



Mosippans (*Pulsatilla vernalis* L.) reaktion på brandstörning

– En populationsstudie på en av Sveriges rikaste mosippslokaler

Julia Nygårdh

Examensarbete • 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för skogsvetenskap

Jägmästarprogrammet

Master's theses / Examensarbeten, 2022:03 • ISSN 1654-1898

Umeå 2022



Mosippans (*Pulsatilla vernalis* L.) reaktion på brandstörning – En populationsstudie på en av Sveriges rikaste mosippslokaler

*Response of Spring Pasque Flower (*Pulsatilla vernalis* L.) to fire disturbance – A population study in northern Sweden*

Julia Nygårdh

Handledare: Anders Granström, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel
Extern handledare: David Rönnblom, Holmen Skog
Examinator: Johnny Schimmel, Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: A2E
Kurstitel: Examensarbete i skogsvetenskap vid inst för skogens ekologi och skötsel
Kurskod: EX0959
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2022
Omslagsbild: Julia Nygårdh
Serietitel: Master thesis / Examensarbeten
Delnummer i serien: 2022:03
ISSN: 1654-1898

Nyckelord: Pulsatilla vernalis, Mosippa, Naturvård, Naturvårdsbränning, Spring Pasque Flower, Prescribed burning, Nature conservation, Nature conservation actions

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

Mosippa, *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill., är en flerårig ört som växer i ljusa sandtallskogar, är konkurrenskänslig och anses långsiktigt beroende av återkommande störningar. Mosippan har en starkt nedgående trend och bedömdes som starkt hotad, EN, i rödlistan 2020. I Skandinavien har skogsbränderna kraftigt minskat under mer än ett sekel och detta tros ha påverkat många arter negativt, däribland mosippan. Syftet med denna studie var att utreda mosippans överlevnad och tillväxt efter brandstörning.

En bränning genomfördes i augusti 2020 inom en större mosippslokal i Hokaberg, Härjedalen. Inför bränningen markerades 108 mosippor. De första återväxande plantorna observerades redan efter 18 dagar. Sommaren 2021 inventerades alla märkta plantor och 22 procent hade dött av branden. Plantorna ökade i storlek från sommaren till hösten trots att de utsattes för bete. Ingen av plantorna i brännan blommade 2021 men många av dem hade satt blomknopp. På den obrända lokalen i Hokaberg fanns få blommor 2021 och inga groddplantor. Många av plantorna i det obrända området var svårt betade och 20 procent saknade helt grönmassa hösten 2021.

Ett såddförsök med bränd och obränd jord genomfördes i labb. Resultatet visades något bättre tillväxt i bränd jord, men framförallt stor skillnad mellan individuella jordprover. Hälften av krukorna tillsattes en extern kvävekälla men det gav inget tydlig effekt på tillväxten.

Slutsatsen är att naturvårdsbränningen gav upphov till en viss mortalitet men att många av mosipporna i det brända området kommer att blomma redan år två, trots påtagligt bete och mager mark. Observationer av riklig etablering av groddplantor på en näraliggande ett år äldre bränna indikerar att populationen kommer att växa betydligt de närmaste åren.

Nyckelord: Mosippa, *Pulsatilla vernalis*, Naturvård, Naturvårdsbränning

Abstract

Spring Pasque Flower, *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill, is a perennial plant which grows in open and sandy pine forests. It is considered sensitive to competition and in need of repeated disturbances. In Sweden *P. vernalis* has declined severely and was assessed as endangered (EN) in the latest Red List. The boreal forest has historically been disturbed by wildfires but in Scandinavia wildfires are rare today and this is thought to have affected many species negatively, including *P. vernalis*. The aim of this study was to examine survival and growth of *P. vernalis* after fire disturbance.

A prescribed burning was made in August 2020, covering parts of a large *P. vernalis* population at Hokaberg, Härjedalen, northern Sweden. Before burning 108 plants were marked and the first re-growing plants were observed within only 18 days. In the summer of 2021 all marked plants were inventoried, showing that 78 percent had survived the fire. Plant size increased between the summer and autumn of 2021 in spite of considerable grazing. None of the plants in the burned area flowered in 2021 but in autumn many had set flower buds. In the unburned area at Hokaberg few plants flowered in 2021 and no seedlings were observed. Here many of the plants were hardly grazed and 20 percent lost all their aboveground parts.

A seedling experiment with burned and unburned soil from Hokaberg was set up in the lab. Growth was marginally better in burnt soil but the main result was that growth differed markedly between individual soil samples. Half of the plants were given an external nitrogen source, but this did not affect the growth.

To conclude, the fire resulted in low mortality and strong post-fire growth. Many plants in the burned area are set to flower in 2022, in spite of the grazing pressure. Observations of abundant seedling establishment at a nearby older burnt area suggest that the population at Hokaberg will expand considerably in the coming years in response to the prescribed fire.

Keywords: Spring Pasque Flower, *Pulsatilla vernalis*, Nature conservation, Nature conservation actions, Prescribed burning

Förord

Denna studie är ett examensarbete, omfattande 30 hp, inom Jägmästarprogrammet. Studien har genomförts i samarbete med Holmen Skog. Alla bilder i detta arbete är tagna av mig om inget annat anges i figurtexten.

Jag vill börja med att tacka min handledare Anders Granström för all hjälp med detta arbete. Jag vill även tacka David Rönnblom och Peter Hellström på Holmen Skog för bakgrundsinfo, delandet av bilder med mera samt Dan Källman på Holmen Skog för hjälp med en del av kartorna till detta arbete. Fortsättningsvis vill jag tacka Torgny Näsholm vid SLU som ordnade argininlösning till gödslingsförsöket. Slutligen vill jag tacka min familj och mina vänner som hjälpt till med allt från datainsamling, korrekturläsning till att bara finnas där som stöd!

Tack, utan alla er hade detta arbete inte blivit lika bra!

Innehållsförteckning

Förkortningar	10
1. Inledning	11
1.1. Mosippa, <i>Pulsatilla vernalis</i> (L.) Mill.	11
1.1.1. Mosippans biologi	11
1.1.2. Försök att gynna mosippa.....	12
1.2. Sveriges brandhistorik & Naturvårdsbränning.....	12
1.2.1. Sveriges brandhistorik	12
1.2.2. Naturvårdsbränning & FSC-certifiering.....	13
1.3. Tidigare studier.....	13
1.4. Syfte & Frågeställning.....	14
2. Material & Metod.....	15
2.1. Studieområde.....	15
2.1.1. Området	15
2.1.2. Naturvårdsbränning i Hokaberg	15
2.1.3. Bränt område	16
2.1.4. Obränt område	18
2.1.5. Observationer vid mosippslokal nära Rullbo, bränd 2019.....	19
2.2. Såddförsök i labb	19
2.3. Analyser.....	24
2.3.1. Övergripande analyser	24
2.3.2. Analyser bränt område	24
2.3.3. Analyser obränt område	24
2.3.4. Analyser såddförsök	25
3. Resultat	26
3.1. Fältinventeringar	26
3.1.1. Bränt område	26
3.1.2. Obränt område	28
3.2. Analyser.....	31
3.2.1. Bränt område	31
3.2.2. Obränt område	32
3.2.3. Mosippslokal nära Rullbo, bränd 2019	36

3.3.	Såddförsök i labb	38
4.	Diskussion	42
4.1.	Mosippans reaktion på brandstörning	42
4.2.	Mosippans överlevnad vid avsaknad av brand.....	44
4.3.	Uppdrivning av mosippa som del av naturvårdsarbetet	45
4.4.	Behov av långvarig populationsuppföljning	46
4.5.	Förslag på framtida studier och åtgärder för mosippan.....	47
4.6.	Slutsats angående bränning och sådd som naturvårdande åtgärd	48
5.	Referenser	50
Bilaga 1	52
Bilaga 2	55

Förkortningar

Lista över förkortningar som kommer användas i rapporten:

MÅI	Markerad Återväxt innan 2 september 2020
MÅE	Markerad Återväxt efter 2 september 2020
EM	Ej Markerad innan naturvårdsbränning

1. Inledning

1.1. Mosippa, *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill.

1.1.1. Mosippans biologi

Mosippa, *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill., är en sällsynt flerårig ört inom ranunkelfamiljen, *Ranunculaceae*, som bland annat växer i öppna, ljusa sandtallskogar (Artfakta 2021). Mosippa trivs bäst i näringsfattiga sandiga jordar (Grzyl et al. 2013) och i Sverige återfinns mosippan från norra Skåne upp till södra Jämtland (Artfakta 2021). Mosippan är fridlyst och får därför inte plockas eller grävas upp. Det är heller inte tillåtet att plocka frön från mosippa (Naturvårdsverket 2021).

Mosippa är en konkurrenskänslig art som behöver störningar för att trivas och kunna spridas. Spridningen sker genom frön som mognar i slutet av juni eller början på juli. Fröna lossnar och sprids i vinden en relativt kort sträcka från moderplantan (Stridh et al. 2016). Platsen fröna landar på behöver enligt vissa rapporter vara blottad mineraljord för att en ny planta ska kunna etablera sig (Stridh et al. 2016). Mosippor är i vissa fall utsatta för bete. Exempelvis har älg, ren, rådjur, hare, tjäder och orre konstaterats beta mosippa (Stridh et al. 2016). Även om det inte utretts noga anges det i vissa källor att en mosippsplanta kan bli upp till 100 år (Stridh et al. 2016; Ljung 2018).

