



# Älgbete i restaureringsbränning

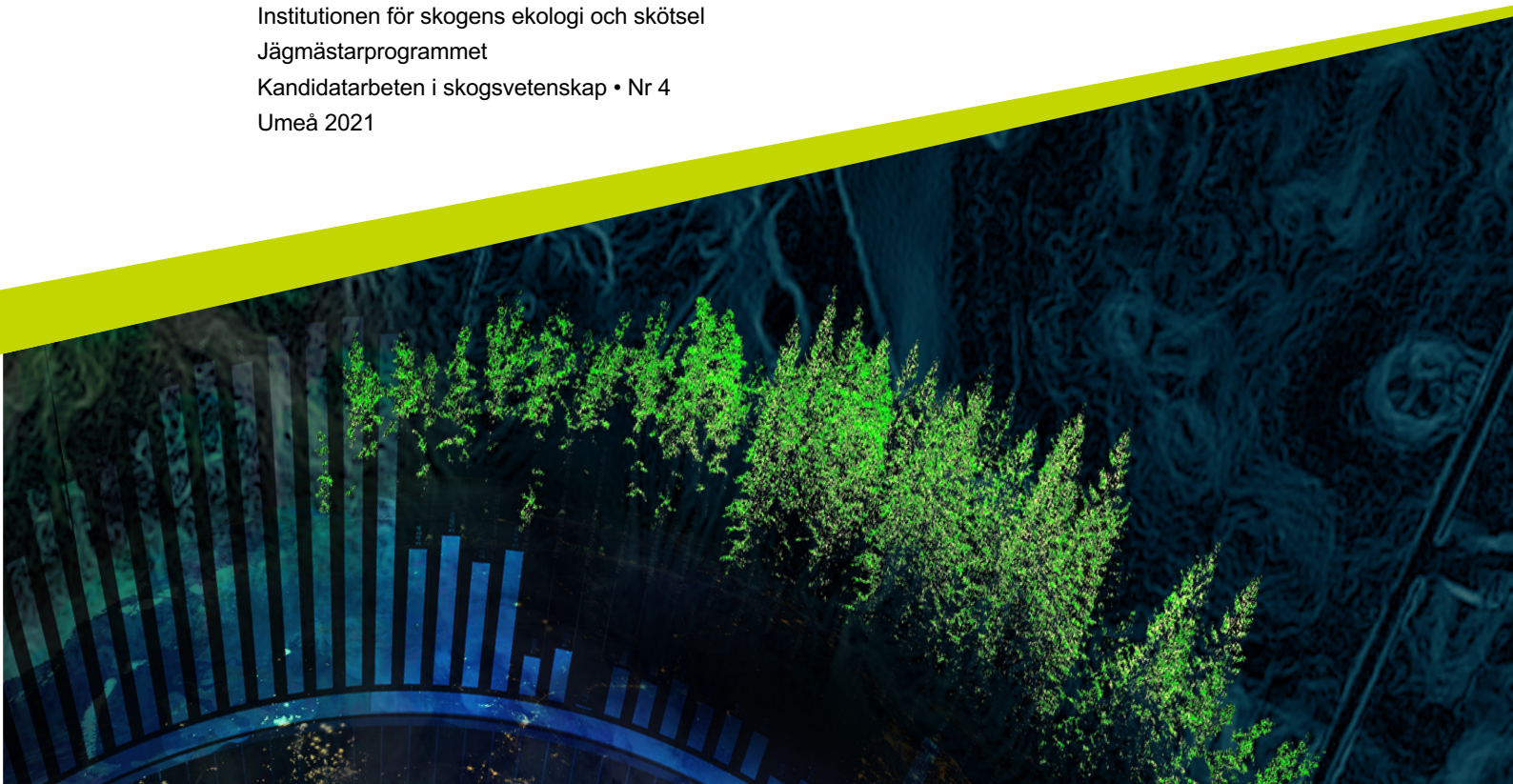
## – Älgens respons på brand

---

*Moose browsing in restoration burning - response by moose on fire*

Albin Björnudd & Svante Brus

Kandidatarbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Jägmästarprogrammet  
Kandidatarbeten i skogsvetenskap • Nr 4  
Umeå 2021





# Älgbete i restaureringsbränning – Älgens respons på brand

*Moose browsing in restoration burning - response by moose on fire*

Albin Björnudd & Svante Brus

<b>Handledare:</b>	Therese Löfroth, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vilt, fisk och miljö
<b>Bitr. handledare:</b>	Emelie Fredriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vilt, fisk och miljö
<b>Examinator:</b>	Gustaf Egnell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
<b>Omfattning:</b>	15 hp
<b>Nivå och fördjupning:</b>	Grundnivå, G2E
<b>Kurstitel:</b>	Kandidatarbete i skogsvetenskap
<b>Kurskod:</b>	EX0911
<b>Program/utbildning:</b>	Jägmästarprogrammet
<b>Kursansvarig inst.:</b>	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
<b>Utgivningsort:</b>	Umeå
<b>Utgivningsår:</b>	2021
<b>Serietitel:</b>	Kandidatarbeten i skogsvetenskap
<b>Delnummer i serien:</b>	4
<b>Nyckelord:</b>	Älg, älgbete, viltbete, naturvårdsbränning, restaureringsbränning, brand, tall, biologisk mångfald

**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

Älgen, (*Alces alces*), är för Sverige en viktig resurs men orsakar problem för skogsbruket. Betesskador av älg kostar årligen skogsbruket stora summor pengar vilket gör det till ett hett diskussionsämne. Ett annat hett diskussionsämne är biologisk mångfald vilket har ökat intresset för naturvårdsbränningar då avsaknaden av naturliga skogsbränder i boreal skog påverkat den biologiska mångfalden negativt.

I denna studie har vi undersökt artdiversitet i trädsiktet, älgbete och fodertillgång i restaureringsbränningar. Hypotesen var att artdiversiteten, det absoluta och relativa betet, medelbredden på betade lövskott samt fodertillgången skulle vara högre på brända ytor. Studien genomfördes på fyra områden i nordöstra Finland. Provyteinventering genomfördes 13 år efter brand i form av en blockdesign med 2 – 3 block vardera av brand respektive kontroll för varje område. Liknande långsiktiga studier på älgbete i brandområden är en relativt outredd fråga.

Resultaten visade på signifikant högre diversitet, fodertillgång och absolut bete på bränning. Ingen skillnad i relativt bete i förhållande till utbudet eller medelbredd av betade skott på löv påvisades. Resultatet visade också att tall, (*Pinus sylvestris* L), förefaller vara en outnyttjad foderresurs på brända ytor vilket var förvånande då tallen generellt betas hårt av älg vintertid. Detta kan möjligen förklaras av att bränningarna gav ett högt utbud av foder som prefereras framför tall av älg, eller att snötäcket i de undersökta områdena gjort tallen otillgänglig vintertid. Det erhållna resultatet var till stor del förväntat med stöd av tidigare studier.

Slutsatsen av denna studie är att bränning skulle kunna användas som en foderskapande åtgärd i skogsbruket för att öka utbudet av begärligt foder och därmed minska betesskadorna på tall, samtidigt som det kan gynna biologisk mångfald då det ger goda förutsättningar för en ökad mängd löv i skogen.

*Nyckelord:* älg, viltbete, naturvårdsbränning, tall, biologisk mångfald

## **Abstract**

The moose is an important resource for Sweden but causes problems for forestry. Moose browsing damages annually cost forestry large amounts of money which makes it a hot topic of discussion. Another hot topic is biodiversity which has increased the interest of nature conservation burnings as the lack of natural fires in the northern boreal region affects biodiversity negatively.

In this study, we examined diversity of tree species, moose browsing and feed availability in restoration burnings. The hypothesis was that the diversity, the absolute and relative browsing, the average width of browsed deciduous shoots and the feed supply would be higher in burned plots. The study was conducted in four areas in north-eastern Finland. Sample inventory was carried out 13 years after fire in form of a block design with 2-3 blocks each of fire and control for each area. Long-term studies on moose browsing in fire areas are a relatively unexplored issue.

