



# Blådningsbrukets påverkan på kärlväxters växtsamhälle

– Effekten på biodiversitet och specifikt  
förekomsten av blåbär

---

*The effect of selection systems on the community of vascular plants*

Erik Hallgren och Anna Sandberg

Kandidatarbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Jägmästarprogrammet  
Kandidatarbeten i skogsvetenskap • Nr 12  
Umeå 2021





# Blådningsbrukets påverkan på biologisk mångfald – Effekten på kärlväxters biodiversitet och specifikt förekomsten av blåbär

*The effect of selection systems on the community of vascular plants*

Erik Hallgren och Anna Sandberg

**Handledare:** Adam Ekholm, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö  
**Bitr. handledare:** Jörgen Sjögren, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö  
**Examinator:** Gustaf Egnell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Kandidatarbete i skogsvetenskap  
**Kurskod:** EX0911  
**Program/utbildning:** Jägmästarprogrammet  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
**Utgivningsort:** Umeå  
**Utgivningsår:** 2021  
**Omslagsbild:** Jörgen Sjögren  
**Serietitel:** Kandidatarbeten i skogsvetenskap  
**Delnummer i serien:** 12

**Nyckelord:** Blådningsbruk, hyggesfritt skogsbruk, kärlväxter, blåbär, *Vaccinium myrtillus*, artrikedom, biodiversitet

**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. 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.

## Sammanfattning

Nyttjandet av den svenska skogen som naturresurs har ökat det senaste århundrandet, vilket har lett till ökade störningar i skogsekosystem till följd av trakthyggesbruket. Skogsbrukets påverkan på artrikedom och artsammansättning har stor betydelse för biodiversitet och ekosystemfunktioner. Intresset för hyggesfria skogsskötselsystem, främst i form av blädningsbruk, har ökat. Studier om blädningsbrukets påverkan på biodiversitet är få och det saknas tydlig forskning om dess effekter. Denna studie söker att ge en ökad förståelse för hur blädningsbruk påverkar biodiversiteten hos kärlväxtsamhällen i fältskiktet, med fokus på nyckelarten blåbär (*Vaccinium myrtillus*, L.). Detta studerades genom olika diversitetsindex; Species richness, Shannon-Wiener index, Community evenness, samt förekomsten av blåbär. Studien utfördes på sex lokaler i Mellansverige genom en första inventering år 2013, följt av blädning år 2014, samt en andra inventering år 2018. Samtliga lokaler utgjordes av två parceller, en försöksyta som blädades samt en kontrollyta där ingen åtgärd utfördes. Studien fann ingen skillnad på blädningsytorna gentemot kontrollytorna. Resultatet indikerade att blädningsbruk kan ses som ett bra alternativ till det vanligare trakthyggesbruket, med avseende på bevarande av biologisk mångfald. För att med säkerhet kunna dra slutsatser kring blädningsbrukets påverkan på biodiversiteten på längre sikt krävs mer omfattande studier som sträcker sig över en längre tidshorisont.

*Nyckelord: Blädningsbruk, hyggesfritt skogsbruk, kärlväxter, blåbär, Vaccinium myrtillus, artrikedom, biodiversitet.*

## Abstract

The utilization of the Swedish forest as a natural resource has intensified during the last decade, which has led to an increase in disturbances on the forest ecosystems as a result of clear cutting. The effect of forestry on species richness and species composition has a large impact on how well the biodiversity and ecological communities can function. The interest for continuous cover forestry has increased, especially for selection system, but studies examining the effect that this has on biodiversity is limited. This study seeks to increase the knowledge on how selection systems affect the biodiversity among vascular plants in the field layer, with extra focus on the key species bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). This was measured through different biodiversity indexes: Species richness, Shannon-Wiener index, community evenness and the abundance of bilberry. The study took place on six sites in central Sweden and was consisted of an inventory in 2013, selective felling 2014, followed by a second inventory in 2018. Each site consisted of two adjacent areas: a control where no measure was taken, and one where selective felling was conducted. The study found no difference between the cut areas and the controls. The results indicate that selection systems can be seen as a suitable alternative to the more common rotation forestry system, regarding conservation of biodiversity. More studies are needed to examine the long-term effects of selective felling systems to be able to conclude how it effects biodiversity. The studies should preferably be more extensive and conducted on a larger time scale.

*Keywords: Selective system forestry, Continuous cover forestry, vascular plants, bilberry, Vaccinium myrtillus, species richness, biodiversity,*

# Förord

Denna rapport är resultatet av vårt kandidatarbete på Jägmästarprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå. Arbetet har genomförts av Erik Hallgren och Anna Sandberg under vårterminen år 2021.

# Innehållsförteckning

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabellförteckning</b> .....                           | <b>8</b>  |
| <b>Figurförteckning</b> .....                            | <b>9</b>  |
| <b>Förkortningar</b> .....                               | <b>10</b> |
| <b>1. Inledning</b> .....                                | <b>11</b> |
| 1.1. Blådningsbruk .....                                 | 12        |
| 1.2. Blådningsbruk och kärlväxter .....                  | 13        |
| 1.3. Syfte .....                                         | 15        |
| 1.4. Hypotes .....                                       | 15        |
| <b>2. Metod</b> .....                                    | <b>16</b> |
| 2.1. Försöksdesign .....                                 | 16        |
| 2.2. Lokaler .....                                       | 16        |
| 2.3. Datainsamling .....                                 | 18        |
| 2.4. Statistiska analyser .....                          | 18        |
| <b>3. Resultat</b> .....                                 | <b>20</b> |
| <b>4. Diskussion</b> .....                               | <b>22</b> |
| 4.1. Blådningsbrukets inverkan på andra artgrupper ..... | 22        |
| 4.2. Blådningsbruk på landskapsnivå .....                | 23        |
| 4.3. Framtida studier om kärlväxter.....                 | 23        |
| 4.4. Slutsats .....                                      | 24        |
| <b>Referenser</b> .....                                  | <b>25</b> |
| <b>Tack</b> .....                                        | <b>29</b> |
| <b>Bilaga 1</b> .....                                    | <b>30</b> |

## Tabellförteckning

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 1. Beståndsinformation för de sex försökslokalerna, med avseende på medelålder, trädslagsfördelning, skiktning, grundyta och ståndortsindex.                | 18 |
| Tabell 2. T-värden och p-värden för parade t-test, där skillnaden mellan kontroll- och blädningsytor analyserats för år 2013 respektive 2018. ....                 | 20 |
| Tabell 3. T-värden och p-värden för parade t-test, där skillnaden före (2013) och efter (2018) behandling analyserats för kontroll- respektive blädningsytor. .... | 20 |