Mosippsfrön kan både vara matade och omatade, vilket innebär att en viss andel av fröna bara är ett tomt skal som inte kommer att gro (Norrman 2020). Det finns ett antal tidigare observationer som indikerat att bara ungefär 25 procent av fröna som bildas är matade och skulle kunna gro (Ljung 2018). För att undersöka om ett mosippsfrö är matat går det att klämma försiktigt på det med nageln mot ett hårt underlag; om fröet är hårt är det matat (Göteborgs Botaniska Trädgård 2021). Varje frö har ett tillhörande spröt som reagerar vid kontakt med vatten och då börjar vrida sig i roterande cirklar. Denna rotation har bland annat tolkats som fröets tillvägagångssätt för att borra ner sig i marken (Stridh et al. 2016; *personlig observation*). Fröets livslängd anses kort och anges ofta bara kunna vila i ett år

innan det måste gro (Stridh et al. 2016; Ljung 2018). Under hösten kan etablerade mosippor sätta blomknoppar inför kommande säsong (Stridh et al. 2016), om dessa inte utsätts för bete är de en god indikator på antalet blommor den kommande säsongen.

Populationen av mosippa har en starkt nedgående trend och bedömdes därför som starkt hotad, EN, i rödlistan 2020 (SLU Artdatabanken 2020). En anledning till mosippans starkt nedgående trend anses vara avsaknad av störningar som till exempel brand och bete samt ett förändrat och intensifierat skogsbruk (Stridh et al. 2016; Ljung 2018).

1.1.2. Försök att gynna mosippa

På grund av den starkt nedåtgående populationstrenden för mosippa har genom åren olika typer av försök för att gynna arten gjorts. Dessa försök har bestått av att sprida ut frön, driva upp plantor i växthus, kratta bort konkurrerande vegetation samt naturvårdsbränningar (Stridh et al. 2016; Ljung 2018; Fritzson 2021). Få studier har gjorts för att undersöka vilken metod som är den mest gynnsamma och i dagsläget används en blandning av metoder för att gynna de kända mosippopulationerna i Sverige och Europa (Betz et al. 2013; Stridh et al. 2016; Ljung 2018; Norrman 2020; Fritzson 2021; Göteborgs Botaniska Trädgård 2021). I Sverige har både skötselmanualer och åtgärdsprogram tagits fram av Länsstyrelser och Naturvårdsverket för att samla den kunskap som finns om mosippans situation idag och se hur alla aktörer skulle kunna jobba för att gynna arten (Stridh et al. 2016; Ljung 2018; Fritzson 2021).

1.2. Sveriges brandhistorik & Naturvårdsbränning

1.2.1. Sveriges brandhistorik

Den boreala barrskogen har historiskt störts i form av skogsbränder och brand är en ekologisk process som gynnar många arter (Nilsson 2005). En skogsbrand påverkar inte bara den boreala skogens karaktär och utseende utan det finns också många arter som är kopplade till brand och är beroende av ett brandpåverkat habitat. Brandgynnade och brandberoende (pyrofila) arter som lätt kan förflytta sig, likt insekter, har högre sannolikhet att finna lämpliga habitat i jämförelse med stationära (sessila) arter. För brandgynnade och pyrofila arter som är sessila krävs återkommande bränder på samma plats för att de ska gynnas (Granström 2001), och mosippa kan vara ett exempel på en sådan art.

I Skandinavien har framför allt de naturliga skogsbränderna kraftigt minskat sedan andra hälften av 1800 talet på grund av effektiv brandbekämpning (Niklasson &

Granström 2000; Nilsson 2005). I dagsläget brinner cirka 0,01 procent av Fennoskandias skogsmark årligen (Granström 2001) i jämförelse med innan 1650 då cirka 0,8 procent brann årligen i norra Sverige (Niklasson & Granström 2000). Den naturliga cykeln av skogsbränder har påverkats negativt i och med minskningen av arealen bränd mark (Niklasson & Granström 2000).

Nedgången i arealen bränd mark redan under senare delen av 1800-talet beror i grunden på skogsbruket. Det intensifierade skogsbruket med höga ekonomiska värden i skogen ledde tidigt till en bra och effektiv brandbekämpning (Niklasson & Granström 2000; Drobyshev et al. 2012).

1.2.2. Naturvårdsbränning & FSC-certifiering

FSC-certifieringen (Forest Stewardship Council) uppkom under 1990 talet i Kalifornien efter oro om att ej hållbara skogsbruksmetoder skulle leda till avskogning samt ha negativ inverkan på både människa och miljö. Oron kom från både miljö- och människorättsorganisationer som tillsammans skapade en certifiering med olika typer av krav gentemot skogsbruket (Forest Stewardship Council®- 2021). 1996 kom certifieringen till Sverige och antogs 1998 av det svenska skogsbruket (Forest Stewardship Council®- 2021). I dag är alla stora skogsbolag anslutna till certifieringen, vilket medför olika krav på hur deras mark ska skötas. Ett exempel på krav är att de certifierade bolagen ska utföra naturvårdsbränningar. Naturvårdsbränningar genomförs för att gynna arter som helt eller delvis är beroende av brand för att överleva och FSCs standard, uppdaterad senast oktober 2020, kräver *”bränning av minst 5% av föryngringsareal på torr och frisk mark under en löpande femårsperiod”* (Forest Stewardship Council® 2020). För certifierade skogsbolag innebär detta i praktiken att naturvårdsbränningar bör genomföras varje fältsäsong för att inte missa arealmålet över 5-årsperioden¹.

1.3. Tidigare studier

Det råder brist på publicerade studier om vilken naturvårdande skötsel som gynnar mosippa bäst men en metaanalys byggd på insamlad data från olika delar av Sverige publicerades 2017 (Sandström et al. 2017). Resultatet av denna metaanalys, där de jämförde naturvårdsbränning mot mekanisk störning (krattning av markvegetation, röjning av skuggande vegetation med mera), visade att bränning är en bättre skötselmetod. De kom även fram till att en kombination av naturvårdsbränning med sådd av frön eller plantera plantor kan vara ett bra sätt att gynna mosippa på kända lokaler (Sandström et al. 2017). En studie i Tyskland från 2013 undersökte hur

¹ Personlig kommunikation, Peter Hellström, 2020

uppdrivning av mosippsplantor som planterades ut på samma lokal frökällan inhämtats fungerade (Betz et al. 2013). Deras data samlades in i cirka 13 år och resultat visade att metoden att plantera ut mosippsplantor var positivt för lokalerna i studien. En finsk studie från 2008 undersökte hur tillförandet av aska påverkade groningen av mosippsfrön på blottad mineraljord. Resultatet visade att en högre groningen skedde i de blottor som tillförts aska (Laitinen 2008).

1.4. Syfte & Frågeställning

Det övergripande syftet med denna studie är att utreda mosippans reaktion på brand och om naturvårdsbränning kan anses vara en tillförlitlig metod för att gynna kända lokaler med mosippa. Utöver detta har sådd av mosippsfrön studerats för att utröna hur detta skulle kunna användas i praktiken. De uppkomna groddplantorna tillsattes även en extern kvävekälla i form av arginin respektive ammoniumnitrat för att undersöka om det skulle ha någon effekt på tillväxten. De exakta frågeställningarna som jag ville besvara i denna studie är:

1. Hur reagerar mosippor på en brandstörning?
2. Är sådd i kombination med bränning ett möjligt arbetssätt för att gynna mosippa på redan kända lokaler?
3. Är det möjligt att använda naturvårdsbränning som metod för att gynna mosippa?
4. Är gödsling med arginin eller ammoniumnitrat ett möjligt komplement vid sådd av mosippsplantor?

Dessa frågor besvaras med hjälp av en demografisk studie av en bränd och en obränd lokal, samt ett inomhusförsök med sådd och gödsling i bränd och obränd jord från dessa områden. Dessutom utnyttjades observationer från en annan näraliggande något äldre bränd mosippslokal, för att få ett diskussionsunderlag till hur det studerade området kan komma att utvecklas.

2. Material & Metod

Denna studie består av tre olika delar, en fältinventering av en bränd mosippslokal och en fältinventering av en intilliggande obränd mosippslokal samt ett såddförsök. Som observationsunderlag har också en tidigare naturvårdsbränd mosippslokal besökts och visuellt studerats.

2.1. Studieområde

2.1.1. Området

Området för denna studie ligger vid Hokaberg i Härjedalens kommun (Bilaga 1) och innehar en av Sveriges största förekomster av mosippor. Hokaberg är beläget cirka 500 meter över havet och består av frostgropar samt gles sandtallskog (Figur 1). Mosipporna är nästan helt koncentrerade till frostsveckorna. Området ägs av Holmen Skog och frostgroparna samt delar av omkringliggande skog är undantagna från produktionsinriktat skogsbruk då skogen består av gles och gammal sandtallskog². Denna mosippslokal är känd både av Holmen Skog, Länsstyrelsen och lokalbefolkningen för sina talrika mosippor.

2.1.2. Naturvårdsbränning i Hokaberg

Den 11 augusti 2020 genomfördes en naturvårdsbränning i Hokaberg på 35,5 hektar för att bränna bort konkurrerande vegetation och på så sätt gynna mosippa (Bilaga 1). Tidpunkten för naturvårdsbränningen valdes utifrån rådande väderläge². Området för naturvårdsbränningen hade säkra gränser i form av skogsbilvägar i norr och väster, ett vattendrag i öster samt en grävd väg i söder (Bilaga 1). Säkra gränser är viktigt vid en naturvårdsbränning för att minimera risken att elden sprider sig (Nilsson 2005).

När bränningen genomfördes hade det inte regnat på lokalen på ett antal dagar och DMC-värdet var 40, vilket brukar indikera tillräcklig upptorkning för en lyckad naturvårdsbränning² men den understa delen av det tjocka lavtäcket var ändå

² Personlig kommunikation, David Rönnblom, 2021.

fuktigt, vilket ledde till att det blev en del obrända fläckar av lavrester kvar (*personlig observation*).



Figur 1. Vy över det brända området i Hokaberg där den stora frostsveckan syns tydligt, 18 dagar efter bränningen. Foto Anders Granström.