The results showed significantly higher diversity, forage availability and absolute browsing in burnings. No difference in relative browsing in relation to forage supply or average width of browsed shoots was found. The results also showed that pine appears to be an unused resource in burnings, which was surprising as pine is normally heavily browsed by moose in winter. This can possibly be explained by the fact that burnings generated a high supply of forage that is preferred over pine or that the snow cover in the investigated areas made the pine inaccessible in winter. The results obtained were mainly expected with support of previous studies.

The conclusion of this study is that burning could be used as a forage creating action in forestry to increase the supply of desirable forage and thereby reduce browsing damages of pine, whilst it can benefit biodiversity as it provides good conditions for an increased number of deciduous trees in the forest.

*Keywords:* Alces alces, conservation burning, fire, pine, biodiversity

# Innehållsförteckning

Tabellförteckning .....	8
Figurförteckning .....	9
Förkortningar .....	10
<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>11</b>
1.1. Frågeställningar & hypotes .....	14
<b>2. MATERIAL &amp; METOD .....</b>	<b>15</b>
2.1. Försöksdesign .....	15
2.2. Områdesbeskrivning .....	15
2.3. Statistisk analys .....	18
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>19</b>
3.1. Fodertillgång .....	19
3.2. Bete .....	20
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>22</b>
4.1. Fodertillgång .....	22
4.2. Bete .....	23
4.3. Svagheter .....	24
4.4. Slutsatser .....	25
<b>5. REFERESER .....</b>	<b>26</b>
Tack.....	29

# Tabellförteckning

**Tabell 1.** Medelvärden och standardavvikelse för mängden död ved, kronslutenhet, högsta brännhöjd, ungefärlig ålder och latitud för varje område. Värden inom parentes betecknar kontrolltytor. .... 16



## Figurförteckning

- Figur 1.** Översiktsbild av de undersökta områdenas geografiska läge, Oulanka, Närängenvaara, Pahamaailma och Elimyssalo. .... 17
- Figur 2.** Översiktsbild över de fyra inventerade områdena. Röda markeringar visar brända ytor och gula markeringar visar kontrollytor. **A)** Elimyssalo **B)** Pahamaailma **C)** Närängenvaara **D)** Oulanka. .... 17
- Figur 3.** Bokstäverna ovanför lådagrammen betecknar signifikanta skillnader med ett Wilcoxon test. **A)** Shannon diversitetsindex för brända ytor (röd) och kontroll (blå) (p-värde = 0,002). **B)** Totalt antal sidoskott på brända ytor (röd) och kontroll (blå) (p-värde < 0,001). **C)** Fördelning av trädarter och antal träd fördelat på bränning (till vänster) och kontroll (till höger)..... 20
- Figur 4.** Bokstäverna ovanför lådagrammen betecknar signifikanta skillnader med ett Wilcoxon test, rött står för brända ytor och blått för kontroll. Notera att det är olika skalor på figur **D**, **E** och **F**. **A)** Summerad bredd på betade lövskott på brända ytor och kontroll (p-värde = 0,003). **B)** Medelbredden på betade lövskott på brända ytor och kontroll (p-värde = 0,229). **C)** Proportion betade sidoskott av löv och tall i förhållande till totalt antal sidoskott av löv och tall per provyta fördelat på bränning och kontroll (p-värde = 0,583). **D)** Totalt antal skott och antal betade skott fördelat på bränning och kontroll. **E)** Antal lövskott och antal betade lövskott fördelat på bränning och kontroll. **F)** Antal tallskott och antal betade tallskott fördelat på bränning och kontroll. .... 21

## Förkortningar

FSC	Forest Stewardship Council
RASE	Rönn, asp, sälg och ek

# 1. INLEDNING

Den svenska skogen är enligt första paragrafen i skogsvårdslagen en nationell tillgång som ska brukas för en uthållig avkastning men med ett bevarande av den biologiska mångfalden (SFS 1979:429). Begreppet hållbart skogsbruk har förändrats från att fokusera på en hållbar virkesproduktion till att innefatta alla skogens värden, framför allt biologisk mångfald (Lundmark & Stridsman 2019). Skogsvårdslagstiftningen ändrades 1993 till att även innefatta biologisk mångfald och sociala värden där produktions- och miljömål jämfördes (Prop. 1992/93:226). Ett problem för den biologiska mångfalden i dagens svenska brukade skogar är bristen på både småskalig och storskalig naturlig variation vilket är orsaken till att hundratals skogslevande arters existens är hotad (Siitonen 2001). Skogsbruket har gjort att det till stor del är brist på död ved och lövträd (Östlund et al. 1997). Bristen på naturlig variation kan till stor del förklaras av att skogsbruket motverkat naturliga störningar i det boreala landskapet, framför allt skogsbrand och översvämning, genom effektiv brandbekämpning och utdikning (Zackrisson 1977).

Skogsbrand har varit den enskilt största och viktigaste störningen i boreal skog under tusentals år fram till slutet av 1800-talet när det utbredda skogsbruket i Sverige tog fart (Wallenius 2011). Före år 1900 brann årligen ungefär 1% av den svenska skogsmarken vilket kan jämföras med en på senare tid årlig bränd areal motsvarande 0,02% (Granström 2001). Skogsbränder i den boreala skogen är dock något som förväntas öka i takt med klimatförändringen då torra somrar förväntas bli allt vanligare (Vänäläinen et al. 2020). Aktiva åtgärder för att öka och bibehålla naturvärden i skogslandskapet har fått ökat intresse senaste decenniet där både nationella mål och internationella åtaganden antagits gällande biologisk mångfald (Weslien & Widenfalk 2014). En sådan åtgärd är naturvårdsbränning där man bränner skogsmark för att efterlikna en naturlig störning av skogsbrand. Skogsbrand gynnar primärträdsarter, däribland de flesta lövträd vilka är viktiga för biodiversiteten, samt många andra växter och insekter som är direkt beroende av brand för sin existens (Weslien & Widenfalk 2014). Skogsägare med ett skogsinnehav större än 5000 hektar som är certifierade enligt FSC måste per löpande 5-årsperiod bränna minst 5% av föryngrad areal på torr och frisk mark. Syftet är att gynna arter som är beroende av brand (FSC 2020). En naturvårdsbränning är inte detsamma som en skogsbrand. Skillnaden ligger främst i att en naturvårdsbränning sker under kontrollerade former med beredskap för släckning och under gynnsamma väderförhållanden. En skogsbrand orsakas inte avsiktligt och inträffar vanligen under torra och varma perioder. Detta innebär att en skogsbrand kan ha högre intensitet än en naturvårdsbränning och kan breda ut sig över stora områden om inte släckningen lyckas. För

att uppnå önskad effekt vid naturvårdbränning anläggs dock sådana vanligen då brandrisken är stor för att efterlikna de förhållanden som råder vid en naturlig brand (Länsstyrelsen Västmanlands län u.å.). Efter en skogsbrand kan marken vara varm och konservera glöd under en mycket lång tid vilket kan innebära risk för att branden åter tar fart långt efter att den ursprungliga elden släckts. Rötterna kan skadas eller brinna av under en brand och därmed försämra trädens stabilitet och öka risken för stormfällning (Skogsstyrelsen 2018a).

En annan störning i skogen är bete från växtätare, till exempel älg, vilket kan ha stor påverkan på sin omgivning (Hobbs 1996). Älgbete kan dels leda till att mer ljus passerar trädskiktet, dels ge större diversitet av blommor och blombesökande insekter (Edenius et al. 2012). Älgbete kan också påverka biodiversitet negativt genom att motverka tillväxt av mer ovanliga lövträd i skogslandskapet, till exempel rönn, (*Sorbus aucuparia* L), asp, (*Populus tremula* L) sälg, (*Salix caprea* L), och ek, (*Quercus sp* L). Dessa har fått den gemensamma termen RASE-arter och har hög begärlighet hos klövvilt. Stora arealer, ca 200 000 hektar, föryngringsavverkas årligen i Sverige (Riksskogstaxeringen 2020), vilket genererar störning som ger naturlig etablering av pionjärträdsdrag som RASE-arter då dessa inte kan etablera sig i slutna skog. Problemet är dock att dessa i väldigt låg grad blir trädbildande då de antingen röjs bort eller betas hårt av vilt (Svenska Jägareförbundet 2020). Skogsbruket har under lång tid aktivt motverkat etableringen av löv, dels för att minska konkurrensen med ekonomiskt viktigare barrträd och dels för att minska risken för vissa sjukdomar (Edenius et al. 2011). Ett sådant exempel är bekämpning av asp i tallbestånd då knäckesjuka, (*Melampsora pinitorqua*), värdväxlar mellan asp och tall vilket gör det till en risk att ha asp i tallbestånd (Witzell 2017).

