	Vårbrödd	
Blodrot	Groblad	Jungfru Marie nycklar	Kärristel	Ormrot	Skogsklöver	Styvman-/åker viol	Vårfryle	

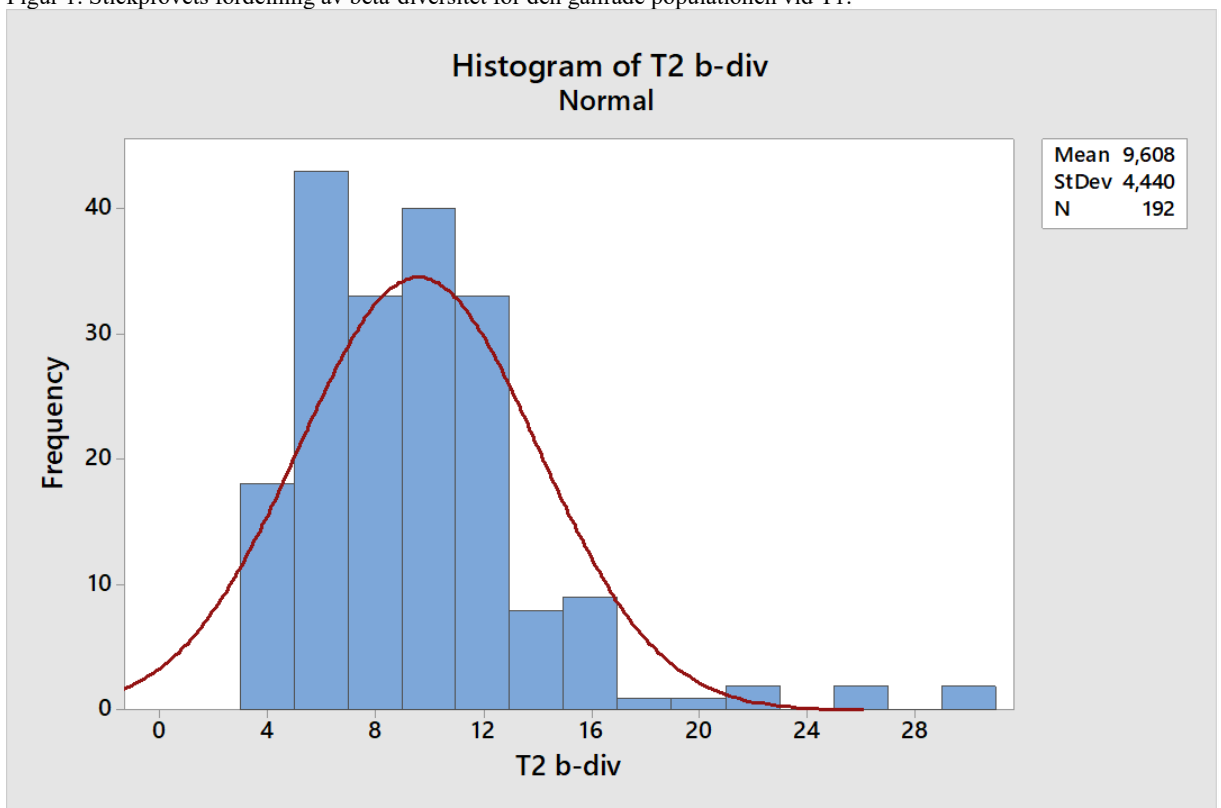
Blåbär	Gråal	Kabbleka	Körsbärkoll.	Oxel spp	Skogskovall	Svartavinbär	Vårtbjörk	
Blåsippa	Gråbo	Kammossa	Liljekonvalj	Palmossa	Skogsnarv	Tall	Vårärt	
Blåtåtel	Grässtjärnblomma	Kattfot	Lindspp	Piprör	Skogsnäva	Teveronika	Väggmossa	
Borstistel	Gullris	Kaveldun spp	Lingon	Plattlumer	Skogssallat	Topplösa	Vägtistel	
Brakved	Gullviva	Kirskål	Linnéa	Pors	Skogsstjärna	Torsklavkoll.	Vänderotspp	
Brudbröd	Gulmåra	Klibbal	Ljunga	Praktbräkenmossa	Skogssäv	Torta	Åkerbär	
Brunnossor	Gåsört	Klockaspp	Lundgröe	Prästkraige	Skogstry	Tranbär spp	Åkerfräken	
Brännässla	Gökärt	Klotstarr	Lungört spp	Påskrislav spp.	Skogsviol koll.	Tratt-/bägarlav spp.	Åkertistel	
Daggkåpa spp.	Hallon	Knagglestarr koll.	Lupin spp.	Revlumer	Skräppa koll.	Trolldruvaspp.	Ädelgran spp	
Dån spp	Harsyra	Knapp-/veketåg	Lönn	Ros spp	Skvattram	Trådstarr	Älggräs	
Ek/berg	Hassel	Knippfryle	Maj-/fjällbräken	Rosmossa	Slätterblomma	Trådtåg	Ängsfryle	
Ekbräken	Hirs-/slidstarr	Knärot	Maskros spp	Räffelmossa	Smultron spp.	Träjon	Ängsfräken	