## Figurförteckning

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1. Karta över de sex lokalerna i studien; Boggsjö, Enviken, Hjältanstorp, Korpmarken, Liden, Sidensjö. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 17 |
| Figur 2. Resultat från parade t-test för respektive responsvariabel; Species richness, Shannon Wiener index, Community evenness och blåbärsförekomst, där medelvärden och standard error presenteras för varje test. Skillnaden mellan kontrolltytor (K) och blädningsytor (B) analyserades för år 2013 (K-B 2013) respektive 2018 (K-B 2018), samt analys av skillnaden före (2013) och efter (2018) behandling för kontrolltytor (K-K 2013/2018) respektive blädningsytor (B-B 2013/2018). .... | 21 |

# Förkortningar

FSC                      Forest Stewardship Council

# 1. Inledning

Majoriteten av världens landlevande mångfald återfinns i skogsekosystem (FAO & UNEP 2020; FAO 2021) och skogen spelar därmed en viktig roll för att upprätthålla den globala biodiversiteten. Biodiversitet ligger till grund för en rad viktiga processer. Den bidrar till ett mer resilient ekosystem, vilket innebär att ekosystem har en högre förmåga att återhämta sig till sin ursprungliga funktion efter en störning (Walker 1995). Biodiversitet påverkar även ekosystemtjänster som pollinering, fröspridning och reglering av skadedjur och sjukdomar (Daily 1999; Mace et al. 2012). Människor är beroende av dessa tjänster för att täcka sina livsbehov, men också för att tillgå råvaror till industrier, exempelvis i skogsbruket (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Den globala biodiversiteten i skogen är starkt hotad av avskogning (FAO & UNEP 2020). I Sverige har skogsbruket mekaniserats under det senaste århundradet och blivit allt mer intensivt. Sedan 1950-talet har trakthyggesbruk varit det dominerande skötselsystemet (Albrektson et al. 2012) och utgör idag den största störningen på skogsekosystem (Widenfalk & Weslien 2009). Trakthyggesbruk delas in i fyra faser; föryngrings-, ungskogs-, gallrings- och slutavverkningsfasen. I samtliga faser är skogen enskiktad, vilket innebär att alla träd är i samma höjdsikt (Albrektson et al. 2012). Introduktionen av trakthyggesbruk har resulterat i att skogen gått från att domineras av äldre skog ( $\geq 150$  år), till en allt yngre, oftast enskiktad och likåldrig skog. Samtidigt har blandskogar minskat i omfattning och andelen löv i skogen har minskat (Östlund et al. 1997). Innan det storskaliga trakthyggesbruket introducerades bestod skogen av fler stora träd och innehöll mer död ved. Sedan slutet på 1800-talet har antalet grova och gamla träd samt volymen av död ved minskat med 90%. Förändringen i skogen har resulterat i att viktiga ekologiska nischer gått förlorade, och därmed även biodiversitet som beror av dessa strukturer (Linder & Östlund 1998). Konsekvenserna av det moderna skogsbruket, med ökad homogenitet, monokulturer och kalavverkning, utgör ett hot mot den biologiska mångfalden (Larsson & Danell 2001; Selvik 2004).

I Sverige regleras skogsbruket för att aktivt upprätthålla biologisk mångfald, bland annat genom certifieringar som Forest Stewardship Council (FSC) (FSC Sweden 2020b). FSC införde under år 2020 en ny standard för sin certifiering. Denna

innefattar ett utökat krav på fem procents areal, utöver de redan existerande fem procenten, som skall avsättas eller skötas med anpassad skogsskötsel. Standarden syftar till att bevara och utveckla sociala värden och naturvärden. Dessa ytterligare fem procent skulle kunna skötas med exempelvis hyggesfritt skogsbruk (FSC Sweden 2020a), en skötselmetod som fått ökat intresse under de senaste decennierna (Pommerening 2004). Skogens sammansättning och brukandet av denna påverkar mikroklimatet, då en kontinuerlig täckning av skog ger ett mindre fluktuerande klimat (Aussenac 2000). Kvarlämnade av exempelvis en skärm- eller fröträdställning kan bidra till ett mer stabilt temperaturklimat för markvegetationen än vid kalavverkning (Ottosson Löfvenius 1997). Ett hyggesfritt skogsskötselsystem som kan gynna biodiversitet genom ett stabilt mikroklimat och en varierande struktur är blädningsbruk.

## 1.1. Blädningsbruk

Blädningsbruk är ett alternativt skogsskötselsystem till trakthyggesbruk. Detta skötselsystem utförs i fullskiktade skogar, skogar med träd i alla storleksklasser (Albrektson et al. 2012). Fördelningen i storleksklass följer en inverterad J-kurva, där det finns fler små träd än stora. Detta uppkommer då träden växer långsammare i de lägsta diameterklasserna och tillväxthastigheten ökar först när de vuxit ur ungskogsfasen (Lundqvist et al. 2014). Blädningsbruk sköts endast med en åtgärd; återkommande gallringar som benämns blädningar, och kräver att skogen ska bibehålla sin skiktning efter åtgärd. Ingreppet utförs antingen med en längre omloppstid på ca 20–25 år eller med kortare intervall med ca 5–10 års mellanrum (Lundqvist et al. 2014). Vid blädningsbruk sker ingen markberedning (Karlsson 2006) och arter som inte klarar av en sådan störning har därmed bättre förutsättningar i ett blädningsbestånd (Eriksson & Raunistola 1990).

Blädningsbruk lämpar sig enbart för skuggtåliga sekundärarter, arter som kan växa i skuggiga miljöer, eftersom större delen av krontaket bibehålls. I Sverige innebär detta att blädningsbruk tillämpas främst på granbestånd (*Picea abies* L.) (Lundqvist et al. 2014). För att kunna bedriva blädningsbruk finns ytterligare några kriterier (Lundqvist 2005; Lundqvist et al. 2014):

- Markvegetationstyp, blåbärsristyp eller bättre
- Gallrings- eller slutavverkningsmogen skog
- 70% av grundytan utgörs av gran
- Fullskiktad skog, med majoriteten träd i små storleksklasser
- Virkesförråd på minst 150 m<sup>3</sup>sk/ha

På lokaler där kriterierna för blädningsbruk uppfylls kan det utgöra ett alternativt skogsskötselsystem, för att gynna arter som kräver ett kontinuerligt krontak (Lundqvist 2005). Blädningsbruk med naturhänsyn bör kunna efterlikna naturskogsförhållanden och vara gynnsamt för arter som kräver eller gynnas av en kontinuerlig skog (Lundqvist et al. 2014).