Älgstammens storlek i Sverige är svår att uppskatta exakt, däremot ger den årliga avskjutningen en god överblick på förändringar i älgstammens storlek över tid. Genom att granska data över den årliga nationella avskjutningen i Sverige med start år 1939 kan en uppåtgående trend i avskjutningen ses från 1939 – 1975 då avskjutningen ökade från 8 916 till 51 544 älgar. Därefter sker en mycket kraftig uppgång i avskjutningen fram till år 1982 som är rekordåret med 174 741 skjutna älgar (Svenska Jägareförbundet 2019a). Denna kraftiga uppgång i älgstammen kallas för älgexplosionen och innebar omfattande skador på tallungskogar. Uppskattningar av vinterstammens storlek rekordåret 1982 var i storleksordningen 300 000–350 000 älgar. Under slutet av 80-talet uppskattades vinterstammen till 250 000 älgar (Ekman 1993). Sedan 80-talet har en successiv nedgång i avskjutningen skett och på senare år har avskjutningsnivåerna legat på ungefär 80 000 älgar (Svenska Jägareförbundet 2019). Enligt uppgifter från Svenska Jägareförbundet (2019b) uppgår den svenska sommarstammen av älg till omkring 240 000 – 360 000. För att ställa denna siffra i relation till vinterstammen under 80-talet bör noteras att vinterstammen utgörs av älgarna som finns kvar efter avslutad jakt medan sommarstammen utgörs av de efter vintern överlevande älgarna samt de kalvar som fötts under våren (Svenska Jägareförbundet 2019b). Finska älgstammen är låg jämfört med den svenska och ligger kring 83 000 älgar efter avslutad jakt och uppskattningsvis 126 000 älgar innan jakt (Pusenius 2015). Runt 2010 låg den årliga avskjutningen på 55 000 – 65 000 älgar (Finlands viltcentral) och 2014 var

avskjutningen 40 000 älgar (Skogforsk 2016). I Sverige är älgtätheten 12 000 älgar per miljoner hektar skogsmark i sommarstam, i Finland ligger den på 5 200 (Skogforsk 2016).

Älg- och annat viltbete orsakar problem för skogsbruket (Liberg et al. 2010). Det ekonomiskt mest omfattande problemet är skador på tallungskog orsakade av älg. Dessa skador uppkommer främst under vintern och kan ske på många sätt. De allvarligaste typerna av skador är de som skadar stamaxeln eller leder till trädets död. Sidokottsbetning innebär att skott på sidogrenar betas och medför ingen direkt skada på stamaxeln, däremot hämmar det trädets tillväxt och kan försvaga trädet vilket gör det mottagligt för andra typer av skador (Bergquist et al. 2019). Toppskottsbetning däremot innebär att toppskottet betas och medför en höjdreducering av trädet. En annan typ av skada på stamaxeln är toppbrott vilket innebär att älg bryter av trädet för att komma åt topp- och sidokott som är belägna utom älgens räckhåll (Bergquist et al. 2019). Barkgnag skadar också stamaxeln och kan försvaga trädet eller leda till att trädet dör om barkgnag blottar veden runt hela trädets omkrets. Toppbrott och toppskottsbyte kan leda till att ett sidokott tar över rollen som trädets toppskott vilket kan leda till stamkrök, sprötkvist eller flerstammighet. Sådana defekter påverkar virkets kvalitet negativt. Även fejning av älg och andra hjortdjur kan orsaka allvarliga skador i tallungskogar men dess omfattning är något osäker i dagsläget (Bergquist et al. 2019).

Enligt en rapport från Skogsstyrelsen (Bergquist et al. 2019) har den årliga kostnaden som viltskador åsamkar det svenska skogsbruket beräknats till 1,25 miljarder kronor. Skador på skog orsakade av vilt kan få både direkta kostnader i form av skyddsåtgärder som exempelvis viltstängsel och kvaliténedsättningar på virke, liksom indirekta kostnader i form av föryngring av gran på mark lämpad för tall och tillväxtförluster. Skattningen har gjorts utifrån skogsskador av svenska hjortdjur med huvudfokus på älg. Älgens och de övriga hjortdjurens positiva värden för Sverige såsom jakt, turism och köttproduktion har inte beaktats i beräkningen, inte heller kostnader för viltolyckor (Bergquist et al. 2019).

Trots höga skadenivåer på svenska tallungskogar är det inte tallen som älg prefererar högst. Istället har älg många andra växter som den hellre betar än tall (Månsson et al. 2007; Wam Hjeljord 2010), dessa finns dock ofta i väldigt begränsat utbud som en följd av det trakthyggesbruk som länge varit den dominerande brukningsmetoden i Sverige sedan 1950-talet (Lundqvist & Valinger 2012). Att älg orsakar omfattande skador på just tallungskogar beror främst på två saker. Det ena är att det i en tallplantering finns mycket foder samlat på ett begränsat område. Detta gör att den energimässiga kostnaden, vid födosök, i relation till vinsten är låg för en älg när den befinner sig i en tallplantering jämfört med att vandra runt i djup snö sökande efter annan begärligare föda (Månsson et al. 2007). Det andra är att en betydande andel älgar i norra Sverige varje vinter vandrar från fjäll och inland mot kusten i brist på föda. Där ansamlas de i stora grupper som vid en längre tids uppehåll i ett begränsat område kan orsaka stora skador på tallungskog (Ericsson et al. 2016).

Enligt en studie av Månsson et al. (2007) löpte sälg, rönn och asp 14 gånger högre risk för att bli betade jämfört med glasbjörk, (*Betula pubescens* Ehrh), och tall medan vårtbjörk, (*Betula pendula* Roth), och en, (*Juniperus communis* L), löpte 3,5 gånger högre risk. I denna studie var de högst prefererade arterna även de minst förekommande, därför är det möjligt att älgens födopreferenser styrs i viss grad av födoutbudet. Enligt en studie av Wam & Hjeljord (2010) valdes rönn framför salix och asp, salix och asp framför ek, ek framför tall och tall framför björk av älgar vintertid sett till förhållandet mellan tillgången och graden av bete på respektive art. Samma studie undersökte älgens födopreferenser under sommaren där följande ordning påvisades från högst till lägst preferens; salix, rönn, asp, ek, björk, övrigt och tall. Även älgens födopreferenser i fältskiktet under sommaren undersöktes och följande ordning erhöles; blåbär, (*Vaccinium myrtillus* L), hallon, (*Rubus idaeus* L), gräs, (*Poaceae* spp.), örter och ljung, (*Calluna vulgaris* L).

Betesskador har länge varit ett hett diskussionsämne inom skogsbruket och det finns relativt få tidigare utförda studier i skandinavisk boreal skog på långtidseffekter av bete i skog som brunnit. Det kan därför finnas ett kunskapsbehov gällande viltbete i brandskadad skog i takt med att större och större arealer återigen brinner i den boreala skogen. Syftet med denna studie är att undersöka hur artdiversitet bland trädarter, fodertillgång och bete skiljer sig i naturvårdsbränningar jämfört med icke bränd skog.

## 1.1. Frågeställningar & hypotes

- Hur skiljer sig artdiversitet i trädsiktet mellan brända ytor och kontrolltytor?
- Hur skiljer sig tillgången på foder mellan brända ytor och kontrolltytor?
- Skiljer sig absolut bete och relativt bete mellan brända ytor och kontrolltytor?
- Finns det kvalitetsskillnader i tillgängligt bete mellan brända ytor och kontroll?

Hypotesen är 1) att brända ytor kommer ge högre artdiversitet och mer tillgängligt foder 2) att det absoluta betet är högre på brända ytor, likaså relativ nyttjandegrad 3) att tillgängligt bete på brända ytor har högre kvalitet och därmed större medelbredd på de betade skotten.