2.1.3. Bränt område

Inför naturvårdsbränningen i augusti 2020 märktes 108 av mosippsplantorna för att kunna göra en uppföljande analys av brandeffekten och mortaliteten. Uppmärkningen gjordes genom att trycka ner en 40 centimeter svetselktrod, av stål cirka 30 centimeter söder om varje planta och genomfördes av Holmen Skog. Instruktionen var att systematiskt gå över ett mindre område och markera alla mosippsplantor där.

Ytan med de 108 mosipporna utgjorde grunden för min fältinventering i det brända området och runt de markerade plantorna har även omarkerade mosippor inventerats inom ett rutnät (Figur 3). Den 2 september 2020, cirka tre veckor efter bränningen, besöktes lokalen av Holmen Skogs naturvårdsspecialist som bytte ut markeringspinnarna mot andra pinnar på de mosippor som då redan hade börjat skjuta upp nya gröna blad³ (Figur 2). Detta gav tre olika kategorier av mosippor inom det brända området, Markerad Återväxt Innan 2 september 2020, MÅI, Markerad Återväxt Efter 2 september 2020, MÅE, och Ej Markerad innan naturvårdsbränning, EM.

³ Personlig kommunikation, Peter Hellström, juni 2021



Figur 2. En återväxt mosippsplanta med fyra eller fem skott i det brända området, 18 dagar efter bränningen i Hokaberg. Den röda pilen markerar mosippans branddödade ovanjordiska stam. Foto Anders Granström.

Den 5 juni 2021 placerade jag ut fyra hörnstolpar med räta vinklar runt de 108 markerade mosipporna för att få en rektangel, totalt mått 55x20 meter. För att underlätta inventeringen placerades kantstolpar ut var femte meter. Detta skapade ett rutnät av mindre 5x5 meters rutor. En systematisk inventering av varje 5x5 meters ruta genomfördes och alla mosippor fick en koordinat utifrån det nordvästra hörnet samt ett ID. Totalt inventerades 23 av de 44 stycken 5x5 meters rutorna under sommaren 2021 med start den 5 juni och slut den 15 juli. Koordinatsystemet byggdes på det nordvästra hörnets placering och har sedan lagts in i ett befintligt koordinatsystem i ArcGIS Pro (version 2.5.1). Koordinatsystemet användes för att hitta samma planta vid en återinventering.

De variabler som noterades på varje planta var korsmått diameter, antal skott, om plantan var markerad innan naturvårdsbränningen eller inte (planttyp) samt eventuellt bete. De redan markerade plantorna fanns som två olika typer, antingen att de återväxt innan den andra september 2020, MÅI, eller återväxt efter den andra september 2020, MÅE.

För sex stycken plantor kontrollerades skottdjupet genom att försiktigt gräva runt plantan och sedan mäta hur långt under mineraljorden det nya skottet kommit. Antalet döda plantor räknades och registrerades men dessa fick ingen koordinat eller ID.

Mosippa kan ha flera ovanjordiska skott från samma jordstam. Vid räknandet av plantor användes cirka åtta centimeter som gräns för att en planta skulle räknas som en egen individ. Vid osäkerhet grävdes ytterst försiktigt runt två skott och se om

deras jordstammar hade riktningen mot varandra. Om så var fallet antogs de vara samma individ.

En återinventering gjordes den 23 september 2021 där en majoritet av de plantor som inventerats under juni och juli återinventerades. Diametern för plantorna korsmättes på samma sätt som vid inventeringen under juni och juli, antal skott noterades, om det fanns några blomknoppar samt eventuellt bete av plantan. För att konstatera om det var en blomknopp eller inte kände jag försiktigt i bladrosettens centrum. Samtliga nya plantor som hade tillkommit efter sommarens inventering korsmättes, fick ett ID samt en koordinat.



Figur 3. Bild av en 5x5 meters ruta i det brända området, rakt fram i bild är österut. De röda pinnarna markerar hörnen i rutan och snöret markerar gränsen, cirklarna visar de borte hörnens pinnar.

2.1.4. Obränt område

Norr om det brända området finns ett likartat obränt område med frostgropar och detta område har använts som en kontroll mot det brända området (Bilaga 1). I det obrända området placerade jag ut två stycken 5x5 meters rutor ut slumpmässigt den 4 juli 2021. Inom dessa ytor noterades alla mosippsplantor den 4 och 15 juli. Mosipporna fick på samma sätt som i det brända området en koordinat som utgick från det nordvästra hörnet. De variabler som noterades på varje planta var korsmätt diameter, antal blommor, konkurrerande vegetation, djupet av mossan och laven i anslutning till plantan samt eventuellt bete.

En återinventering av området genomfördes den 24 september 2021, vid återinventeringen noterades korsmått diameter, vitalitet, eventuellt bete, antalet blomknoppar och täckningsgraden av mosippa samt den konkurrerande vegetationen. För att uppskatta vegetationstäckningen lades en ram på 50x50 centimeter (0,25 kvadratmeter) kring varje mosippsplanta och fotograferades. Genom att studera fotona i efterhand uppskattades täckningen för varje enskild art inom rutan.

En slumpvis mosippsplanta utanför rutorna valdes för att undersöka hur hög stammen behövde vara för att nå över lav- och mossvegetationen. Runt den valda plantan röjdes all konkurrerande vegetation bort för att göra en bedömning hur hög stammen var för att nå över mossan och laven. Stammen som är över mineraljorden kommer att dö vid en brand.

2.1.5. Observationer vid mosippslokal nära Rullbo, bränd 2019

För att få diskussionsunderlag gjorde jag också observationer på en något äldre naturvårdsbränd mosippslokal. Lokalen besöktes den 26 september 2021 och ligger strax nordväst om Rullbo, Ljusdals kommun, och brändes 21 maj 2019⁴ (Bilaga 2). På lokalen gjordes endast en visuell inventering av mosipporna och hur vitala dessa såg ut att vara drygt två år efter den naturvårdsbränningen. För att komplettera min visuella bedömning erhöll jag data från Länsstyrelsen Gävleborg som kommer från deras demografiska inventeringar av området⁴. Den demografiska inventeringen som genomförts av Länsstyrelsen Gävleborg bygger på att två stycken 0,7x0,7 meters rutor inventerats. Den totala arean som inventerats i Rullbo är således en kvadratmeter. Alla mosippsplantor som funnits i rutorna har fått en koordinat, och Länsstyrelsen har noterat hur många blommor varje planta har, längsta bladets längd samt om några groddplantor kommit upp. Deras metod är framtagen för att på sikt användas på flera mosippslokaler inom Gävleborgs län och den har arbetats fram mellan Länsstyrelsen Gävleborg och Naturföretaget (Sallmén & Troschke u.å.).

2.2. Såddförsök i labb

För såddförsöket i labb använde jag jord från Hokaberg för att få en likartad jordtyp och näringsstatus som jorden mosipporna växer på i Hokaberg. Jordproverna till såddförsöket togs den 24 september 2021 både i det brända och i det obrända området, fem stycken från varje område. De togs längs en rak linje med 5 m avstånd mellan provpunkterna. Jordproverna grävdes upp med en spade; ytan var ungefär

⁴ Mailkonversation, Gustav Wikström, december 2021

25x25 centimeter och djupet drygt 10 centimeter (Figur 4). Proverna hölls intakta i plastpåsar utomhus intill starten av såddförsöket.

För att se om den brända och obrända jorden hade olika pH togs tre homogeniserade jordprover från den brända respektive obrända jorden. Dessa sattes i provrör och destillerat vatten fylldes till dubbla höjden och rördes om. Efter 15 minuter lästes pH-värdet av med en pH-elektrod.

Halten av organiskt material i jordproverna från det brända och obrända området bestämdes genom mätning av glödförlust. Ur den kvarvarande brända jorden (dessa hade slagits ihop efter att materialet till krukorna skurits ut) togs två jordprov efter homogenisering. Ur de fem obrända jordproverna (som hade behållits individuella), togs varsitt jordprov. Alla dessa sju prover torkades vid 105°C i cirka 24 timmar, vägdes sedan och deras torrsvikt noterades. Därefter brändes de i en brännugn vid 550°C i 20 timmar. Efter att proverna svalnat vägdes de igen och ett medel av glödförlusten räknades ut.

En sortering och genomgång gjordes av ett antal frön jag erhöll och frön som var mjuka (tomma) sorterades bort för att få en så hög groningen som möjligt. Såddförsöket genomfördes i labb under växtlampor med konstant ljus dygnet runt. Ljusflödet av fotosyntes-aktivt ljus (PAR) i nivå med plantorna var i medeltal 75 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (mätt med en "full spectrum quantum meter" från Apogee instruments). Temperaturen i labbet var 21° C.

Inför såddförsöket i labb "provgrodde" jag ett antal frön på fuktigt hushållspapper i en burk med lock, för att kontrollera att fröna var grobara och se hur lång tid det skulle ta till groningen under optimala förhållanden. Locket satt på för att uppnå 100 procent luftfuktighet i luften så att fröna inte riskerade att torka ut. Dessa planterades sedan i samma krukorna fram till omplantering i enskilda krukor.

Vid starten av såddförsöket skar jag ut mindre kvadrater ur de intakta jordproverna för att passa de krukor fröna skulle sås i, cirka 7,5x7,5x7 centimeter. Från varje jordprov skars två stycken intakta block av jorden ut och placerades i varsin kruk. Det resulterade i en kontroll och en att ge gödsel, totalt 10 stycken krukor med bränd jord och 10 stycken med obränd jord. Mossa och lav togs bort från de obrända jordproverna för att behålla strukturen men ändå blotta jordytan. Om ljung eller någon annan art med grova stammar var närvarande så klipptes dessa av för att inte förstöra jordprovets intakta struktur. När alla jordprov fördelats ut i varsina krukor vattnades alla prov för att göra jorden mättad på vatten.