Det finns få studier om hur blädningsbruk påverkar biologisk mångfald. Lundqvist et al. (2014) beskriver dock att blädningsbruk brukar anses överlägset trakthyggesbruk gällande biologisk mångfald. Vanha-Majamaa et al. (2017) visade i sin studie att växtsamhällets återhämtning var högst efter utförd åtgärd, vid blädningsbruk i förhållande till andra skötselsystem. Även motståndskraften mot störning var högre än för de flesta andra system. En hög diversitet av växter bidrar också till en högre diversitet av både nedbrytare och primärkonsumenter (Balvanera et al. 2006). Kuuluvainen et al. (2012) har sammanställt forskningen kring fleråldrig skog och brukandet av denna. De drar slutsatsen att fleråldrig och flerskiktad skog visar god förmåga att uppnå ekologiska mål för hållbart skogsbruk, men att fler studier krävs. Andra studier har också funnit att blädningsbruk skulle kunna ses som ett bra alternativ för bevarande av även insekter och lavar (Storaunet et al. 2008, 2014; Hjältén et al. 2017).

## 1.2. Blädningsbruk och kärlväxter

Kärlväxter (*Tracheophyta*) är samlingsnamnet för alla växter med vaskulär ledningsförmåga (Nationalencyklopedin u.å b). Kärlväxter innefattar majoriteten av alla landlevande växter, med ungefär 300 000 dokumenterade arter (Christenhusz & Byng 2016). En av Sveriges vanligaste kärlväxter, som täcker närmare 17% av landets yta, är blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.) (Nationalencyklopedin u.å a). Blåbär är ett flerårigt ris med vintergröna grenar. Den blommar under försommaren och under sensommaren mognar bären (Naturhistoriska riksmuseet 2004). Vidare beskrivs blåbär som skuggtålig och påträffas främst i stora bestånd i skogs- och hedmark där den lever i symbios med mykorrhizasvampar. Blåbär förökar sig främst genom sina underjordiska utlöpare (Nationalencyklopedin u.å a), så kallad vegetativ förökning, vilket innebär att skott skjuts upp från växtens jordstammar utan att någon befruktning skett (Nationalencyklopedin u.å c).

I skogens fältskikt klassas blåbär som en av huvudnyckelarterna (Hedwall et al. 2013). Nyckelarter definieras som arter vars förekomst spelar en kritisk roll för flera andra arter inom samma ekosystem. Blåbär utnyttjas bland annat flitigt som födokälla av flera djur och insekter, antingen direkt, av djur som harar och sorkar och flera insekter som äter blåbär, eller indirekt av framförallt fåglar som äter

insekterna som uppehåller sig kring blåbär (Niemelä et al. 1982; Atlegrim 1989; Hjältén et al. 2004; Dahlgren et al. 2007). På grund av sin ekologiska funktion kan förekomsten av blåbär därmed vara av stor betydelse för hela ekosystem.

Kärlväxter i skogsekosystem påverkas av skogsskötselåtgärder. Studier visar att artrikedomen hos kärlväxter minskar direkt efter kalavverkning, men inte vid blädningsbruk (Jalonen & Vanha-Majamaa 2001). Den uppföljande studien av Jalonen & Vanha-Majamaa (2001) visade dock att detta förändras över tid och att kalhyggen håller den högsta artrikedomen hos kärlväxter tio år efter åtgärd (Vanha-Majamaa et al. 2017). Kalavverkning, med sin högre störningsintensitet, har även visat sig ha en större negativ påverkan på täckningsgraden hos kärlväxter i jämförelse med mindre intensiva metoder (Vanha-Majamaa et al. 2017). Även täckningsgraden av blåbär minskar vid kalavverkning (Widenfalk & Weslien 2009; Vanha-Majamaa et al. 2017). Tre år efter kalavverkning motsvarar täckningsgraden av blåbär mindre än en åttondel av den ursprungliga täckningsgraden, medan tre fjärdedelar av täckningsgraden behölls vid blädning (Vanha-Majamaa et al. 2017). En studie av Atlegrim & Sjöberg (1996) visade att blåbärsriset inte förblir lika jämnt fördelat över lokalen efter blädning, men föryngringskapaciteten hos blåbär var detsamma som i kontrolytorna. En annan studie visade att förekomsten av buskar och risväxter i fältskiktet ökade tio år efter utförd blädning (Vanha-Majamaa et al. 2017). Trots detta är forskning om blädningsbrukets inverkan på biodiversitet bristande, och det finns ett behov av fler studier. Brukandet av alternativa skogsskötselsystem bör komma att öka framöver, i och med FSC:s nya standard. Vikten att förstå hur blädningsbruk påverkar artsamhällen blir än viktigare, därför fokuserar denna studie på hur blädningsbruk påverkar kärlväxters diversitet.

### 1.3. Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka hur blädning påverkar biodiversitet hos kärlväxter i fältskiktet, med fokus på blåbär, i förhållande till en likvärdig, obrukad skog. Studien är avgränsad till sex lokaler i Mellansverige, samtliga i den boreala zonen, där data samlats in i granskogar, före och efter åtgärd.

Studien avser besvara följande frågeställningar:

- i)* Hur påverkas samhället av kärlväxter i fältskiktet av blädningsbruk med avseende på diversitet, artrikedom och abundans?
- ii)* Hur påverkas förekomsten av blåbär av blädningsbruk?

### 1.4. Hypotes

Baserat på tidigare studiers resultat, att lägre störningsintensitet utgör en mindre påverkan på kärlväxtsamhällen (Jalonen & Vanha-Majamaa 2001; Vanha-Majamaa et al. 2017), är vår första hypotes:

- i)* att kärlväxtsamhällen kommer att förbli oförändrade av blädningsbruk inom försöksperioden på fem år, mellan den första inventeringen år 2013 och den andra inventeringen år 2018.

Vidare visar tidigare studier en liten effekt av blädningsbruk på blåbärsförekomsten (Atlegrim & Sjöberg 1996; Vanha-Majamaa et al. 2017), varpå vår andra hypotes:

- ii)* är att blädningsbruk har en marginell påverkan på blåbärsförekomsten inom samma försöksperiod.