Ekorrh är	Hjortron	Korsör t spp	Mattl umm er	Röda vinbär koll.	Smörbl omma koll.	Tuvtå tel	Ängs koyal l	
En	Hultbrä ken	Kransh akmoss a	Mjöl kört	Rödblär a	Smörb ollar	Tuvul l	Ängs syra	
Fetbla dsväxt er (fam.)	Humblebl omster	Kruståt el	Mjöl on	Rödklöv er	Spindel blomst er	Unde rviol	Ängs vädd	

Bilaga 2. Stickprovets fördelning för de gallrade provytorna vid T1 respektive T2.

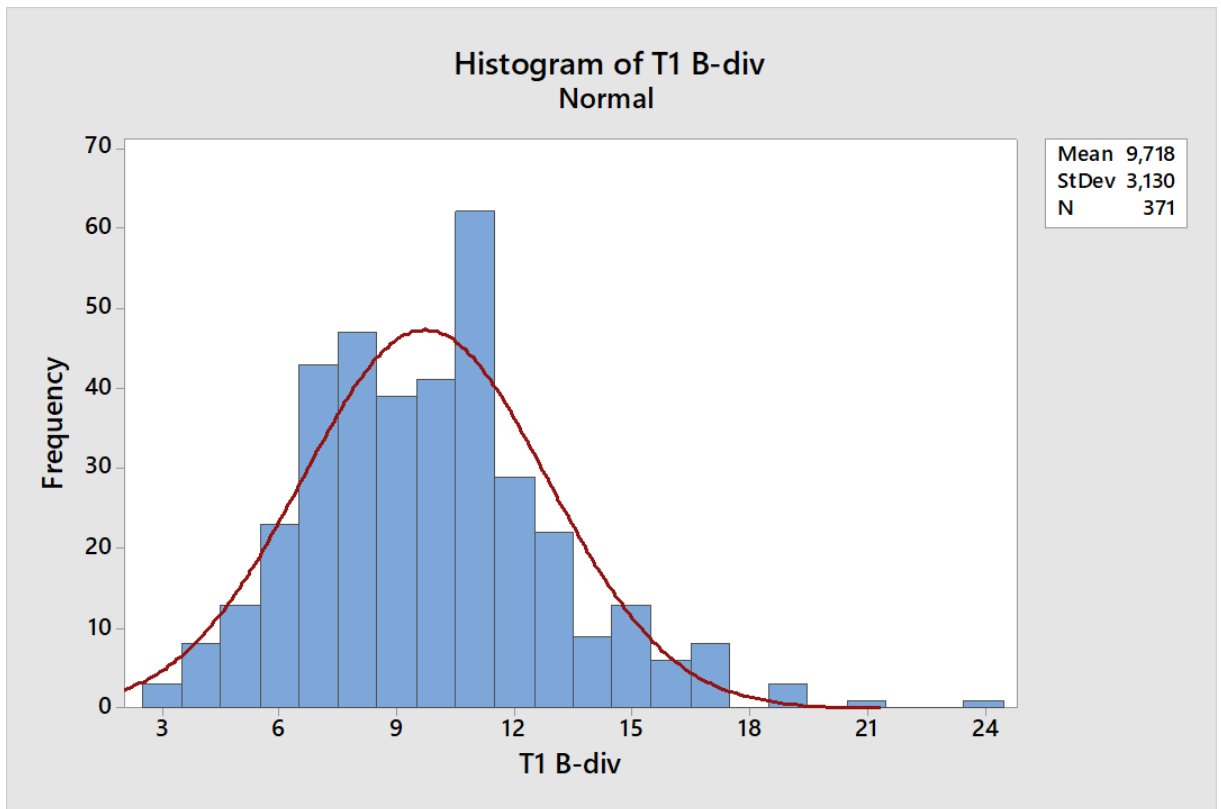


Figur 1. Stickprovets fördelning av beta-diversitet för den gallrade populationen vid T1.