Figur 4. En av de fem punkterna inom det brända området där intakta jordprov togs 24 september 2021, drygt ett år efter bränningen. Inför fotograferingen putsades schaktets kanter och botten för att den naturliga lagringen skulle synas tydligt. Marken hade nästan ingen humus. Det vita i bildens övre högra och vänstra hörn är rester av det understa skiktet av lav, som undgått förbränning. I bilden syns också en mängd döda stammar av ljung och några nya skott av lingon. Foto: Anders Granström.

När jorden vattnats placerades 10 frön per kruka ut, totalt 200 frön. Fröna stoppades ner en bit i jorden för att de skulle få jordkontakt detta enligt instruktioner från ett examensarbete vid Göteborgs Universitet (Norrman 2020). För att luftfuktigheten skulle behållas sattes en plast över och sedan lämnades de för att gro. Fröna tittades till med jämna mellanrum. När de första groddarna började visa sig efter 16 dygn placerades krukorna under växtbelysning. Lamporna var tända hela dygnet för att simulera sommarens ljusa nätter.

Efter 19 dygn noterades hur många frön som grott och vilket groningsstadium de enskilda fröna hade uppnått. Detta upprepades varannan dag. Utvecklingen av fröna noterades i två steg, för det första noterades hur många frön som grott och för det andra i vilket stadium de grodda fröna uppnått. Det fanns fem olika stadier fröna kunde uppnå och de beskrivs i tabell 1 samt illustreras i figur 5 (Tabell 1 & Figur 5).

Krukorna inventerades till dygn 47 och vid dygn 48 tillsattes 1 millimolarig ammoniumnitratlösning (räknat på kväve, N) till hälften av krukorna. Ammoniumnitratet löstes upp i vatten till rätt koncentration var uppnådd och 10 milliliter tillsattes till varje kruka. Uppdelningen av krukorna gjordes genom att en av de två krukorna från varje jordprov fick ammoniumnitrat för att se om tillväxten förändrades. Innan tillsättningen av gödningslösningen fotograferades alla krukor individuellt för att vid slutet av försöket kunna avgöra om tillväxten påverkats. Ammoniumnitratet tillsattes vid fyra tillfällen över en tidsperiod på 13 dygn.



Figur 5. De olika stadierna av groningen, den översta bilden till vänster syns två tydliga groddor 21 dygn efter sådd, pilen visar ett spröt vilken används för att fröet ska borra ner sig i jorden. Översta bilden till höger syns ett påbörjat hjärtblad 19 dygn efter sådd, i mitten till vänster syns utvecklade hjärtblad 19 dygn efter sådd, i mitten till höger syns ett påbörjat örtblad 42 dygn efter sådd och bilden längst ner visar ett utvecklat örtblad 33 dygn efter sådd.

Tabell 1. Förklaring av de olika groningsstadierna fröna kunde nå i såddförsöket. Stadierna illustreras även i Figur 5.

Groningsstadium	Förklaring
Tydlig Grodd	Fröet har spruckit upp och det syns tydligt att det kommit ut ett rotanlag (radikel) ur fröet
Tydligt Påbörjat Hjärtblad	Grodden har utvecklats och det syns tydligt att det är på väg att få ut hjärtbladen
Tydligt Hjärtblad	Groddplantan har slagit ut 2 stycken hjärtblad
Tydligt Påbörjat Örtblad	Mellan hjärtbladen syns tydligt att ett örtblad är under utveckling
Tydligt Örtblad	Det första örtbladet har vuxit ut och fått sina flikar

De ”provgrodda” fröna omplanterades individuellt i separata krukor med bränd jord från Hokaberg. Jorden blandades för att skapa en homogen jordblandning. Efter omplantering tillsattes två olika kvävekällor, arginin och ammoniumnitrat, båda med koncentrationen 1 millimolar (räknat på kväve, N). Totalt fanns 19 stycken plantor som delades upp mellan arginin och ammoniumnitrat. De 19 krukorna med varsin planta placerades under växtlampor som beskrivits ovan.

De totalt 19 krukorna med en planta i varje sorterades 70 dygn efter sådd i storleksordning från största bladarea till minsta bladarea. Bedömningen gjordes visuellt genom att kolla rakt ovanifrån på varje planta. Efter att de satts i storleksordning tilldelades varje planta antingen arginin eller ammoniumnitrat genom att ta varannan planta till den ena kvävekällan och varannan till den andra. Alla plantor fotograferades individuellt och i grupp för att dokumentera deras status innan gödslingsförsöket påbörjades.

Ammoniumnitratet löstes upp i vatten till en koncentration av 1 millimolar kväve och detsamma gällde för argininet. När båda lösningarna hade rätt koncentration tillsattes 10 milliliter av endera lösningen till varje kruka och sedan placerades de två grupperna separerat ifrån varandra för att undvika risken att kväve skulle flytta sig mellan de olika behandlingarnas krukor. Totalt fick 10 krukor arginin och nio krukor fick ammoniumnitrat. Proceduren med att ge gödning upprepades fyra gånger över en tidsperiod på 13 dygn för alla krukor och sedan fotograferades alla plantor igen och granskades visuellt för att avgöra om gödningen haft någon effekt.

2.3. Analyser

2.3.1. Övergripande analyser

Den korsmätta diametern för alla mosippsplantor användes för att beräkna arean för varje planta. Arealen antogs följa formen av en elips och beräknades genom att radien i de två olika riktningarna multiplicerades med varandra och sedan med π (Figur 6). Beräkningarna gjordes i Microsoft Excel. För att vidare analysera datat användes RStudio (version 4.0.3). Det första som gjordes var att kontrollera om datat följde en normalfördelning, med hjälp av ett Shapiro test. De flesta plantvariablerna för både det brända och obrända området följde inte en normalfördelning även efter försök att transformera.

De analyser som genomfördes var ”Wilcoxon signed rank test med kontinuitetskorrektion” och ”Kruskal-Wallis rank sum test”, vilka är lämpliga att använda för icke normalfördelade data. Signifikansnivån, α , sattes till 0,05 vid alla analyser. Utöver dessa genomfördes också linjära regressioner. För att kunna se eventuella skillnader även om testerna inte blev signifikanta sammanställdes tabeller med medelvärden med fokus på skillnader mellan de tre planttyperna MÅI, MÅE och EM i det brända området och fokus på skillnader mellan de två rutorna i det obrända området.

2.3.2. Analyser bränt område

För att undersöka om arean på mosipporna skiljde sig åt mellan sommarens och höstens inventering genomfördes ett ”Wilcoxon signed rank test med kontinuitetskorrektion”. För att undersöka om det fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan kategorin av planttyp (MÅI, MÅE och EM) i det brända området genomfördes ett antal ”Kruskal-Wallis rank sum test”. Planttyp analyserades mot nio olika variabler, bland annat area, antal skott och antalet blomknoppar. För att undersöka om antalet betade bladskaft, betade blomknoppar och antalet blomknoppar korrelerade med arean för det brända områdets plantor genomfördes linjära regressioner. Dödligheten beräknades utifrån hur många levande respektive döda plantor som fanns 23 september 2021 av de två planttyperna, MÅI och MÅE. Fertiliteten, i form av anlagda blomknoppar, analyserades mot plantans area.

2.3.3. Analyser obränt område

För att undersöka om arean på mosipporna skiljde sig åt mellan sommarens och höstens inventering genomfördes ett ”Wilcoxon signed rank test med kontinuitetskorrektion”. För att undersöka om det fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan de två olika rutorna i det obrända området genomfördes ett antal ”Kruskal-Wallis rank sum test”. Ruta analyserades mot åtta olika variabler, bland

annat area, täckningsgrad av mosippa, djup av mossa och lav, och antalet blomknoppar. För att undersöka om antalet betade bladskäft, blomknoppar och djup av mossa och lav korrelerar med arean för det obrända området plantor genomfördes linjära regressioner. Fertiliteten, anlagda blomknoppar, analyserades mot plantans area.



Figur 6. Bilder av två olika mosippplantor för att illustrera arean av plantorna, den vänstra är en aningen större återväxtplanta från det brända området den 15 juli 2021 och den högra är en fullvuxen planta i det obrända området den 15 juli 2021.

2.3.4. Analyser såddförsök

Såddförsöket sammanställdes och grafer gjordes för att se skillnader mellan bränd och obränd jord när det gäller antalet grodda plantor. Fokus låg även på om det fanns någon skillnad i groddutveckling beroende på om det varit bränd eller obränd jord. För att avgöra om gödningen med arginin och ammoniumnitrat gjorde någon skillnad i tillväxt användes bilderna innan och efter tillförandet av kväve och kontrollerades visuellt om det var någon uppenbar skillnad i bladarean för respektive behandling.

3. Resultat

3.1. Fältinventeringar

3.1.1. Bränt område

Vid inventeringen under juni och juli månad 2021 noterades 308 mosippor inom de avgränsade ytorna. Av de 108 plantor som hade markerats inför naturvårdsbränningen levde 81 stycken den 15 juli medan 27 stycken inte hade återväxt och bedömdes som döda. Vid återinventeringen den 23 september 2021 hade dock tre av dessa förmodat döda plantor skjutit upp skott. Sammantaget levde då 84 av de 108 mosipporna som märkts före bränningen. Mortaliteten till följd av naturvårdsbränningen var därmed 22,2 procent. En av de döda mosipporna undersöktes och där syntes att den hade börjat skjuta ett skott från jordstammen, någon centimeter under markytan, men att detta av någon anledning dött (Figur 8).