## 2. Metod

### 2.1. Försöksdesign

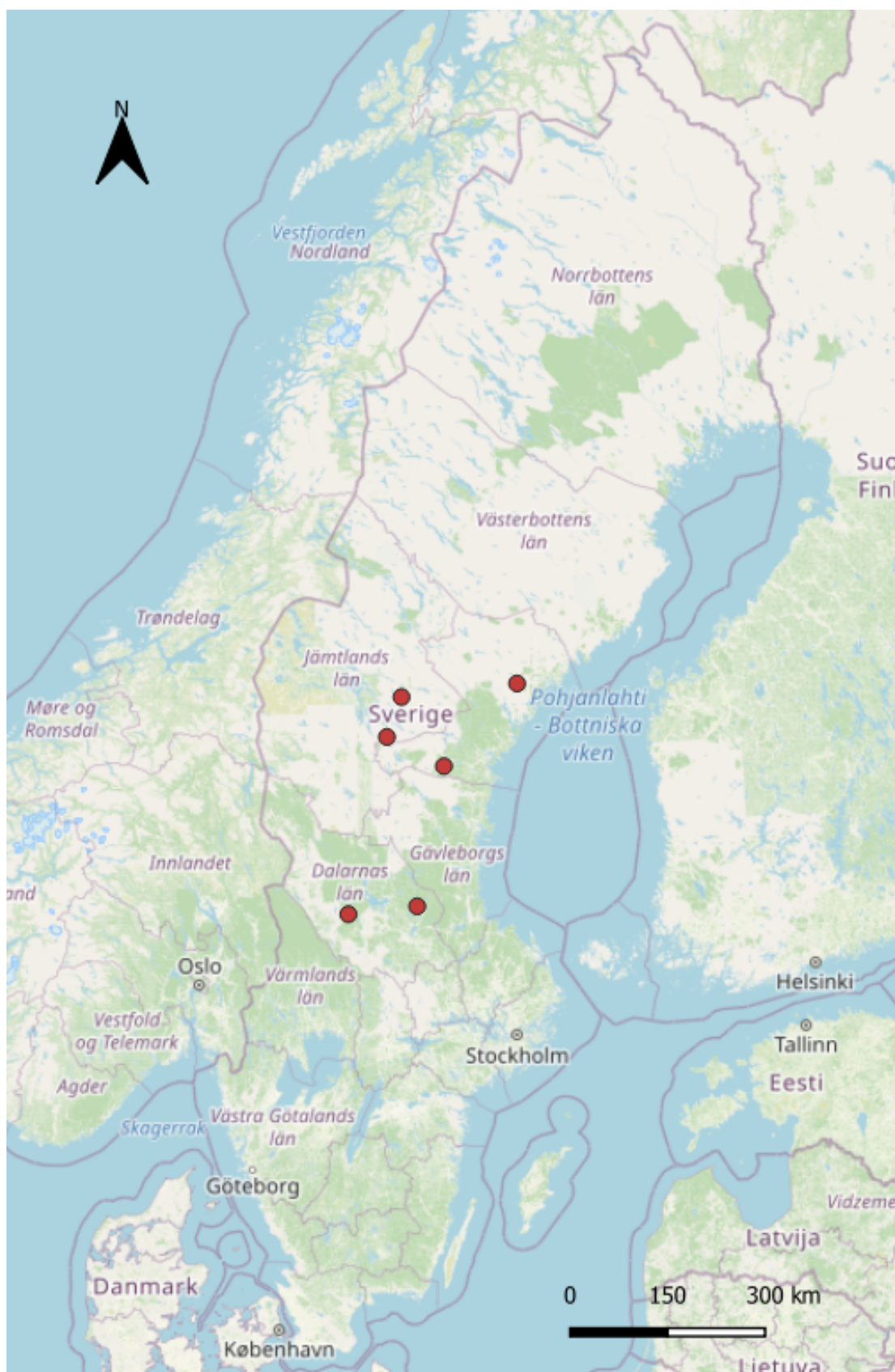
Detta är en experimentell studie med två behandlingar: blädning och kontroll. Studien genomfördes mellan år 2013 och år 2018 på sex försökslokaler i Mellansverige, se Figur 1. Den första kärlväxtinventeringen genomfördes år 2013, hälften av lokalerna blädades år 2014 respektive år 2015, samtliga under första kvartalet. En andra kärlväxtinventering genomfördes år 2018.

På varje försökslokal upprättades två rektangulära försöksytor, parceller, med måtten 40 x 25 meter (1000 m<sup>2</sup>). För att skapa jämförbara försöksytor eftersträvades likheter i stamantal och grundyta mellan de två parcellerna. Förekomsten av lägre trädskikt, med en höjd upp till en eller två tredjedelar av de härskande trädens höjd, var högre än förekomsten av härskande och medhärskande träd. Frånvaro av större luckor och insekts- och svampangrepp eftersträvades, och för att minska risken för vindfällan och snöbrott planerades stickvägar för att minimera beståndets luckighet. Varje parcell omramades av en 10 meter bred kapp, som omfattades av samma behandling som försöksytan, för att undvika påverkan från omgivande bestånd. Den ena parcellen fungerade som kontroll, utan åtgärd, medan den andra blädades. Försättningsvis kommer de ytor som behandlades med blädning benämnas som blädningssytor, även innan utförd åtgärd. Behandling för respektive parcell randomiserades genom lottning. Blädningen utfördes som höggallring, uttag av de grövsta träden, med ett uttag på ca 30% av grundytan. Dock gallrades skadade och sjuka träd ut i första hand, samt träd med allvarliga kvalitetsfel. Gallringsutförandet var konventionellt, med stickvägsgående skördare och skotare.

### 2.2. Lokaler

Lokalerna i studien var belägna i den boreala zonen i Mellansverige (Figur 1), för koordinater se Bilaga 1, samtliga mellan breddgrad 60 och 63, mellan altitud 220 och 400 m ö.h. (Bilaga 1). Alla lokaler var av blåbärstyp med frisk markfuktighet.





Figur 1. Karta över de sex lokalerna i studien; Boggsjö, Enviken, Hjältanstorp, Korpmarken, Liden, Sidensjö.

Medelåldern för de olika lokalerna varierade mellan 67 och 130 år. Majoriteten av lokalerna utgjordes huvudsakligen av gran, med inslag av tall och lövträd, och de var antingen fullskiktade eller hade fler än två skikt. Produktionsförmågan på lokalerna var G19 eller bättre, grundytan varierade mellan 24–34 m<sup>2</sup>/ha (Tabell 1).