## 2. MATERIAL & METOD

### 2.1. Försöksdesign

Det datamaterial som utgör grunden för detta arbete är insamlat från ett restaureringsprojekt i Finland där fyra områden brändes 2006. Dessa områden, Oulanka, Närängenvaara, Pahamaailma och Elimyssalo, ligger alla nära den ryska gränsen i mellersta och norra Finland (Fig. 1). Insamlingen av data genomfördes våren 2019, 13 år efter restaureringsbränningarna. I varje område är 2 – 3 block restaureringsbrända och på lika många block har ingen åtgärd utförts vilka utgör kontroller. I områdena Elimyssalo och Pahamaailma inventerades i vardera område sammanlagt 9 provytor på bränning och 9 på kontroll, 3 provytor vardera i varje block (Fig. 2A & 2B). I områdena Närängenvaara och Oulanka inventerades i vardera område sammanlagt 6 brända provytor uppdelade på 2 block med 3 provytor i vardera block samt 6 icke brända kontrollprovytor uppdelade på 2 block med 3 provytor i vardera block (Fig. 2C & 2D). Blocken varierade i storlek från 2,3 – 13,6 ha. Samtliga inventerade provytor hade 3,5 meters radie. Ett stort antal variabler mättes, relevanta för detta arbete är följande: bettbredd på sidoskott, antal betade sidoskott på löv och tall, antal betade toppskott på tall, antal obetade sidoskott på löv och tall samt antal träd per trädslag. Betesskador registrerades på träd upp till en höjd av 2,5 m och inga träd över 4 m registrerades. Sidoskott definierades som ett skott med en längd om minst 10 cm. Fortsättningsvis kommer sidoskott att enbart kallas för skott. Toppskott urskildes på tall som det dominanta skottet i den översta förgreningen av skott.

### 2.2. Områdesbeskrivning

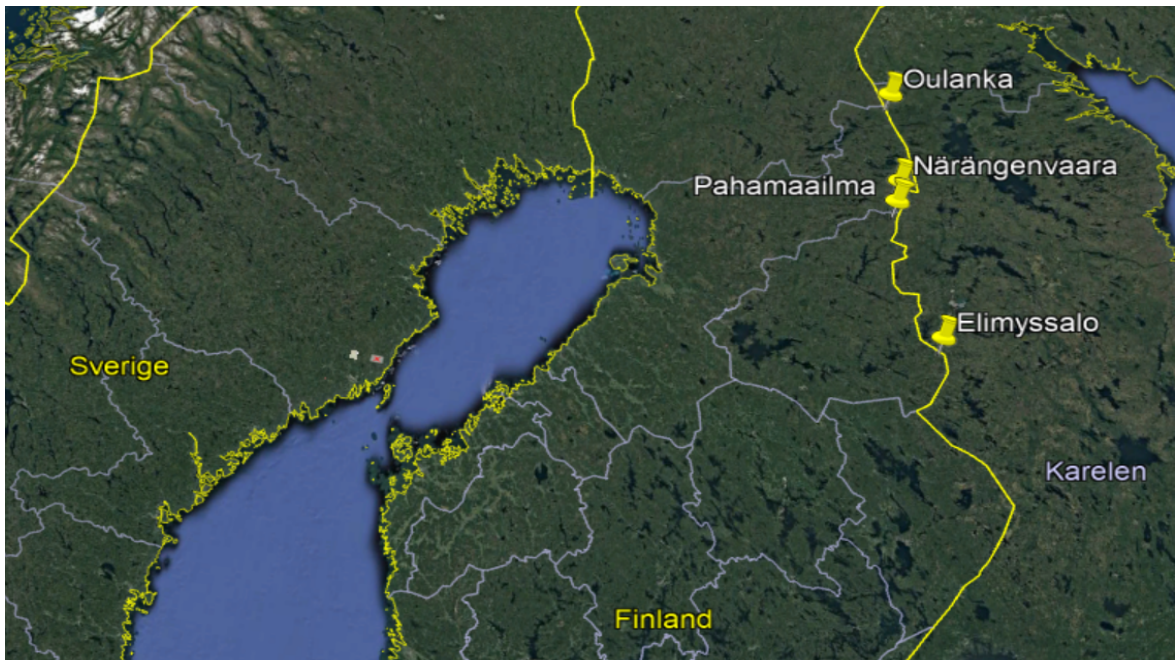
Närängenvaara, Oulanka och Pahamaailma ligger alla i den norra boreala vegetationszonen och Elimyssalo ligger i norra delen av den mellersta vegetationszonen (Ahti et al. 1968). Innan bränningarna dominerades Pahamaailma och Elimyssalo av tallskog, Oulanka dominerades av blandskog med glasbjörk och gran och Närängenvaara dominerades av tall med inslag av yngre björk och gran. Fältskiktet dominerades av lingon och blåbärsris samt väggmossa i samtliga områden. Skogen i samtliga områden var brukad och saknade typiska drag av en naturlig skog i termer om trädens rumsliga fördelning, åldersspridning och storlek (Hekkala et al. 2014; Personliga fältobservationer). I sammanställningen över försöksområdena nedan (Tab. 1) finns värden för död ved, kronslutenhet, högsta brännhöjd,

ålder och latitud. Mängden död ved är subjektivt bedömd på provytor utifrån skalan 0 – 3 där 0 = Inget, 1 = Lite, 2 = Medel och 3 = Mycket. Kronslutenheten är bedömd genom visuellt uppskattande av täckningsgraden i det dominerande trädskiktet. Högsta brännhöjden är den maximala höjden som levande träd hade svärta på stammen. Åldern är bedömd utifrån det dominerande trädskiktets ålder.

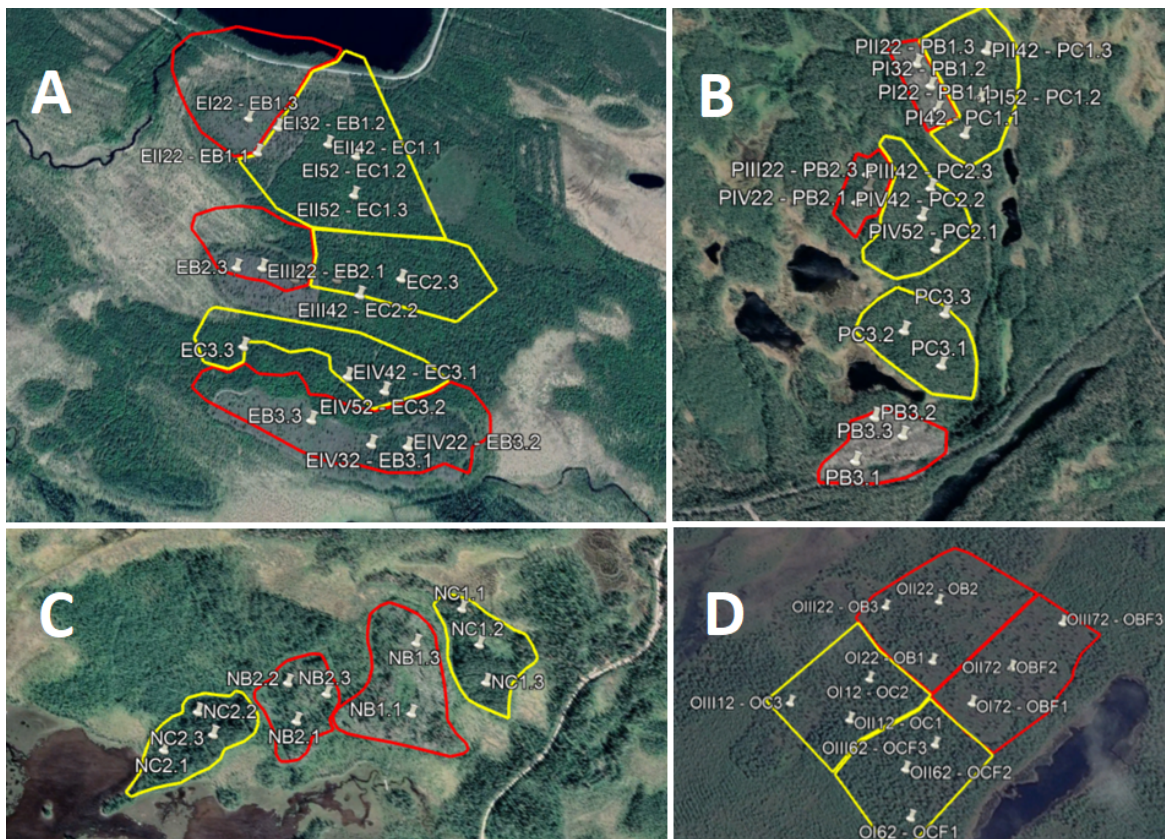
**Tabell 1.** Medelvärden och standardavvikelse för mängden död ved, kronslutenhet, högsta brännhöjd, ungefärlig ålder och latitud för varje område. Värden inom parentes betecknar kontrolllytor.