I september noterades ytterligare 19 stycken mosippor i det avgränsade brända området, det ger totalt 327 stycken inventerade plantor. De ny tillkomna var alltså plantor som undgått uppmärkning i samband med bränningen och inte heller registrerats i samband med inventeringen under sommaren. Vissa kan ha skjutit skott sent, men det går inte att utesluta att några kan ha varit uppe och missats under sommaren.

Det fanns inga blommande exemplar av mosippa inom det brända området under sommaren 2021. Jag såg inte heller några groddplantor. Däremot hade 22 procent av plantorna satt blomknopp under hösten, klara att blomma våren 2022.

Många plantor (20 procent) hade blivit utsatta för bete i det brända området, både av blomknoppar och blad (Figur 7). Det gick inte att se några tydliga spår efter de djur som orsakat skadorna, även om harpellelets förekom.

Medeldjupet under markytan varifrån plantornas skottskjutning startade efter bränningen var 1,95 centimeter (n=6).



Figur 7. Närbild på en mosissippa i det brända området den 23 september 2021. Plantan har två skott och båda har satt en blomknopp. Den högra cirkeln visar platsen där den högra blomknoppen suttit men den är helt avbetad medan den vänstra cirkeln visar en blomknopp som har klarat sig, trots att blad intill är avbetade. Pilarna och småcirkeln visar några av de många bladskaften som har betats bort. Ner till höger i bild ligger ett avbetat blad.



Figur 8. Bilder av en död mosippa den 24 september 2021. Plantan var en av de som markerades innan bränningen men som aldrig återväxt. Den vänstra bilden visar mosippans branddödade cirka åtta centimeter långa ovanjordiska stam före uppgrävning. Den högra bilden visar hela den kvarvarande stammen efter uppgrävning. Den streckade linjen visar mineraljordsgränsen och pilen pekar på ett skott som börjat skjuta upp mot markytan, från ett djup av ca 1 cm, men som av någon anledning dött.

3.1.2. Obränt område

Vid första besöket i det obrända området den 30 maj 2021 blommade fortfarande mosipporna även om blomningen nästan var över. Till synes mogna frösamlingar sågs i området i början av juli.

Vid inventeringen den 4 och 15 juli 2021 noterades totalt 85 mosippor i de två rutorna, varav 25 fanns i den första rutan och 60 i den andra. Av dessa plantor hade 15 stycken en eller två blomstänglar (11 plantor hade en stängel och fyra plantor hade två). Tre av blomställningarna (20 procent) hade betats av fram till september 2021.

Vid återinventeringen den 24 september 2021 hade 15 mosippor satt blomknoppar (17,6 procent); av dessa var fyra stycken individer som blommat samma vår. Det innebär att det är få av de som blommade 2021 som kommer att blomma igen 2022 (Figur 9). Vid återinventeringen den 24 september 2021 noterades att det förekommit bete på 53 procent av plantorna.



Figur 9. Närbild av en intakt blomknopp på en mosippoplanta i det obrända området 24 september 2021.



Figur 10. Bild på avbetade och resterande "stubbar" efter tre skott av mosippa i det obrända området den 24 september 2021.



Figur 11. Tre närbilder på avbitna men kvarlämnade rester från tre olika mosippor samt en bild på en avbetad stubbe från en fjärde mosippa i det obrända området den 24 september 2021.



Figur 12. Tre bilder av samma mosippsplanta i det obrända området den 24 september 2021 under en stegvis bortplockning av konkurrerande ljung och mossa. Mosippan växte utanför de inventerade rutorna. Den övre bilden till vänster visar mosippan när ljungen och mossan är kvar, med mosippan markerad i cirkeln. Den övre bilden till höger visar mosippan efter att ljungen och mossan har tagits bort. Cirka 10 centimeter från mosippan syns också en gullrisplanta som lämnats vid rensningen. Den nedre bilden visar en närbild på mosippan och dess jordstam, som når en höjd av cirka sju centimeter ovan mineraljorden. Vid en brand skulle hela denna del av stammen dö och ett nytt skott skulle behöva skjuta från stammen en bit ner i mineraljorden (jämför med Figur 2).

Vanligen hade ett antal blad betats av och korta bladskaft lämnats, vilket gjorde det möjligt att räkna dessa. Men 17 av de 85 mosipporna hade blivit fullständigt avbetade, inklusive stammens toppknopp. Det är inte klart vilket djur som orsakat detta (Figur 10). Intill vissa av plantorna som var bortbetade låg det kvar avbitna blad och andra rester (Figur 11). Det går inte att utesluta att vissa av de helt avbetade plantorna senare kan skjuta nya skott, på samma sätt som efter brand. Detta innebär ändå att 20 procent av de inventerade mosipporna i det obrända området hade sargats svårt av en yttre faktor, som inte drabbat den konkurrerande vegetationen.

För många av plantorna i det obrända området var det ett tjockt lager med mossa och lav runt om vilket gjorde att plantan var tvungen att sträcka sig ordentligt för att nå ljuset (Figur 12). En slumpvis vald mosippa utanför rutorna hade en cirka sju centimeter lång bladlös stam (räknat från jordytan), med själva bladrossetten högst upp (Figur 12).

3.2. Analyser

3.2.1. Bränt område

I det brända området var det en mycket stor spridning i plantstorlek både under sommaren och under hösten (Figur 13). Det var dock en signifikant ökning av storleken mellan juli och september (p-värde $<0,0005$). Medelarean under sommaren för de olika planttyperna MÅI, MÅE och EM var signifikant högre för kategorin MÅI (p-värde $<0,005$) (Tabell 2). Även under hösten var medelarean för kategorin MÅI signifikant högre (p-värde $<0,05$).

Medelantalet skott för de olika planttyperna MÅI, MÅE och EM var signifikant högre för kategorin MÅI (p-värde $<0,001$) (Tabell 2). Likaså hade MÅI i medel signifikant högre antal betade bladskäft (p-värde $<0,0001$), högre antal knoppar (p-värde $<0,0005$), högre antal hela knoppar (p-värde $<0,005$), och högre antal betade knoppar (p-värde $<0,01$). Av alla knoppar var 26 procent betade i september 2021.

*Tabell 2. Medelvärden i det brända området för arean på plantorna under sommaren respektive hösten, antalet skott under sommaren, antalet betade bladskäft i september, antalet knoppar totalt samt fördelat på betade och hela beroende på vilken planttyp mosipporna tillhör. P-värden för de genomförda Kruskal-Wallis Rank Sum testen, signifikansnivån, α , var 0,05. Variablerna testades mot kategorierna MÅI, MÅE och EM. *=signifikant resultat*

Variabel	MÅI	MÅE	EM	p-värde
Area Sommar (cm ²)	37,31*	22,53	22,15	$<0,005$
Area Höst (cm ²)	47,89*	27,54	27,97	$<0,05$
Antal skott sommar	2,72 *	1,75	1,84	$<0,001$
Antal betade bladskäft Höst	2,56 *	1,69	0,59	0,0001
Antal knoppar per planta (totalt)	0,94 *	0,40	0,21	$<0,0005$
Antal hela knoppar per planta	0,59 *	0,29	0,17	$<0,005$
Antal betade knoppar per planta	0,34 *	0,12	0,04	$<0,01$

Regressionen av antalet betade bladskäft mot höstarean visade på ett signifikant samband, justerat R²-värde 0,1352 (Tabell 3). Detsamma gällde för antalet betade blomknoppar som visade på ett signifikant samband med arean (justerat R²-värde 0,08407). Samma sak gällde antalet hela blomknoppar (justerat R²-värde 0,2019)

respektive det totala antalet blomknoppar (justerat R²-värde 0,274). Alla regressioner hade en svagt positiv linjär relation mellan de testade variablerna.

Majoriteten av plantorna i det brända området hade ökat sin area från juli till september (Figur 14). Fertiliteten, i form av att sätta blomknopp, korrelerade inte med arean utan en fraktion av både relativt små och stora mosippor hade satt knopp för att blomma under vår/försommar 2022 (Figur 14), sammantaget 22 procent av alla plantor. Ingen av de allra minsta plantorna, med en höstarea mindre än cirka 17 kvadratcentimeter, hade dock satt någon blomknopp (Figur 14).

Tabell 3. Resultatet för regressionen mellan arean på plantorna och antalet betade bladskaft, betade knoppar, hela knoppar samt totalt antal knoppar i det brända området.

Variabel 1	Variabel 2	Justerat R ² -värde	p-värde
Antal Betade Bladskaft	Area (cm ²)	0,1352	3,95E ⁻¹²
Antal Betade Blomknoppar	Area (cm ²)	0,08407	5,62E ⁻⁸
Antal Hela Blomknoppar	Area (cm ²)	0,2019	<2,2E ⁻¹⁶
Totalt Antal Blomknoppar	Area (cm ²)	0,274	<2,2E ⁻¹⁶