*Tabell 1. Beståndsinformation för de sex försökslokalerna, med avseende på medelålder, trädslagsfördelning, skiktning, grundyta och ståndortsindex.*

| Lokal        | Medelålder<br>(DBH) | Trädslagsfördelning<br>(TGL) | Skiktning | Grundyta<br>(m <sup>2</sup> /ha) | Ståndortsindex<br>(SI) |
|--------------|---------------------|------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------|
| Boggsjö      | 125                 | 2 8 0                        | Full      | 31                               | G19                    |
| Enviken      | 67                  | 2 8 0                        | 2+        | 24                               | G23                    |
| Hjältanstorp | 95                  | 1 9 0                        | Full      | 33                               | G20-22                 |
| Korpmarken   | 130                 | 1 9 0                        | Full      | 32                               | G20                    |
| Liden        | 100                 | 2 8 0                        | 2+        | 34                               | G20                    |
| Sidensjö     | 90                  | 1 8 1                        | Full      | 30                               | G20                    |

## 2.3. Datainsamling

Växtsamhället inventerades på de båda parcellerna före åtgärd, samt fem år efter första inventering. Den första inventeringen genomfördes i oktober år 2013 respektive år 2014, ytorna blädades år 2014–2015, och den andra inventeringen genomfördes under sensommaren, juli-augusti, år 2018. Data för fältvegetationen samlades in genom Pin-point inventering. Denna utfördes genom att två diagonala linjer som korsade parcellens mittpunkt placerades ut. På varje linje slumpades 200 inventeringspunkter ut, med decimeterprecision, varje parcell bestod därmed av 398–400 punkter. På varje inventeringspunkt noterades fältvegetationen, dvs vilket ris, ört eller gräs som påträffats. Endast en art noterades på varje inventeringspunkt, och om ingen art påträffades noterades istället ”ingen träff”. Data presenterades som abundans i procent, som förekomst i förhållande till antal inventeringspunkter.

## 2.4. Statistiska analyser

För att undersöka hur växtsamhället påverkas av blädning utfördes fyra parade t-test på fyra responsvariabler: Species richness, Shannon-Wiener index, Community evenness samt blåbärsförekomst (Samuels et al. 2016). För varje responsvariabel analyserades skillnaden i) mellan kontroll- och blädningsyta, före (2013) och efter blädning (2018), samt ii) inom varje behandling, kontroll respektive blädning, före och efter utförd åtgärd. De två förstnämnda testerna utfördes för att upptäcka eventuella beståndsskillnader mellan blädnings- och kontrolltytor, innan respektive

efter åtgärd. De två sista testerna utfördes för att jämföra skillnader inom ytorna, kontroll- respektive blädningsytor.

Samtliga analyser genomfördes i Minitab, version 18, där en signifikansnivå på 5% tillämpades. Då vårt försök endast omfattar sex observationer, en för varje lokal, antogs normalfördelade residualer.

Diversiteten hos kärlväxter, analyserades med tre olika index; Species richness, Shannon-Wiener index samt Community evenness. Blåbärsförekomsten analyserades med abundansen i procent, som förekomst i förhållande till hur många punkter som inventerats.

Species richness (S), eller artrikedom, baseras på antalet arter som påträffades vid inventering (Fedor & Zvaríková 2019), vidare beskrivs Shannon-Wiener index (H) som ett diversitetsindex. Detta beräknades som en arts relativa abundans ( $P_i$ ), artens abundans i förhållande till vegetationens täckningsgrad för respektive yta, multiplicerat med naturliga logaritmen för relativ abundans. Detta summerades för samtliga arter (n) för att ta fram det indexerade värdet, där ett högre värde indikerar högre diversitet.

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i$$

Community evenness ( $E_H$ ) baseras på Shannon-Wiener index (Fedor & Zvaríková 2019), och beskriver hur jämnfördelade individerna av varje art är i förhållande till varandra. Detta index beräknas genom att dividera Shannon-Wiener index med naturliga logaritmen av Species richness.

$$E_H = \frac{H}{\ln S}$$

Community evenness antar ett värde mellan noll och ett, där ett högre värde anger en högre jämnhet mellan individer av olika arter (Fedor & Zvaríková 2019).

### 3. Resultat

I det här avsnittet presenteras resultaten av de statistiska analyserna som jämfört kontroll- mot blädningsytor, samt skillnader inom ytorna före och efter behandling. Resultatet från den statistiska analysen visade att blädning inte hade någon signifikant påverkan på kärlväxtsamhällen.

Analysen påvisade ingen skillnad mellan kontroll- och blädningsytor, varken före (2013) eller efter (2018) behandling, för någon responsvariabel; Species richness, Shannon-Wiener index, Community evenness eller blåbärsförekomst (Tabell 2; Figur 2).

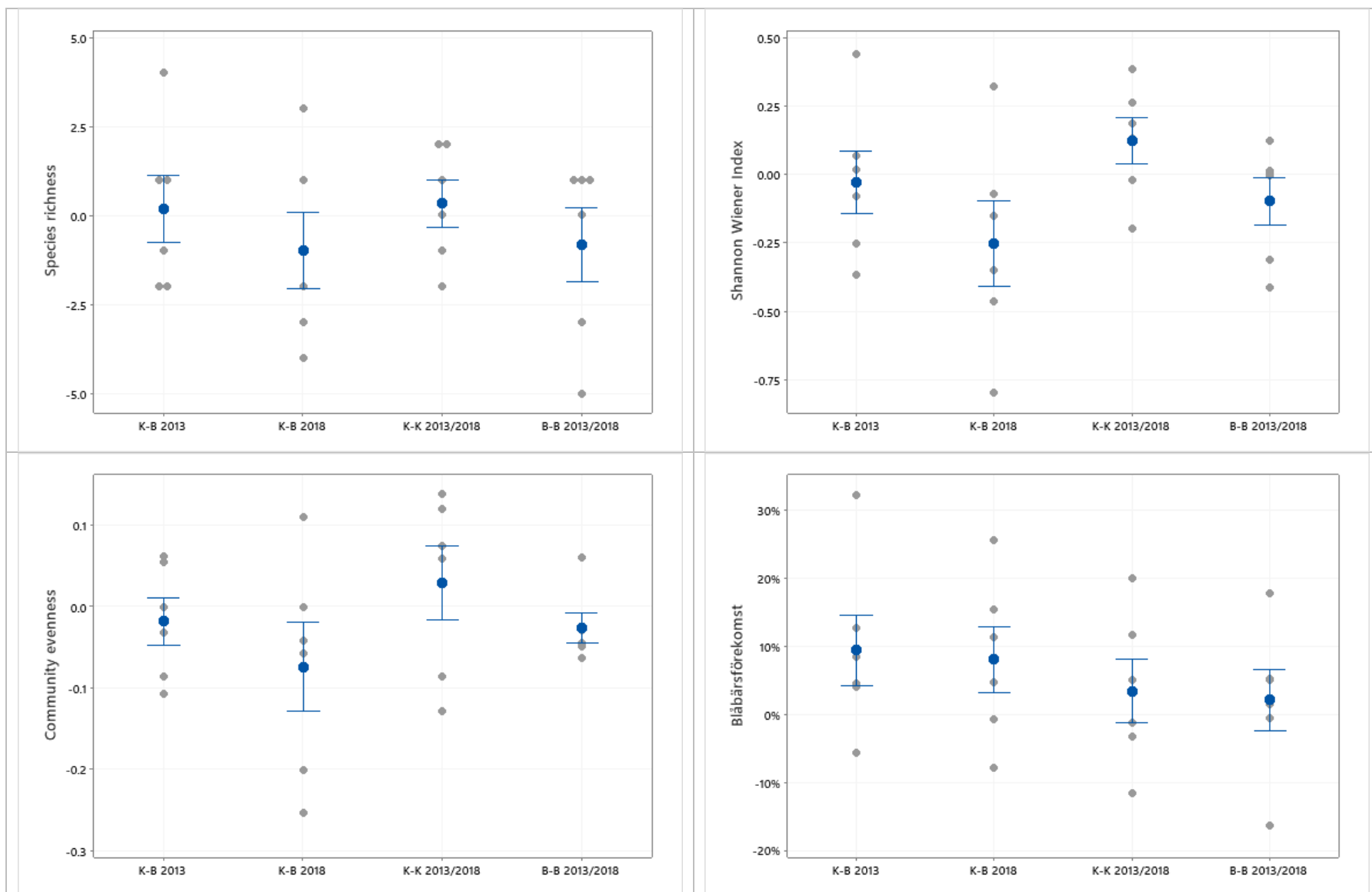
*Tabell 2. T-värden och p-värden för parade t-test, där skillnaden mellan kontroll- och blädningsytor analyserats för år 2013 respektive 2018.*