Område	Död ved (0–3)	Kronslutenhet (%)	Högsta brännhöjd (m)	Ålder	Latitud
<b>Elimyssalo</b>	2,5 ± 0,8 (1,1 ± 0,6)	10 ± 11 (25 ± 12)	2,2 ± 0,9 (0 ± 0)	27 - 40	64°14'
<b>Närängenvaara</b>	2,8 ± 0,4 (0,3 ± 0,5)	5 ± 3 (25 ± 17)	1,9 ± 1,0 (0 ± 0)	60 - 100	65°37'
<b>Oulanka</b>	2,3 ± 0,5 (0,2 ± 0,4)	5 ± 2 (20 ± 8)	1,3 ± 0,6 (0 ± 0)	26 - 50	66°23'
<b>Pahamaailma</b>	2,9 ± 0,3 (2,1 ± 0,6)	10 ± 11 (20 ± 8)	8,1 ± 7,8 (0 ± 0)	125 - 150	65°26'





**Figur 1.** Översiktsbild av de undersökta områdenas geografiska läge, Oulanka, Närängenvaara, Pahamaailma och Elimyssalo.



**Figur 2.** Översiktsbild över de fyra inventerade områdena. Röda markeringar visar brända ytor och gula markeringar visar kontrolllytor. **A)** Elimyssalo **B)** Pahamaailma **C)** Närängenvaara **D)** Oulanka.

## 2.3. Statistisk analys

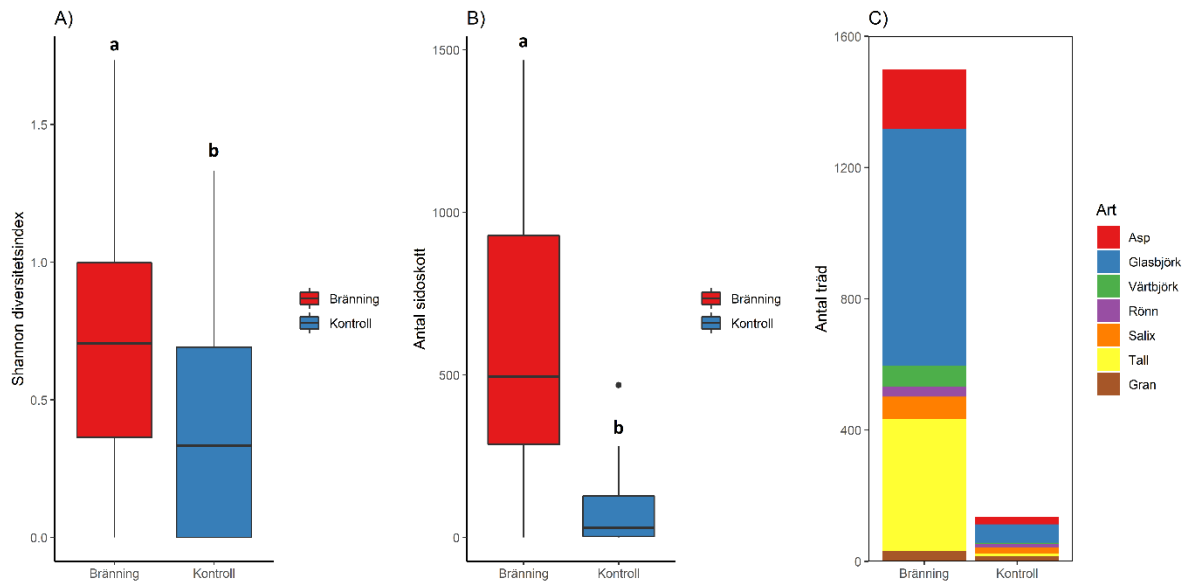
Insamlat data bearbetades i Excel där data för varje provyta sammanställdes. Statistisk analys genomfördes i programmet RStudio. Shannon-Wieners diversitetsindex för trädslagsblandningen sammanställdes i RStudio genom att använda funktionen *diversity* i paketet *vegan*. Vidare sammanställdes variablerna antal arter, antal lövträdsarter, antal träd per trädslag, betade sidokott av löv, betade sidokott av tall, betade sidokott i proportion till utbud av sidokott, den summerade bredden på betade sidokott av löv, medelbredden på betade sidokott av löv, summa sidokott av löv, summa sidokott av tall och summa toppskott av tall. Vid val av signifikanstest kontrollerades antagande om normalfördelning visuellt med histogram och statistiskt med Shapiro-Wilk normalitetstest. Samtliga genomförda signifikanstest genomfördes med icke parametriskt Wilcoxon Mann-Whitney test med en signifikansnivå på  $\alpha = 0,05$ .

## 3. RESULTAT

Resultatet redovisas uppdelat på två kategorier, fodertillgång och bete, där varje kategori kopplar till våra frågeställningar. Totalt mättes 1634 träd varav 411 tallar, 46 granar och 1 177 lövträd. Totalt registrerades 20 938 obetade skott och 3 140 betade skott.

### 3.1. Fodertillgång

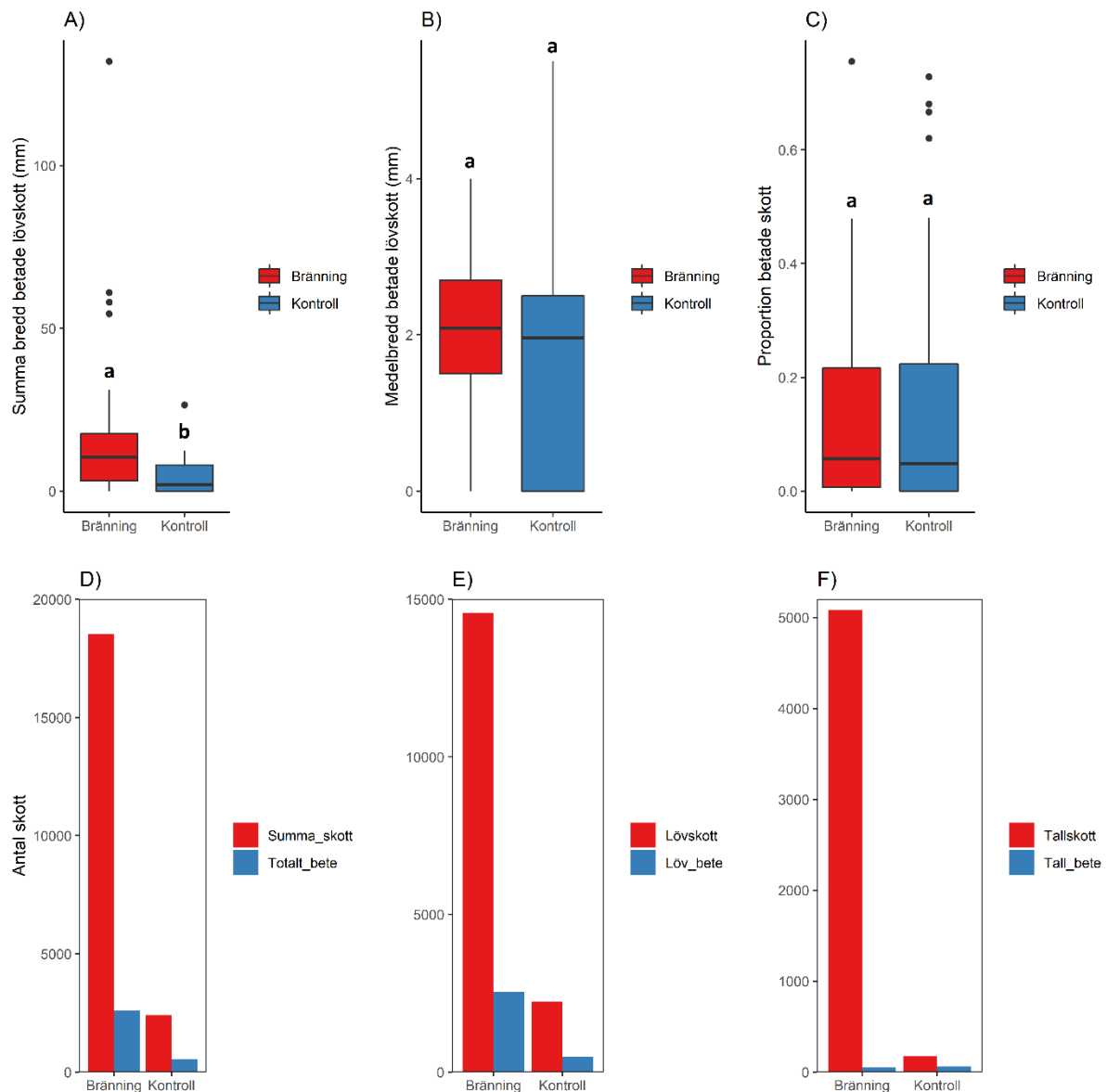
Resultatet visade att antalet arter, även lövträdsarter, var signifikant högre på brända provytor jämfört med kontrolltytor ( $p$ -värde  $< 0,001$ ). Diversiteten bland träden var signifikant högre på brända ytor jämfört med kontrollen (Fig. 3A,  $p$ -värde = 0,002). Det totala antalet sidoskott per provyta var högre i de brända ytorna (Fig. 3B,  $p$ -värde  $< 0,001$ ). Detta gällde även vid analys av löv och tall var för sig. Fördelningen av trädarter visar på en högre förekomst av foder i de brända ytorna för alla arter, framförallt tall, glasbjörk och asp (Fig. 3C). Antalet träd per provyta visade på en signifikant högre nivå i de brända ytorna jämfört med kontroll ( $p$ -värde  $< 0,001$ ).