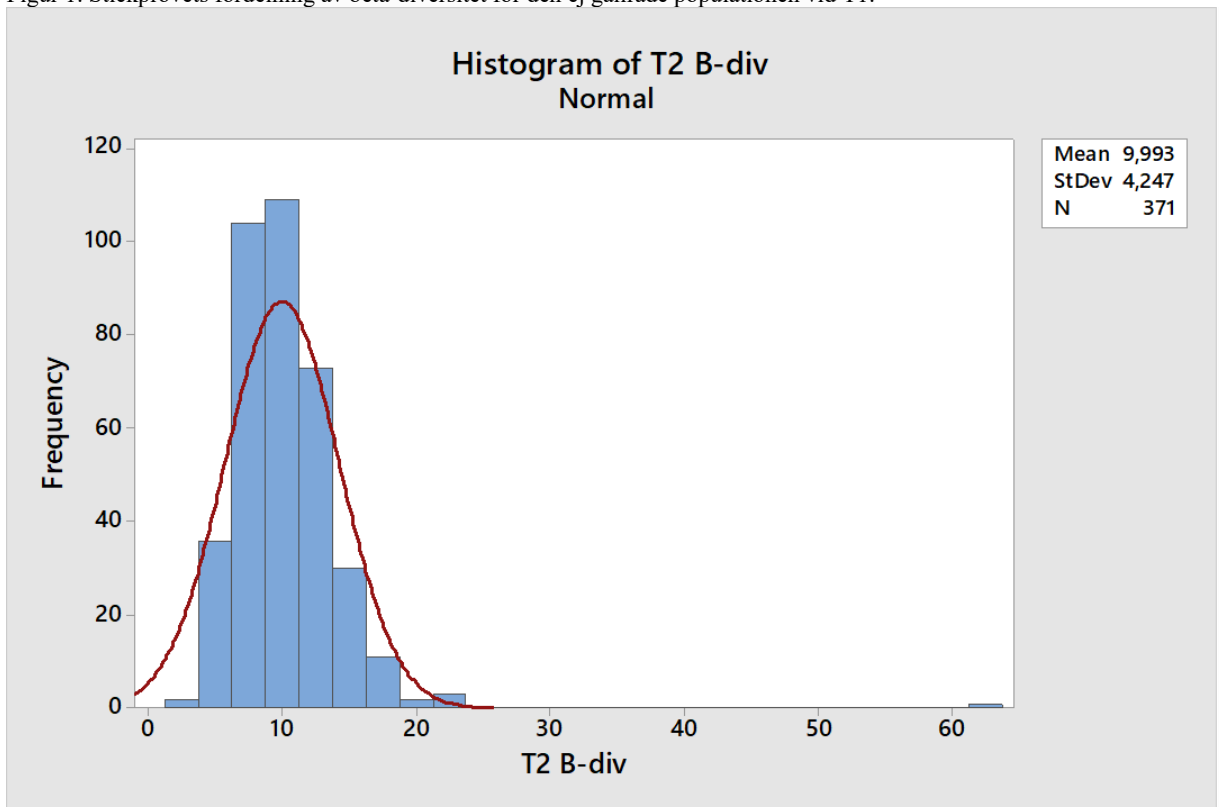


Figur 2. Stickprovets fördelning av beta-diversitet för den gallrade populationen vid T2.

Bilaga 3. Stickprovets fördelning för de ej gallrade provytorna vid T1 respektive T2.



Figur 1. Stickprovets fördelning av beta-diversitet för den ej gallrade populationen vid T1.



Figur 2. Stickprovets fördelning av beta-diversitet för den ej gallrade populationen vid T2.