|                      | 2013    |         | 2018    |         |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                      | T-värde | P-värde | T-värde | P-värde |
| Species richness     | 0,18    | 0,867   | -0,94   | 0,391   |
| Shannon Wiener index | -0,26   | 0,808   | -1,62   | 0,165   |
| Community evenness   | -0,64   | 0,551   | -1,36   | 0,233   |
| Blåbärsförekomst     | 1,81    | 0,131   | 1,66    | 0,157   |

Analysen inom varje behandling, kontroll respektive blädning, visade ingen skillnad inom ytorna (kontroll- och blädningsytor) före och efter behandling för någon responsvariabel (Tabell 3; Figur 2).

*Tabell 3. T-värden och p-värden för parade t-test, där skillnaden före (2013) och efter (2018) behandling analyserats för kontroll- respektive blädningsytor.*

|                      | Kontroll |         | Blädad  |         |
|----------------------|----------|---------|---------|---------|
|                      | T-värde  | P-värde | T-värde | P-värde |
| Species richness     | 0,50     | 0,638   | -0,80   | 0,462   |
| Shannon Wiener index | 1,47     | 0,201   | -1,13   | 0,309   |
| Community evenness   | 0,65     | 0,543   | -1,46   | 0,205   |
| Blåbärsförekomst     | 0,75     | 0,487   | 0,47    | 0,658   |



Figur 2. Resultat från parade t-test för respektive responsvariabel; Species richness, Shannon Wiener index, Community evenness och blåbärsförekomst, där medelvärden och standard error presenteras för varje test. Skillnaden mellan kontrolltytor (K) och blädningstytor (B) analyserades för år 2013 (K-B 2013) respektive 2018 (K-B 2018), samt analys av skillnaden före (2013) och efter (2018) behandling för kontrolltytor (K-K 2013/2018) respektive blädningstytor (B-B 2013/2018).

## 4. Diskussion

Resultaten i denna studie visade ingen påverkan på diversitet hos kärlväxtsamhällen efter blädning, varken för Species richness, Shannon-Wiener index eller Community evenness. Resultaten visade inte heller någon påverkan på blåbärsförekomst. Detta stämmer väl överens med våra hypoteser, *i*) och *ii*), och liknande studier på kärlväxter (Atlegrim & Sjöberg 1996; Jalonen & Vanha-Majamaa 2001; Vanha-Majamaa et al. 2017). Jalonen & Vanha-Majamaa (2001) kunde inte påvisa någon skillnad i artrikedom ett år efter blädning. Deras uppföljande studie visade en direkt minskning i artrikedom efter blädning, men att denna återgått till sitt ursprungliga antal tre år efter behandling (Vanha-Majamaa et al. 2017). Detta kan liknas med resultaten i vår studie som inte fann någon skillnad mellan första och andra inventering, något som också indikerar en hög återhämtningsförmåga hos växtsamhället. Vanha-Majamaa et al. (2017) visade att abundansen av örter och gräs var som högst tre år efter blädning, för att sedan minska. De visade även att täckningsgraden av blåbär följde samma mönster som artrikedomen hos kärlväxter; en direkt minskning efter blädning och en snabb återhämtning, till 75% av den ursprungliga täckningsgraden efter tre år.

### 4.1. Blädningsbrukets inverkan på andra artgrupper

Studier på andra artgrupper har kommit fram till liknande resultat som vår studie. I en sammanställning av Kuuluvainen et al. (2012) drogs slutsatsen att bläddad skog bibehåller karaktärer av äldre skog och den artsammansättning som återfinns i dessa miljöer. Almén & Granlund (2019) använde sig av samma experiment som i vår studie, men med fokus på mossor, dess abundans och artrikedom. De fann inte heller något stöd för att blädningsbruk påverkar abundansen av mossor, däremot visade deras resultat att artrikedomen hos mossor minskade efter blädning. Storaunet et al. (2008) fann att laven långskägg (*Usnea longissima*, Ach.) kan tolerera och eventuellt även gynnas av blädningsbruk, förutsatt att träd med hög förekomst av laven bevaras vid blädning. Även förekomsten av skalbaggar tros kunna gynnas av mindre intensivt skogsbruk i förhållande till trakthyggesbruk, då många av dessa arter gynnas av äldre skog. Många skalbaggsarter kräver dock förekomst av död ved (Hjältén et al. 2017) och just frånvaron av död ved menar

Lundqvist (2005) är en av huvudskillnaderna mellan bläddad skog och en orörd skog. Införandet av blädningsbruk i större omfattning gynnar därmed inte nödvändigtvis samtliga arter. Naturvårdsåtgärder krävs fortfarande vid blädningsbruk, exempelvis kvarlämnande av naturvårdsträd och död ved.