**Figur 3.** Bokstäverna ovanför lådagrammen betecknar signifikanta skillnader med ett Wilcoxon test. **A)** Shannon diversitetsindex för brända ytor (röd) och kontroll (blå) ( $p$ -värde = 0,002). **B)** Totalt antal sidoskott på brända ytor (röd) och kontroll (blå) ( $p$ -värde < 0,001). **C)** Fördelning av trädararter och antal träd fördelat på bränning (till vänster) och kontroll (till höger).

## 3.2. Bete

Summan av bredden på betade skott av löv per provyta var högre i brända ytor än i kontroll (Fig. 4A,  $p$ -värde = 0,003). Någon skillnad i medelbredden på betade skott av löv kunde inte påvisas mellan kontroll och brända ytor (Fig. 4B,  $p$ -värde > 0,2). Ingen signifikant skillnad påvisades i proportionen betade sidoskott jämfört med utbudet av sidoskott (Fig. 4C,  $p$ -värde > 0,5), detsamma gällde proportionen betade sidoskott för löv och tall enskilt jämfört med utbudet av dessa ( $p$ -värde > 0,1). Det finns alltså ingen skillnad i relativ nyttjandegrad mellan bränning och kontrolltytor, varken totalt eller för löv och tall enskilt. Betet av skott både totalt (Fig. 4D,  $p$ -värde = 0,010) och på löv (Fig. 4E,  $p$ -värde = 0,006) var högre på brända ytor jämfört med kontrolltytor. Det fanns dock ingen signifikant skillnad i betet av tallskott mellan brända ytor och kontrolltytor (Fig. 4F,  $p$ -värde > 0,1). Antalet betade skott av tall var högre på kontrolltytorna jämfört med brända ytor trots att ingen signifikant skillnad påvisats. Utbudet av tallskott på brända ytor är dock betydligt större än på kontroll men trots det stora utbudet ökade inte antalet betade skott. Av totalt 14 påträffade tallar i kontrolltytorna hade endast 1 betat toppskott och av totalt 402 påträffade tallar i brandytorna hade 16 betade toppskott.



**Figur 4.** Bokstäverna ovanför lådagrammen betecknar signifikanta skillnader med ett Wilcoxon test, rött står för brända ytor och blått för kontroll. Notera att det är olika skalor på figur **D**, **E** och **F**. **A)** Summerad bredd på betade lövskott på brända ytor och kontroll ( $p$ -värde = 0,003). **B)** Medelbredden på betade lövskott på brända ytor och kontroll ( $p$ -värde = 0,229). **C)** Proportion betade sidoskott av löv och tall i förhållande till totalt antal sidoskott av löv och tall per provyta fördelat på bränning och kontroll ( $p$ -värde = 0,583). **D)** Totalt antal skott och antal betade skott fördelat på bränning och kontroll. **E)** Antal lövskott och antal betade lövskott fördelat på bränning och kontroll. **F)** Antal tallskott och antal betade tallskott fördelat på bränning och kontroll.

## 4. DISKUSSION

Diskussionen presenteras i fyra delar, fodertillgång, bete, svagheter samt slutsatser. Våra resultat visar att bränning har potential att producera stora mängder foder för vilt, samt att detta kan reducera betetrycket på tall.

### 4.1. Fodertillgång

Att Shannon diversitetsindex för trädarterna var högre på bränning (Fig. 3A) visar på både en högre diversitet samt en jämnare fördelning mellan arterna (Stendahl 2020) vilket även syns tydligt i figur 3C. Alla lövarter förekommer i betydligt större omfattning på bränning, vilket också stämmer väl överens med tidigare studier (Vanha-Majamaa et al. 2007) och vår hypotes. Det är tydligt att bränning gynnar pionjärträdarter och ger goda förutsättningar för stort lövuppslag. Den stora mängden lövträd initialt ger även förutsättningar för dessa att klara viltbete, etablera sig och på sikt bli trädbildande. Som en följd av att antalet träd per yta var högre på bränning är det totala utbudet av skott också högre där, både för tall och löv. Tall på bränning tycks vara en utnyttjad resurs där betet är mycket lågt i förhållande till utbudet (Fig. 4F). Det finns flera tänkbara anledningar till detta. En tänkbar orsak är det höga utbudet av lövarter som står högre på älgens preferenslista jämfört med tall och att älgen därför väljer dessa arter i första hand. En annan tänkbar orsak skulle kunna vara att en stor del av tillgängligt bete i form av tall är snötäckt på vintern under den tid då älgen främst utnyttjar tall som föda. Tallens medelhöjd var  $113 \pm 76$  cm på kontroll och  $45 \pm 39$  cm på bränning med majoriteten av tallarna under 50 cm. Medelsnödjupet längs finska gränsen mot Karelen där undersökningsområdena ligger har under perioden 1981 – 2010 varit 60 – 80 cm under mars med i snitt 190 dagar snötäckt mark per år (FMI). Snödjupet bör alltså normalt under stora delar av året täcka en del tillgängligt foder av tall på brända ytor. Medelhöjden för löv var  $91 \pm 54$  cm på kontroll och  $63 \pm 47$  cm på bränning vilket tyder på att även en del tillgängligt lövfoder varit snötäckt men ändå mer tillgängligt jämfört med tall.