Bilaga 4. Statistiska resultat för parat T-test för skillnad i β -diversitet vid T1 och T2 för den gallrade och ej gallrade populationen.

T1 b-div; T2 b-div, Gallrat

T1 B-div; T2 B-div, Ogallrat

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T1 b-div	192	9,825	12,342	0,891
T2 b-div	192	9,608	4,44	0,32

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T1 B-div	371	9,718	3,13	0,162
T2 B-div	371	9,993	4,247	0,221

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
0,216	12,602	0,909	(-1,577; 2,010)

$\mu_{\text{difference}}$: mean of (T1 b-div - T2 b-div)

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
-0,275	3,489	0,181	(-0,631; 0,081)

$\mu_{\text{difference}}$: mean of (T1 B-div - T2 B-div)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value	P-Value
0,24	0,812

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value	P-Value
-1,52	0,13

Bilaga 5. Resultat av T-test för skillnad i β -diversitet mellan populationerna vid T1 och T2.

T1 b-div; T1 B-div_1

T2 b-div; T2 B-div_1

Method

Method

μ_1 : mean of
T1 b-div

μ_1 : mean of
T2 b-div

μ_2 : mean of
T1 B-div_1

μ_2 : mean of
T2 B-div_1

Difference:
 $\mu_1 - \mu_2$

Difference:
 $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T1 b-div	192	9,8	12,3	0,89
T1 B-div_1	371	9,72	3,13	0,16

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
T2 b-div	192	9,61	4,44	0,32
T2 B-div_1	371	9,99	4,25	0,22

Estimation for Difference

Estimation for Difference

95% CI for

95% CI for

Difference	Difference
0,107	(-1,678; 1,892)

Difference	Difference
-0,385	(-1,149; 0,380)

Test

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
0,12	203	0,906

T-Value	DF	P-Value
-0,99	371	0,323

Bilaga 6. Statistiska resultat för parat T-test för skillnad i volym mellan T1 och T2 för den gallrade och ej gallrade populationen.

Paired T-Test and CI: Volym T1 Gallrad.VolymAlla; Volym ...
.VolymAlla

Paired T-Test and CI: Volym T1 Ej gallrad,VolymAlla; ...
allrad,VolymAlla

Descriptive Statistics

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean	Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Volym T1 Gallrad.VolymAlla	198	138,25	94,31	6,7	Volym T1 Ej gallrad,VolymAlla	371	138,14	102,04	5,3
Volym T2 Gallrad.VolymAlla	198	189,82	96,33	6,85	Volym T2 Ej gallrad,VolymAlla	371	185,35	121,39	6,3

Estimation for Paired Difference

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
-51,58	83,39	5,93	(-63,26; -39,89)

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
-47,21	63,95	3,32	(-53,74; -40,68)

$\mu_{\text{difference}}$: mean of (Volym T1 Gallrad.VolymAlla - Volym T2 Gallrad.VolymAlla)

$\mu_{\text{difference}}$: mean of (Volym T1 Ej gallrad,VolymAlla - Volym T2 Ej gallrad,VolymAlla)

Test

Test

Null hypothesis H_0 : $\mu_{\text{difference}} = 0$

Null hypothesis H_0 : $\mu_{\text{difference}} = 0$

Alternative hypothesis H_1 : $\mu_{\text{difference}} \neq 0$

Alternative hypothesis H_1 : $\mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value	P-Value
-8,7	0

T-Value	P-Value
-14,22	0

Bilaga 7. Statistiska resultat för T-test för skillnad i ståndortsindex mellan populationerna vid T1 och T2

**Two-Sample T-Test and CI:
SIGran; SIGran_1**

Method

μ_1 : mean of SIGran

μ_2 : mean of SIGran_1

Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
SIGran	371	20,15	4,93	0,26
SIGran_1	198	25,42	4,27	0,3

Estimation for Difference

95% CI for

Difference	Difference
-5,279	(-6,059; -4,498)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
-13,29	454	0

**Two-Sample T-Test and CI:
SIGran; SIGran_1**

Method

μ_1 : mean of SIGran

μ_2 : mean of SIGran_1

Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
SIGran	371	20,23	4,76	0,25
SIGran_1	192	25,53	4,14	0,3

Estimation for Difference

95% CI for

Difference	Difference
-5,302	(-6,064; -4,540)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
-13,67	436	0