## 4.2. Blädningsbruk på landskapsnivå

Resultatet i vår studie föreslår att blädningsbruk kan vara ett bra alternativ till trakthyggesbruk för att bevara diversitet av kärlväxter. Liknade studier har kommit fram till att mindre intensiva skogsskötselmetoder utgör ett bra alternativ till kalhyggen för att bibehålla diversitet av kärlväxter (ex. Hannerz & Hånell 1997; Jalonen & Vanha-Majamaa 2001; Vanha-Majamaa et al. 2017). Blädningsbruk utgör en mindre störning än trakthyggesbruk, exempelvis då markberedning inte utförs, störningen från skogsmaskiner blir mindre och största delen av trädskiktet bibehålls. Artrikedomen kan dock bli högre efter kalavverkning, då många arter är beroende och anpassade efter förekomsten av mer intensiva störningar, men det ursprungliga växtsamhället kan komma att förändras avsevärt (Weslien & Widenfalk 2014). Vissa arter, ofta pionjärarter, gynnas av kalhyggen och därmed trakthyggesbruk, medan andra, ofta sekundärarter, med krav på bibehållet krontak och äldre skog missgynnas (Lundqvist 2005; Vanha-Majamaa et al. 2017). För att uppnå FSC:s nya standard, där ytterligare 5% ska avsättas med anpassad skötsel, avsedd att bevara och gynna den biologiska mångfalden, skulle blädningsbruk med fördel kunna brukas som skogsskötelsystem. På en större skala skulle kombinationen av de två skötselmetoderna kunna ge ett mer varierat landskap, med fler strukturer och större variation i skogen, vilket skulle kunna gynna fler arter och bidra till en mångfaldsrik skog.

## 4.3. Framtida studier om kärlväxter

Framtida studier kan bidra till ökad kunskap om blädningsbrukets påverkan på artsamhällen. Resultaten i vår studie visar att diversitet av kärlväxter bibehålls vid blädningsbruk under en tidsperiod på tre till fyra år efter utförd åtgärd. Det skulle vara av intresse att studera hur kärlväxtsamhällen påverkas över en längre tidshorisont, samt över flera blädningscykler. För att ytterligare förstå vilken inverkan blädningsbruk har på kärlväxter, skulle studier som fokuserar på specifika arter, exempelvis andra nyckelarter, sällsynta- och rödlistade arter vara intressanta. Vidare skulle fler, väl replikerade, studier på fler artgrupper skapa en större förståelse över blädningsbrukets påverkan på hela ekosystem.

## 4.4. Slutsats

Sammanfattningsvis visar vår studie att diversitet av kärlväxter bibehålls vid blädningsbruk. Vår slutsats är att detta skötselsystem kan utgöra ett bra alternativ till dagens dominerande skogsskötselsystem för att gynna biologisk mångfald. På landskapsskala skulle en kombination av blädningsbruk och trakthyggesbruk kunna bidra till en större variation i skogsekosystemen, vilket skulle kunna leda till en mer mångfaldsrik skog. Vår andra slutsats är, likt Kuuluvainen et al. (2012), att det finns ett behov av fortsatta studier på effekterna av blädningsbruk över en längre tidshorisont, som stäcker sig över flera blädningscykler. Väl replikerade studier med fokus på flera artgrupper är av stor vikt för att skapa förståelse och få kunskap över blädningsbrukets effekter på hela ekosystem. Slutligen, för att kunna rekommendera en storskalig satsning på blädningsbruk som alternativ till trakthyggesbruk krävs ökad kännedom om dess effekter.



## Referenser

- Albrektson, A., Lundqvist, L., Vallinger, E. & Elfving, B. (2012). *Skogsskötselns grunder och samband. Skogsskötselserien, kapitel 1*.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-1-skogsskotselns-grunder-och-samband.pdf>
- Almén, L. & Granlund, M. (2019). *Är hyggesfritt en mossig framgång?* Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Atlegrim, O. (1989). Exclusion of Birds from Bilberry Stands: Impact on Insect Larval Density and Damage to the Bilberry. *Oecologia*, 79 (1), 136–139.  
<https://doi.org/10.1007/BF00378251>
- Atlegrim, O. & Sjöberg, K. (1996). Response of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) to clear-cutting and single-tree selection harvests in uneven-aged boreal *Picea abies* forests. *Forest Ecology and Management*, 86 (1), 39–50.  
[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03794-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03794-2)
- Aussenac, G. (2000). Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of forest science.*, 57 (3), 287–301. <https://doi.org/10.1051/forest:2000119>
- Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He, J.-S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. & Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services: Biodiversity and ecosystem functioning/services. *Ecology letters*, 9 (10), 1146–1156.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x>
- Christenhusz, M. & Byng, J. (2016). The number of known plant species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261, 201–217.  
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Dahlgren, J., Oksanen, L., Sjödin, M. & Olofsson, J. (2007). Interactions between gray-sided voles (*Clethrionomys rufocanus*) and bilberry (*Vaccinium myrtillus*), their main winter food plant. *Oecologia*, 152 (3), 525–532.  
<https://doi.org/10.1007/s00442-007-0664-8>
- Daily, G.C. (1999). Developing a Scientific Basis for Managing Earth's Life Support Systems. *Conservation ecology*, 3 (2), 14-.  
<https://doi.org/10.5751/ES-00140-030214>
- Eriksson, O. & Raunistola, T. (1990). Impact of soil scarification on reindeer pastures. *Rangifer*, 99–106. <https://doi.org/10.7557/2.10.3.837>
- FAO (2021-03-04). *Biodiversity*. <http://www.fao.org/forestry/communication-toolkit/93682/en/> [2021-03-14]