Ingen skillnad i medelbredd på betade lövskott kunde påvisas (Fig. 4B) vilket indikerar att det inte är någon kvalitetsskillnad i tillgängligt lövfoder mellan bränning och kontroll. Spridningen på bredden mellan behandlingarna (Fig. 4B) indikerar ändå en viss skillnad där kontrollytorna har en högre andel betade skott med liten bredd. Detta skulle kunna bero på att det de facto är skillnad i kvalité bland skotten på de obrända ytorna. Det kan emellertid bero enbart på slumpen till följd av att förekomsten av löv är lägre i kontrollerna vilket kanske gör

att älgen betar mycket små skott som den annars inte hade betat om det fanns större skott tillgängliga. Vad som är kvalitet är lite tvetydigt och kan tänkas variera över året beroende på vilken strategi älgen använder vid val av föda. Att välja skott med grov diameter är tidseffektivt och ger stort näringsintag per bett men är nödvändigtvis inte det mest näringsrika i förhållande till volym jämfört med att välja ut mindre skott med riktigt högt näringsinnehåll (Vivås et al. 1991). Tidigare studier har dock visat att en diversifierad diet är viktigt för älgen och är direkt kopplat till höga kalvvikter (Felton et al. 2020). Den högre diversiteten av tillgängligt foder på brända ytor medger därför en varierad och därmed bättre kost.

Ingen signifikant skillnad kunde heller påvisas i proportionen bete i förhållande till utbudet vilket gällde både totalt (Fig. 4C) och sett till löv och tall enskilt. Detta resultat stämmer inte överens med hypotesen om att utnyttjandet i förhållande till utbudet skulle vara högre på brända ytor där fodertillgången spåddes vara högre, vilket den också var. Tidigare studier har visat att växtätare främst väljer att söka föda i områden där utbudet är högt i förhållande till ytan (Belovsky 1997) vilket stämmer med vårt resultat även om inte nyttjandegraden skiljde sig åt. Gällande nyttjandegraden av tall kan man dock se en viss skillnad då det totala betet på tall var högre på kontroll jämfört med bränning trots att utbudet av tillgänglig tall var betydligt större på bränning. Signifikanstestet påvisade ingen signifikant skillnad på grund av att datamängden var liten. Det är alltså osäkert att dra några slutsatser kring huruvida nyttjandegraden av tall skiljer sig mellan kontroll och bränning. Tydligt är dock som ovan nämnt att tallen totalt sett var en outnyttjad resurs på bränning. Som nämnts i inledningen är den finska älgstammen betydligt lägre och glesare än den svenska, dessutom är älgtätheten i norra delarna av Finland lägre än i de södra områdena (Pusenius 2015) vilket signalerar om en förhållandevis låg älgtäthet i de undersökta områdena. Detta är en trolig orsak till att betet på tall är förhållandevis lågt med förklaringen att det finns tillräckligt med löv för att föda den rådande älgstammen. Detta gör att älgen inte behöver nyttja tallen då den prefererar löv högre.

## 4.2. Bete

Det totala betet var högre på löv än tall vilket kan förklaras av att löv står högre på älgens preferenslista. Löv utnyttjas dessutom mer på sommaren då det dagliga födointaget är betydligt större jämfört med på vintern (Persson et al. 2000) då tallen utnyttjas som basföda av älgen. Som tidigare nämnts kan en del av tallarna vara otillgängliga på grund av snödjupet. Att älgtätheten och därmed utnyttjandet av områdena kan ha varit högre på sommaren är en tänkbar orsak till det höga lövbetet jämfört med tallbetet (Persson et al. 2000). Gällande toppskottsbyte på tall är en trolig orsak till att ingen skillnad kunde påvisas mellan bränning och kontroll att ett mycket lågt antal betade toppskott påträffades vid inventeringen. Även om det hypotetiskt skulle föreligga en skillnad så hade fler betade toppskott behövt påträffats vid inventeringen för att möjliggöra en säker analys. Av tillgängligt data kan således ingen egentlig slutsats dras. Att toppskottsbetet var lågt beror troligen på ovan nämnda orsaker, alltså snödjup och trädens höjd. Av skadenivån på tall att döma utifrån toppskottsbetet, är betestrycket på tall lågt i både bränning och kontroll.

Figur 4A och 4D visar att det totala biomassuttaget genom älgbete är högre på bränning än kontroll eftersom både antalet betade skott och den summerade bredden på de betade skotten är högre i bränning än i kontroll. Detta i kombination med att andelen bete i förhållande till utbudet inte skiljer sig mellan behandlingarna talar för att en ökad årlig areal med naturvårdsbränning skulle producera mer föda åt älgen samtidigt som andelen bete, alltså skadenivån, bör kunna hållas oförändrad. Genom detta skulle älgen vintertid inte behöva begränsa sig till tallungskogar i lika hög utsträckning som nu utan kan hitta lämplig föda på en större areal, alltså bränningar och tallungskogar. Detta skulle kunna leda till en viss utspädning av höga älgkoncentrationer vintertid och därmed minska skadenivåerna lokalt.

### 4.3. Svagheter

Två viktiga faktorer att ha i åtanke vid slutsatser kring hur applicerbara resultaten är i verkligheten och i Sverige är för det första att älgstammen som tidigare nämnts är betydligt lägre i Finland jämfört med Sverige. För det andra, att intensiteten vid utförda bränningar i denna studie var högre jämfört med vad man normalt använder sig av vid naturvårdsbränningar i Sverige. Brandintensiteten är viktig för vidkommande succession och etablering av arter (Nilsson 2005). Det är svårt att kontrollerat uppnå så hög brandintensitet då detta medför flera risker. Att bränna skog i naturvårdande eller foderskapande syfte under kontrollerade former är ganska säkert, men olyckor kan ske och riskerna ökar med ökad intensitet på branden. Risker ligger bland annat i att branden kan sprida sig till intilliggande bestånd och orsaka kostsamma släckinsatser, liksom omfattande skador på virkesvärdet (Nilsson 2005). En annan riskfaktor som kan föreligga efter brand är att risken för skador från vissa insekter och svampar kan öka. Några exempel på skadegörare efter brand är granbarkborre, (*Ips typographus*), rotmurkla, (*Rhizina inflata*), snytbagge, (*Hylobius abietis*), ögonvivel, (*Strophosoma capitatum*), mörghorn, (*Tomicus* sp.), och blå praktbagge, (*Phaenops cyanea*) (Skogsstyrelsen 2018b). Några större långsiktiga konsekvenser av barkborreskadorna efter brand tycks dock inte föreligga enligt en studie av Hekkala et al. (2020) där risken för angrepp av barkborrar 5 år efter restaurering jämfördes mellan luckhuggning och bränning.

En eventuell felkälla kan vara att det bete som registrerats vid inventeringen inte orsakats av älg utan av annat vilt. Det är svårt att med säkerhet avgöra vilken art som orsakat varje enskilt bett men det undersökta området är viltfattigt med undantag för älgen och därför har allt bete antagits orsakats av älg. Något som hade varit intressant att undersöka i denna studie är älgens bete på enbuskar eftersom enen tillhör de arter som älgen gärna betar, men någon sådan data fanns inte tillgänglig. Enen är känslig med anledning av dess låga höjd i kombination med barr ända mot marken och försvinner lätt efter brand. Enligt Hekkala et al. (2014) som studerat samma områden som denna studie så försvann enen och hade inte återkommit 5 år efter branden.



#### 4.4. Slutsatser

På grund av de stora kostnader älgbetesskador innebär för skogsbruket finns det god grund för att undersöka och utveckla foderskapande åtgärder för att begränsa skadornas omfattning istället för att begränsa skadenivån med en sänkt älgstam och skydds jakt. Denna studie tyder på att bränningar skapar mycket tillgängligt foder för älg, framför allt mycket foder av de lövarter som står högst upp på älgens preferenslista. Betesskador på dessa arter är inte av lika stor ekonomisk betydelse för skogsbruket, lövträden är dock viktiga för biologisk mångfald och tycks ha bättre förutsättning för etablering och bli trädbildande i brända områden trots förhållandevis högt betetryck. Betet på tall tycks vara väldigt lågt i områden med stor tillgång på löv. Bränning som foderskapande åtgärd för att minska betesskador på tall tycks enligt resultatet i denna undersökning vara gångbart. Åtgärder som skapar mer löv i landskapet kan vara ett bra sätt att minska betesskador på ekonomiskt viktigare träds lag som tall. Att främja löv genom bränning kan vara bra för både skogsbruk och naturvärden.