3.2.2. Obränt område

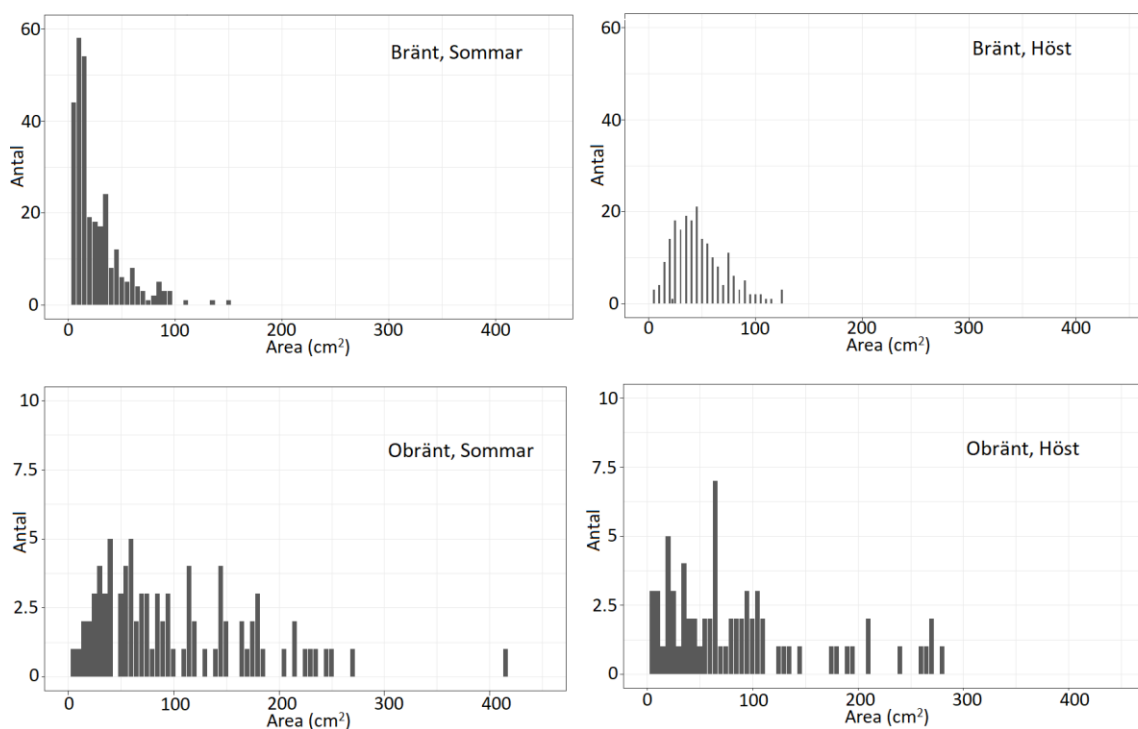
I det obrända området hade plantorna signifikant mindre area under hösten än under sommaren (p-värde <0,001) (Figur 13), men nedgången var inskränkt till ruta 2 och berodde på intensivt bete. Vid jämförelse mellan de två provytorna var plantornas medelarea signifikant högre i ruta 2 än i ruta 1 under sommaren (p-värde <0,05) (Tabell 4). Under hösten däremot var medelarean högre i ruta 1, men skillnaden var inte statistiskt signifikant (p-värde 0,07204).

Mosipporna i ruta 2 hade i medeltal högre antal såväl hela blomknoppar som betade blomknoppar och betade bladskaft, men ingen av dessa skillnader var signifikanta (Tabell 4). Medellängden för det längsta bladet, respektive antal blommor per planta skilde sig inte signifikant mellan de två rutorna (Tabell 4).

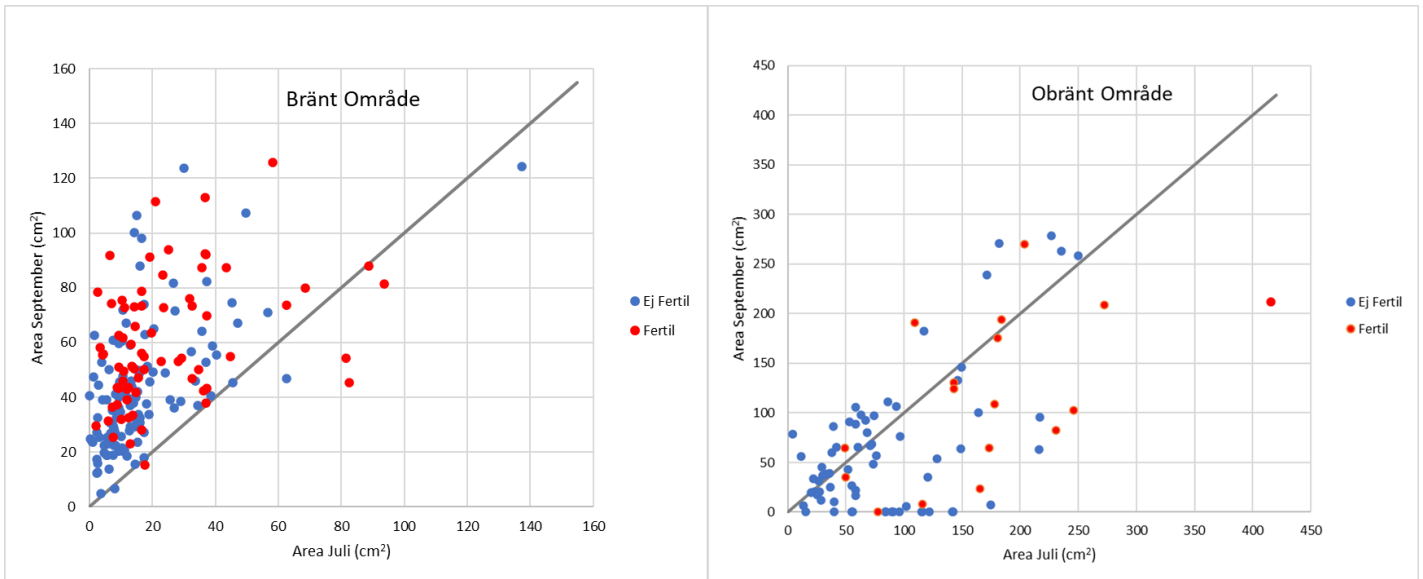
Medeltäckningsgraden av mosippa intill plantorna (det vill säga inom ramen om 0,25 kvadratmeter som sattes kring varje planta) var högre i ruta 1 och detta var statistiskt signifikant (p-värde <0,05) (Tabell 4). Medeldjupet av mossa och lav invid plantorna var ungefär detsamma (drygt sju centimeter) i båda rutorna (Tabell 4).

Tabell 4. Medelvärden i det obrända området för arean på plantorna under sommaren respektive hösten, djupet på mossan/laven, täckningsgraden av mosippa i en 50x50 centimeters ruta, längsta bladet i mosippstuvan, antalet blommor och täckningsgraden för mosippa beroende på om plantan fanns i ruta nummer 1 eller 2. P-värden för de genomförda Kruskal-Wallis rank sum testen, signifikansnivån, α , var 0,05. Variablerna testades mot kategorin "ruta". *=signifikant resultat.

Variabel	Ruta 1	Ruta 2	p-värde
Area Sommar (cm ²)	74,64*	114,81	<0,05
Area Höst (cm ²)	92,75	65,66	0,07204
Djup Mossa/Lav (cm)	7,22	7,29	0,7612
Täckningsgrad mosippa, Höst (%)	3,56 *	2,56	<0,05
Antal blommor per planta	0,28	0,20	0,6624
Antal hela blomknoppar per planta	0,08	0,40	0,1872
Antal betade blomknoppar per planta	0,00	0,15	0,1393
Antal betade bladskaft per planta	0,16	1,93	0,2046
Längsta bladets medellängd (cm)	9,03	8,07	0,07247



Figur 13. Histogram för arean i det brända och obrända området under sommaren respektive hösten. Y-axeln visar antalet plantor inom en viss grupp och x-axeln visar arean i kvadratcentimeter.



Figur 14. Spridningsdiagram för arean i juli mot arean i september i kvadratcentimeter för det brända och obrända området. Spridningsdiagrammet till vänster visar det brända området och diagrammet till höger visar det obrända området. Varje punkt är en mosippa och de är uppdelade i fertila plantor (röd punkt) och ej fertila plantor (blå punkt). Den grå linjen följer ett 1:1 förhållande och punkter under den linjen har minskat i area över tid medan punkter ovanför linjen har ökat i area.

Regressionen av antalet betade bladskäft mot sommararean visade på ett signifikant samband (justerat R^2 -värde 0,1829) (Tabell 5). Detsamma gällde för antal betade blomknoppar (justerat R^2 -värde 0,2674) respektive antalet hela blomknoppar (justerat R^2 -värde 0,3356). Inget signifikant samband fanns mellan antal blommor och plantarea (justerat R^2 -värde 0,03233) respektive djup av mossa/lav och plantarea (justerat R^2 -värde 0,01285) (Tabell 5). Regressionerna för alla variabler utom den för djup av mossa/lav hade en svagt positiv linjär relation. Regressionen för djup av mossa/lav hade ett svagt negativt linjärt samband.

En relativt stor andel av plantorna i det obrända området hade minskat sin area från juli till september (Figur 14). Fertiliteten, i form av att sätta blomknoppar, ser ut att bättre korrelera med arean jämfört med hur samma spridningsdiagram såg ut för det brända områdets mosippor (Figur 14). De allra minsta plantorna med en sommararea mindre än cirka 50 kvadratcentimeter hade dock inte satt någon blomknopp vilket är en större minimiarea för fertilitet än motsvarande för det brända områdets mosippor (Figur 14). Sett över hela populationen hade 20 procent satt knopp och för plantor större än 150 cm^2 drygt 50 procent.

Tabell 5. Resultatet för regressionen mellan arean på plantorna och antalet betade bladskaft, betade knoppar, hela knoppar samt djupet av mossa/lav och plantans längsta blad i det obrända området.

Variabel 1	Variabel 2	Justerat R ² -värde	p-värde
Antal Betade Bladskaft (st)	Area (cm ²)	0,1829	2,65E ⁻⁵
Antal Betade Blomknoppar (st)	Area (cm ²)	0,2674	2,42E ⁻⁷
Antal Hela Blomknoppar (st)	Area (cm ²)	0,3356	3,80E ⁻⁹
Antal Blommor (st)	Area (cm ²)	0,03233	0,05444
Djup Mossa/Lav (cm)	Area (cm ²)	0,01285	0,1517

Täckningen i det obrända inventeringsområdet av olika arter inom 50x50-centimeters-rutorna (centrerade kring varje mosippa) skattades från fotografier och medelvärden ges i Tabell 6. Mosippans medeltäckningsgrad var väldigt låg, 2,5-3,5 procent. Renlav, väggmossa och kruståtel var de arter som, i fallande ordning, täckte mest av marken intill mosipporna i ruta 1; och renlav, kruståtel och fönsterlav i ruta 2 (Tabell 6).