- FAO & UNEP (2020). *The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people*. Rome. <https://doi.org/10.4060/CA8642EN>
- Fedor, P. & Zvaríková, M. (2019). Biodiversity Indices. I: Fath, B. (red.) *Encyclopedia of Ecology (Second Edition)*. Oxford: Elsevier, 337–346. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10558-5>
- FSC Sweden (2020a). *Nu träder FSC:s nya regler i kraft. FSC Sweden*. <https://se.fsc.org:443/se-se/pressrum/nyheter/id/415> [2021-03-26]
- FSC Sweden (2020b). *FSC-standard för skogsbruk i Sverige*. <https://se.fsc.org/preview.fsc-standard-for-skogsbruk-i-sverige-fsc-std-swe-03-2019.a-1372.pdf> [2021-04-07]
- Hannerz, M. & Hånell, B. (1997). Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. *Forest ecology and management*, 90 (1), 29–49. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03858-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03858-3)
- Hedwall, P.-O., Jörg Brunet, Annika Nordin, & Johan Bergh (2013). Changes in the abundance of keystone forest floor species in response to changes of forest structure. *Journal of vegetation science*, 24 (2), 296–306. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01457.x>
- Hjältén, J., Danell, K. & Ericson, L. (2004). Hare and vole browsing preferences during winter. *Acta Theriologica*, 49 (1), 53–62. <https://doi.org/10.1007/BF03192508>
- Hjältén, J., Joelsson, K., Gibb, H., Work, T., Löfroth, T. & Roberge, J.-M. (2017). Biodiversity benefits for saproxylic beetles with uneven-aged silviculture. *Forest Ecology and Management*, 402, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.064>
- Jalonen, J. & Vanha-Majamaa, I. (2001). Immediate effects of four different felling methods on mature boreal spruce forest understorey vegetation in southern Finland. *Forest ecology and management*, 146 (1), 25–34. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00446-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00446-1)
- Karlsson, B. (2006). Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie. Skogforsk. [https://www.skogforsk.se/cd\\_20190114161752/contentassets/e476f6471a8c487d8e5318fe7fbaa69c/redogorelse-5-2006-low.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20190114161752/contentassets/e476f6471a8c487d8e5318fe7fbaa69c/redogorelse-5-2006-low.pdf)
- Kuuluvainen, T., Tahvonen, O. & Aakala, T. (2012). Even-Aged and Uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review. *Ambio*, 41 (7), 720–737
- Larsson, S. & Danell, K. (2001). Science and the Management of Boreal Forest Biodiversity. *Scandinavian journal of forest research*, 16 (sup3), 5–9. <https://doi.org/10.1080/028275801300090528>
- Linder, P. & Östlund, L. (1998). Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885–1996. *Biological Conservation*, 85 (1), 9–19. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00168-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00168-7)
- Lundqvist, L. (2005). Blådningsbruk. Umeå: Sveriges lantbruksuniv.

- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2014). Skogsskötselserien 11 Blådningsbruk. Skogsstyrelsen.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-11-bladningsbruk.pdf>
- Mace, G.M., Norris, K. & Fitter, A.H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution (Amsterdam)*, 27 (1), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006>
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC.: Island Press. (The Millennium Ecosystem Assessment series)
- Nationalencyklopedin (u.å a). *Blåbär*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/bl%C3%A5b%C3%A4r> [2021a-03-12]
- Nationalencyklopedin (u.å b). *Kärlväxter*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/k%C3%A4rlv%C3%A4xter> [2021b-03-12]
- Nationalencyklopedin (u.å c). *Växter och svampar*.  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/fortplantning/v%C3%A4xter-och-svampar> [2021c-03-12]
- Naturhistoriska riksmuseet (2004-11-17). *Blåbär - Vaccinium myrtillus L.*  
<http://linnaeus.nrm.se/flora/di/erica/vacci/vaccmyr.html> [2021-03-02]
- Niemelä, P., Tahvanainen, J., Sorjonen, J., Hokkanen, T. & Neuvonen, S. (1982). The Influence of Host Plant Growth Form and Phenology on the Life Strategies of Finnish Macrolepidopterous Larvae. *Oikos*, 39 (2), 164–170.  
<https://doi.org/10.2307/3544481>
- Ottosson Löfvenius, M. (1997). Lokal- och mikroklimat. *Marken i skogslandskapet*. Jönköping: Skogsstyrelsen, 105–114
- Pommerening, A. (2004). A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry (London)*, 77 (1), 27–44.  
<https://doi.org/10.1093/forestry/77.1.27>
- Samuels, M.L., Witmer, J.A. & Schaffner, A.A. (2016). *Statistics for the life sciences*. Fifth edition. Boston: Pearson.
- Selvik, K. (2004). Biodiversity and modern forestry: the concept of biodiversity and its meaning within Norwegian forestry management. *Norsk geografisk tidsskrift*, 58 (1), 38–42. <https://doi.org/10.1080/00291950410004384>
- Storaunet, K.O., Rolstad, J., Toeneiet, M. & Rolstad, E. (2008). Effect of logging on the threatened epiphytic lichen *Usnea longissima*: a comparative and retrospective approach. *Silva fennica (Helsinki, Finland : 1967)*, 42 (5).  
<https://doi.org/10.14214/sf.465>
- Vanha-Majamaa, I., Shorohova, E., Kushnevskaya, H. & Jalonen, J. (2017). Resilience of understory vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forests – A ten-year perspective. *Forest ecology*

- and management*, 393, 12–28.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.040>
- Walker, B. (1995). Conserving Biological Diversity through Ecosystem Resilience. *Conservation biology*, 9 (4), 747–752.  
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.09040747.x>
- Weslien, J. & Widenfalk, O. (2014). *Skogsskötselserien 14 Naturhänsyn*. (14).  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-14-naturhansyn.pdf>
- Widenfalk, O. & Weslien, J. (2009). Plant species richness in managed boreal forests—Effects of stand succession and thinning. *Forest ecology and management*, 257 (5), 1386–1394.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.12.010>
- 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*, 27 (8), 1198–1206.  
<https://doi.org/10.1139/x97-070>

# Tack

Vi vill främst tacka vår handledare Adam Ekholm vid institutionen för vilt, fisk och miljö, för hans oerhörda stöd och tålamod som hjälpt oss genom hela vårt arbete. Vår biträdande handledare Jörgen Sjögren som introducerade oss för ämnet och bidrog vid uppstarten av arbetet. Vi vill även tacka Hilda Edlund, som varit till stor hjälp vid våra statistiska analyser, Lotta Blombäck, som hjälpt oss med praktiska verktyg och stöttat oss under skrivprocessen, samt de kursare som gett oss återkoppling och bidragit med intressanta reflektioner. Tack!

## Bilaga 1

*Beståndsinformation för de sex lokalerna använda i studien, med avseende på geografiskt läge, markvegetation och markfuktighet.*

| Lokal        | Koordinat              | Latitud<br>(°) | Altitud<br>(°) |
|--------------|------------------------|----------------|----------------|
| Boggsjö      | N 6994732<br>Ö 523946  | 63             | 400            |
| Enviken      | N 6747477<br>Ö 544660  | 60             | 380            |
| Hjältanstorp | N 6912456<br>Ö 567877  | 62             | 390            |
| Korpmarken   | N 6947653<br>Ö 502187  | 62             | 400            |
| Liden        | N 6731390<br>Ö 0455514 | 60             | 265            |
| Sidensjö     | N 7013989<br>Ö 654175  | 63             | 230            |