## 5. REFERESER

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. (1968). Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales botanici fennici*. 5(3), 169–211
- Belovsky, G.E. (1997). Optimal foraging and community structure: The allometry of herbivore food selection and competition. *Evolutionary ecology*. 11(6), 641–672. <https://doi.org/10.1023/A:1018430201230>
- Bergquist, J., Kalén, C. & Karlsson, S. (2019). *Skogsbrukets kostnader för viltskador*. 2019/16 Skogsstyrelsen.
- Edenius, L., Ericsson, G., Kempe, G., Bergström, R. & Danell, K. (2011) The effects of changing land use and browsing on aspen abundance and regeneration: a 50-year perspective from Sweden. *Journal of Applied Ecology*. 48(2), 301–309. doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01923
- Ekman, H. (1993). Älgen och samhället. I: Svenska Jägareförbundet. *Älgen*. 2a uppl. 119–130.
- Ericsson, G., Neumann, W., Allen, A., Stenbacka, F., Evans, A., Pettersson, J., Dettki, H., Arnemo, J.M., Cromsigt, J., Singh, N., Jatko, M., Sundgren, B., Saitzkoff, R. & Kindberg, J. (2016). *Slutrapport GPS-älgarna Norrbotten 2013–2015; rörelse och reproduktion i Arvidsjaur, Niemisel, och Ängesån*. Umeå: Göran Ericsson, Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö Sveriges lantbruksuniversitet.
- Felton, A.M., Holmström, E., Malmsten, J., Felton, A., Cromsigt, J.P.G.M., Edenius, L., Ericsson, G., Widemo, F. & Wam, H.K. (2020). Varied diets, including broadleaved forage, are important for a large herbivore species inhabiting highly modified landscapes. *Scientific reports*. 10(1), 1904–1904. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58673-5>
- Finlands viltcentral. *Klövdjur*. [Klövdjur](#) [2021-03-18]
- FMI - Finnish Meteorological Institute. *Snow statistics*. [Snow statistics - Finnish Meteorological Institute](#) [2021-03-18]
- FSC- Forest Stewardship Council. (2020). FSC-Standard för skogsbruk i Sverige. Riktlinje 6.8.4.
- Granström, A. (2001). Fire Management for Biodiversity in the European Boreal Forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 16(sup003), 62–69. <https://doi.org/10.1080/028275801300090627>
- Hekkala, A.-M., Tarvainen, O. & Tolvanen, A. (2014). Dynamics of understory vegetation after restoration of natural characteristics in the boreal forests in Finland. *Forest Ecology and Management*. 330, 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.001>
- Hekkala, A.-M., Kärvelo, S., Versluijs, M., Weslien, J., Björkman, C., Löfroth, T. & Hjältén, J. (2020). Ecological restoration for biodiversity conservation triggers response of

- bark beetle pests and their natural predators. *Forestry*. 94(1), 115-126.  
<https://doi.org/10.1093/forestry/cpaa016>
- Hobbs, N.T. (1996). Modification of Ecosystems by Ungulates. *The Journal of Wildlife Management*. 60(4), 695–713. <https://doi.org/10.2307/3802368>
- Lundmark, T. & Stridsman, M. (2019). *Skogliga begrepp och definitioner*. Kungliga skogs- och lantbruksakademiens tidskrift. Nr 7.
- Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012). *Skogsskötselserien - Skogsskötselns grunder och samband*. 2 uppl.
- Länsstyrelsen Västmanlands län. Naturvårdsbränning. [Naturvårdsbränning | Länsstyrelsen Västmanland](#) [2021-03-25]
- Månsson, J., Kalén, C., Kjellander, P., Andrén, H. & Smith, H. (2007). Quantitative estimates of tree species selectivity by moose (*Alces alces*) in a forest landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(5), 407–414.  
<https://doi.org/10.1080/02827580701515023>
- Nilsson, M. (2005). *Naturvårdsbränning - Vägledning för brand och bränning i skyddad skog*. (RAPPORT 5438). Naturvårdsverket. [Naturvårdsbränning- Vägledning för brand och bränning i skyddad skog ISBN 91-620-5438-4](#)
- Persson, I-L., Danell, K. & Bergström, R. (2000). Disturbance by large herbivores in boreal forests with special reference to moose. *Annales zoologici fennici*. 37(4), 251–263.
- Proposition 1992/93:226 *Regeringens proposition om en ny skogspolitik*
- Pusenius, J. (2015). *Finlands älgbestånd visar en liten tillväxt*. Naturesursinstitutet. [Suomen hirvikanta on hienoisessa kasvussa](#) [2021-03-18]
- Riksskogstaxeringen (2020) *Årlig avverkning fördelad på huggningsarter, produktiv skogsmark, hela landet 1982-idag*.  
[https://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OvrStat/OvrStat\\_\\_Avverkning/AVV\\_arlig\\_avverkning\\_huggningsarter\\_tab.px/table/tableViewLayout2/](https://skogsstatistik.slu.se/pxweb/sv/OvrStat/OvrStat__Avverkning/AVV_arlig_avverkning_huggningsarter_tab.px/table/tableViewLayout2/) [2021-03-12].
- Roberge, J-M., Månsson, J., Edenius, L., Lindqvist, S. & Ericsson, G. (2012). *Fakta skog- Rön från Sveriges lantbruksuniversitet*. Nr 12. SLU.
- Siitonen, J. (2001). Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example. *Ecological Bulletins*. (49), 11–41.
- Skogforsk (2016). *Sverige har världens tätaste älgstam*. [Sverige har världens tätaste älgstam](#) [2021-03-18]
- Skogsstyrelsen (2018a). *Stora risker med att beträda brandhärjade områden*. [stora-risker-att-betrada-brandomraden.pdf](#) [2021-03-24].
- Skogsstyrelsen (2018b). *Skadeinsekter och svampar efter brand*. [skadeinsekter-och-svampar-efter-brand.pdf](#) [2021-03-24].
- Stendahl, J. (2020). *Biodiversitet*. Institutionen för mark och miljö, SLU  
<https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/standort/vegetation2/biodiversitet/> [2021-03-18]
- Svenska Jägareförbundet (2019a). *Avskjutning älg nationellt 1939–2019*.  
<https://rapport.viltdata.se/statistik/> [2021-03-12]
- Svenska Jägareförbundet (2020). *Handlingsplan älg*.
- Svenska Jägareförbundet (2019b). Population. <https://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande2/artpresentation/daggdjur/alg/alg-population/> [2021-03-12]
- SFS 1979:429. Skogsvårdslagen. Stockholm: Näringsdepartementet

- Vanha-Majamaa, I., Lilja, S., Ryömä, R., Kotiaho, J., Laaka-Lindberg, S., Lindberg, H., Puttonen, P., Tamminen, P., Toivanen, T. & Kuuluvainen, T. (2007). Rehabilitating boreal forest structure and species composition in Finland through logging, dead wood creation and fire: The EVO experiment. *Forest ecology and management*. 250(1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.012>
- Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O-P., Viiri, H., Ikonen, V-P. & Peltola, H. (2020). Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. *Global change biology*. 26(8), 4178–4196. <https://doi.org/10.1111/gcb.15183>
- Vivås, H., Bernt-Erik Sæther, B-E. & Andersen, R. (1991). Optimal Twig-Size Selection of a Generalist Herbivore, the Moose *Alces alces*: Implications for Plant-Herbivore Interactions. *Journal of Animal Ecology*. 60(2), 395-408. <https://www.jstor.org/stable/5286>
- Wam, H.K. & Hjeljord, O. (2010). Moose summer and winter diets along a large scale gradient of forage availability in southern Norway. *Springer*. 56, 745–755. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0370-4>
- Weslien, J. & Widenfalk, O. (2014) *Skogsskötselserien – Naturhänsyn*. 2 uppl.
- Witzell, J. (2017) Knäckesjuka. I:Fries, C. (red.) *Skogsskötselserien - Skador på skog DEL 2* 23-27.
- Zackrisson, O. (1977). Influence of Forest Fires on the North Swedish Boreal Forest. *Oikos*. 29(1), 22–32. <https://doi.org/10.2307/3543289>
- 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 tacka vår handledare Therese Löfroth för bra vägledning och värdefulla tips under arbetets gång. Vi vill även rikta ett stort tack till vår biträdande handledare Emelie Fredriksson för ditt stora engagemang och värdefull hjälp med både text och analyser. Emelie har tillsammans med Henrik Frietsch samlat in data till denna studie.