Tabell 6. Medelvärden för täckningsgraden i procent för alla arter som förekom i analysen av fotografierna av 50x50 centimeters rutorna, centrerade över mosipporna i det obrända området. Arterna är sorterade i tre grupper, Örter & Graminoider, Vedartade växter och Mossor & Lavar. Medeltäckningsgraden är angiven för de två olika 5x5 meters rutorna. Arterna är angivna med både svenskt och latinskt namn.

Artgrupp och Art	Täckning (%) Ruta 1	Täckning (%) Ruta 2
<u>Örter & Graminoider</u>		
Gullris, (<i>Solidago virgaurea</i>)	1,04	0,26
Mosippa, (<i>Pulsatilla vernalis</i>)	3,56	2,56
Starr, (<i>Carex spp.</i>)	1,98	4,12
Kruståtel, (<i>Deschampsia flexuosa</i>)	12,24	24,52
<u>Vedartade växter</u>		
En, (<i>Juniperus communis</i>)	0,44	0,00
Tall, (<i>Pinus sylvestris</i>)	0,12	0,00
Lingon, (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	0,34	0,15
Ljung, (<i>Calluna vulgaris</i>)	10,16	4,21
Död Ljung, (<i>Calluna vulgaris</i>)	7,04	1,04
<u>Mossor & Lavar</u>		
Islandslav, (<i>Cetraria islandica</i>)	0,52	2,00
Fönsterlav, (<i>Cladonia stellaris</i>)	6,36	20,3
Renlav, (<i>Cladonia spp.</i>)	36,32	30,9
Väggmossa, (<i>Pleurozium schreberi</i>)	18,24	9,12

3.2.3. Mosippslokal nära Rullbo, bränd 2019

Naturvårdsbränningen av mosippslokalen i Rullbo genomfördes 21 maj 2019. Länsstyrelsen i Gävleborg inventerade mosippor på två fasta provytor om vardera 0,5 kvadratmeter vid två tillfällen, 2 juni 2020 och 3 juni 2021. Vid inventeringen 2 juni 2020 noterades 21 mosippor inom demografiytorna, varav fyra blommande, med totalt sex blommor. Inga groddplantor noterades, vilket antagligen beror på att det inte skedde någon blomning under 2019 efter att bränningen genomförts och därför inte heller någon fröspridning.

Vid Länsstyrelsens återinventering på demografiytorna 3 juni 2021 noterades ingen mortalitet från året innan, men 48 nya plantor hade tillkommit och noterades som ”groddplantor”, utan att deras storlek eller status beskrevs närmare. Bland de äldre mosipporna blommade 15 plantor med totalt 17 blommor, vilket var omkring en trefaldig ökning från föregående år. Av de fyra plantor som blommade 2020 blommade endast två plantor igen 2021.

Vid mitt besök på mosippslokalen i Rullbo den 26 september 2021 noterade jag att det fanns många stora vitala mosippor inom brännan och att många av dessa hade blommat under våren 2021, då vissnade blomskaft fortfarande fanns kvar vid plantorna (Figur 15). Brännan var inte så stor (cirka 0,5 hektar) men tätheten av mosippor var påtaglig. En 5x5 meters ruta stegades ut och i denna räknades alla plantor, vilket resulterade i 86 stycken. Många av plantorna hade även satt knoppar inför nästa säsong (Figur 16). Det var också ett mycket stort antal små groddplantor intill de fertila plantorna (Figur 15). De flesta hade bara utvecklat hjärtblad, eller hjärtblad plus ett litet örtblad, och måste ha grott under sensommar/höst 2021.

Naturvårdsbränningen i Rullbo skedde tidigt under 2019 vilket resulterade i att mosipporna kunde återväxa under sommaren 2019 och sätta knopp under sensommaren/hösten 2019 för att sedan blomma våren 2020. En gissning är att de groddplantor länsstyrelsen noterade i början av juni 2021 hade grott redan föregående år och övervintrat. Detta går dock inte att säga med hundra procentig säkerhet men vid Länsstyrelsens inventering i juni 2020 registrerades fyra blommande plantor och dessa måste ha spridit sina frön i juni/juli 2020. Fröna har efter det kunnat gro och sedan övervintrat till 2021 och noterats i Länsstyrelsens inventering i juni 2021.

Bilderna i Figur 15 är från hösten 2021 och visar hur vitala många av mosipporna var tre vegetationsperioder efter bränningen, med rik blomning. Detaljbilden visar ett tjugotal färska groddplantor 8 oktober 2021, vilket stödjer tesen att groningen främst sker under sensommar/höst det år fröna sprids, och att groddplantorna från Länsstyrelsens inventering i början av juni 2021 var övervintrade groddplantor från året innan.



Figur 15. Bild av tre tuvor med mosippa i Rullbo med cirka 30 stycken vissnade blomskaft den 26 september 2021. Cirklarna markerar groddplantor som gissningsvis grott under 2020, alternativt under sommaren 2021. Den röda pilen visar ett obetat vissnat blomskaft med intakt och obetad blomställning. Rektangeln visar en detaljbild med drygt 20 groddplantor i Rullbo den 8 oktober 2021, varav 2 stycken är markerade med gula pilar. De flesta groddplantorna växte väldigt nära moderplantorna vilket visar mosippans begränsade förmåga till fröspridning. Fotograf till detaljbilden: Anders Granström.



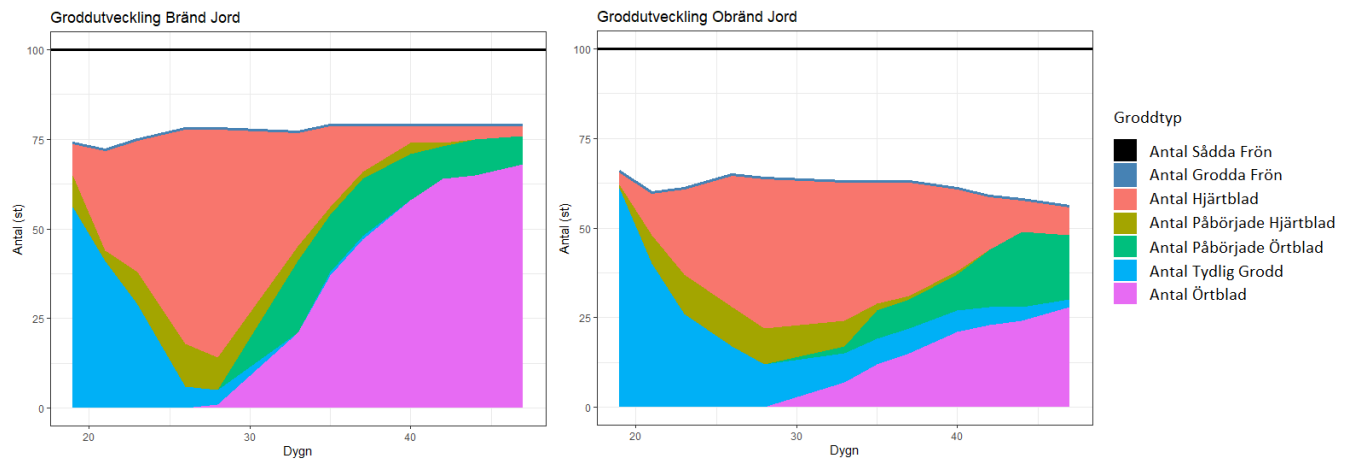
Figur 16. Närbild på en mosippsplanta i Rullbo som satt en knopp inför kommande säsong den 26 september 2021.

3.3. Såddförsök i labb

Resultatet för såddförsöket i labb visade att 144 av 200 frön grodde, vilket ger en etableringsframgång på 72 procent sett över hela försöket (Tabell 7). Fördelat på bränd respektive obränd jord blir andelen grodda frön 79 respektive 65 procent (Tabell 7). Den första grodden observerades ungefär 16 dygn efter sådd. Det första örtbladet på en planta observerades 28 dygn efter sådd och noterades i en av krukorna med bränd jord. Under senare delen av inventeringsperioden från dygn 26 till dygn 42 minskade antalet levande plantor i krukorna med obränd jord från 65 till 59. De plantor som försvann konstaterades vissnade. Vid dygn 44 hade ytterligare en planta i en kruka med obränd jord vissnat, och vid dygn 47 ytterligare

två. Detta innebar att endast 56 plantor levde i de obrända krukorna inför att de tillsattes ammoniumnitrat.

Plantorna såg visuellt ut att skilja sig en del beroende på om de växte i bränd eller obränd jord. De plantor som växte i obränd jord såg generellt mindre ut i jämförelse med plantorna i den brända jorden (Figur 18). Plantorna i den brända jorden grodde inte bara i högre antal utan de utvecklades även snabbare. Tiden till att få åtminstone ett örtblad var kortare i den brända jorden (Figur 17).



Figur 17. Groddutvecklingen för bränd respektive obränd jord. Y-axeln visar antalet och x-axeln visar antalet dygn från dygn 19 till dygn 47. Den svarta linjen visar totala antalet sådda frön, den mörkare blå linjen visar antalet grodda frön, det röda visar antalet hjärtblad, det bruna visar antalet påbörjade hjärtblad, det gröna visar antalet påbörjade örtblad, det ljusblåa visar antalet tydligt grodda och det lila visar antalet utvecklade örtblad.

För både bränd jord och obränd jord var det stora skillnader mellan plantorna i individuella krukor. Jämför exempelvis utvecklingen i D-krukorna med E-krukorna från det brända området (Figur 18). Vissa krukor hade huvudsakligen plantor som såg väldigt vitala ut och hade fin grön färg medan andra krukor hade mindre vitala plantor med en mer gröngul färg, och dessa relativa skillnader bestod genom hela försökets gång (Figur 19).



Figur 18. Bild på alla krukor med bränd och obränd jord. Den övre bilden är 48 dygn efter sådd och innan tillsättning av extern kvävekälla. Den nedre bilden är 61 dygn efter sådd och efter fyra tillsättningar av ammoniumnitrat på hälften av plantorna. Den övre gruppen i varje bild innehåller obränd jord och den nedre gruppen i varje bild innehåller bränd jord. Stjärnan sitter på alla krukor som tillsatts en extern kvävekälla i form av ammoniumnitrat.

Resultatet för gödslingsförsöket visade ingen uppenbar skillnad mellan plantorna som fått respektive inte fått ett externt kvävetillskott (Figur 18). I det jämförande gödslingsförsöket med de ”provgrodda” enskilda plantorna, i krukor med homogeniserad jord från det brända området, var det efter 13 dygn och fyra doser

gödsling ingen skillnad i storleksutveckling mellan de som fått ammoniumnitrat och de som fått arginin som kvävekälla.

pH-värdena för den brända jorden var i medeltal 4,27 och för den obrända jorden 4,06. Glödförlusten för den brända jorden var i medel 6,9 procent och för den obrända jorden 6,8 procent. Vid en kontroll av krukornas vegetation konstaterades att 14 ljungplantor grott, uppenbarligen från fröbank i marken. 10 i bränd jord och 4 i obränd jord.

Tabell 7. Resultatet för såddförsöket i labb. Det högsta antal respektive andel grodda frön för bränd och obränd jord samt en total. Totalt såddes 200 frön i 20 stycken krukor, hälften i bränd jord och hälften i obränd jord.

	Antalet grodda frön (st)	Andel grodda frön (%)
Bränd	79	79
Obränd	65	65
Totalt	144	72



Figur 19. Två olika krukor med mosippor 61 dygn efter sådd, den vänstra bilden visar stora, vitala plantor med fin grön färg i bränd jord. Den högra bilden visar små, inte lika vitala plantor med något blekare grön färg i obränd. Mosippan i cirkeln är till exempel gröngul i stället för friskt grön.

4. Diskussion

Det primära syftet med denna studie var att genom en detaljerad demografisk analys utreda mosippans omedelbara reaktion på brandstörning, och därmed se om naturvårdsbränning kan vara en tillförlitlig metod för att gynna arten. Dessutom undersöka hur groddplantor av mosippa utvecklas i jord från bränt och obränt område och om detta kan styras genom kvävegödning.

4.1. Mosippans reaktion på brandstörning

Bränningen i mitten av augusti 2020 resulterade i en mortalitet på 22 procent, men flertalet plantor sköt nya skott redan inom ett par veckor och plantorna tillväxte sedan kraftigt under sommaren 2021, trots en hel del bete. En stor andel, även plantor som var förhållandevis små, hade anlagt blomknoppar för blomning nästa år. Den höga överlevnaden bland de plantor som märktes ut innan bränningen visar att just denna bränning var mycket lyckad. En mortalitet på 22 procent borde lätt kunna kompenseras av nyetablering från frön kommande år.

Resultatet av analyserna inom det brända området visade att de plantor som återväxte innan den 2 september 2020 hade signifikant större area, fler skott och fler blomknoppar än de som kom upp senare (Tabell 2). Anledningen till att de plantor som kom upp tidigt också var mer vitala långt senare kan bero på att de haft mer tid att växa, men kan också vara kopplat till större brandpåverkan. Om jordstammen skadas till större djup kommer det att ta längre tid för de nya skotten att nå ytan, samtidigt som plantan har förlorat en del av den reservnäring som lagrats i jordstammen.

Att jämföra överlevnaden i Hokaberg mot lokalen i Rullbo går inte då inga plantor märktes upp före bränningen i Rullbo. Datat från Länsstyrelsen Gävleborg gör det däremot möjligt att konstatera att nettoresultatet av bränningen i Rullbo var lyckat, då lokalen har återväxt av många ytterst vitala plantor och talrik nyetablering från frön. Man kan anta att motsvarande utveckling kommer att ske även i Hokaberg kommande år.

Under bränningsåret (2019) var det ingen blomning i Rullbo och följaktligen hittades inga groddplantor vid inventeringen den 2 juni 2020. Däremot blomnade vissa plantor redan året efter bränningen, i motsats till situationen i Hokaberg. Skillnaden torde bero på tidpunkten för bränning. I Rullbo 21 maj och i Hokaberg 11 augusti. Den sena bränningen i Hokaberg gjorde det inte möjligt för återväxande plantor att nå en tillräcklig status för att sätta knopp samma år. Var under den potentiella brandsäsongen brytpunkten ligger är okänt, men kan vara av intresse att utreda eftersom det ger en förskjutning av första blomning med ett år.

Vid inventeringen i Rullbo den 3 juni 2021 noterades 48 groddplantor men det är troligt att dessa grott redan föregående år och därmed är det inte klarlagt hur stor del av groddplantorna från ett visst år som överlever första vintern. Det är också svårt att gissa hur stor andel av småplantorna i Rullbo som på sikt kommer att bli stora och vitala. Antagligen kommer merparten av de registrerade groddplantorna dö bort likaväl som att det kommer upp nya groddplantor. Förutsättningarna bör vara störst för de som lyckas etablera sig på ett lite större avstånd från moderplantan (Figur 15).

Vid mina inventeringar 2021 i Hokaberg noterades inga groddplantor av mosippa i det brända området, trots att området är stort och att jag noggrant sökte över området. Det är en indirekt bekräftelse att mosippan saknar en långlivad fröbank, vilket även tidigare har varit ett allmänt antagande (Stridh et al. 2016; Ljung 2018).

I det brända området utsattes 20 procent av mosipporna för bete året efter branden. En orsak till att de betas kan vara att förekomsten av kärlväxter var tämligen låg och betande djur därför tar mosippor i brist på annan föda⁵. Mosippa utgjorde en stor del av den gröna växtligheten här. På det obrända området var betet ännu mer omfattande och hela 53% var utsatta. Vilka djur som orsakat skadorna gick inte att se, även om harpelleds sågs intill vissa plantor. Det finns tidigare spridda observationer att en rad olika djur betat mosippa (Stridh et al. 2016). Betestrycket och dess inverkan på mosippans framgång behöver utredas mer, i synnerhet dess betydelse inom lokaler där konkurrensen från annan växtlighet är stark.

Fertiliteten verkade inte vara speciellt beroende av plantornas storlek uttryckt som area, även om de allra minsta mosipporna inte hade satt några blomknoppar (Figur 14). Det skulle kunna antas att svaga plantor undviker att blomma, eftersom det var en nedre areagräns för fertiliteten, både i det brända och obrända området, det vill säga att inga riktigt små plantor hade satt blomknopp (Figur 14). Areagränsen var dock lägre i det brända området jämfört med det obrända (Figur 14), vilket skulle kunna förklaras med att det saknas konkurrerande vegetation i det brända området. Plantorna i det brända området var under kraftig tillväxt, och det kan ha triggat

⁵ Personlig kommunikation, David Rönnblom, 2021

knoppsättningen mer. Styrningen av blomning hos mosippa är inte känd men i en studie av Kellner (1993) sågs en kortvarigt ökad blomning efter kvävegödsling i fält.

Vid en naturvårdsbränning spelar val av tidpunkt stor roll för de ekologiska effekterna. Fuktkvoten i främst humuslagret påverkar bränningsdjupet, vilket påverkar många arters både överlevnad och nyrekrytering (Schimmel & Granström 1996). Vid tidpunkten för bränningen i Hokaberg var den understa delen av det tjocka lavtacket fortfarande fuktigt och det resulterade i fläckar med kvarvarande lavrester (*personlig observation*). Mina observationer från Hokaberg visade att frostgroparna hade ett väldigt tunt humuslager så det torde därför inte ha spelat stor roll för bränningsdjupet och värmetransporten ner i mineraljorden. Graden av värmning i mineraljorden bör dock generellt vara viktig för återväxten av mosippa. Om temperaturen blir för hög långt ner i mineraljorden dör roten och inga nya skott kan skjutas.

4.2. Mosippans överlevnad vid avsaknad av brand

Medelarean för mosipporna i det obrända området sjönk cirka 30 kvadratcentimeter från juli till september 2021 (Tabell 4), i motsats till det brända området där arean i medel ökat med cirka sju kvadratcentimeter (Tabell 2). Anledningen till denna minskning i det obrända området var intensivt bete, främst i en av ytorna. Hela 20 procent av de inventerade plantorna hade blivit helt nedbetade mellan inventeringstillfällena. Det går inte att säga med hundraprocentig säkerhet att dessa bortbetade plantor har dött utan de skulle kunna återväxa till 2022, men kraftigt försvagade.

Det fanns en del ganska små mosippplantor i det obrända området, men dessa bedömdes alla vara äldre plantor. Anledningen till att de fortfarande är små, trots sin ålder, är förmodligen främst att de är undertryckta av den konkurrerande vegetationen, men troligen också återkommande bete. Vitalitet och blomning för plantorna i det obrända området i Hokaberg var extremt svag i jämförelse med populationen i Rullbo (Figur 12 & Figur 15).

Fertiliteten i det obrända området var låg, med få plantor som hade blommat under våren 2021 och få plantor som satt någon knopp för att blomma våren 2022 (Tabell 4). I snitt hade de blommande plantorna endast en blomma vilket kan jämföras med mina observationer från lokalen i Rullbo där flera plantor hade mer än tio blommor (Figur 15). En Polsk studie som löpte över åtta år kom fram till att antalet blommor och frukt bärande skott varierade mellan de inventerade åren. Variationen korrelerade positivt med medeltemperaturen dagtid mellan mars och maj månad

(Grzyl et al. 2014). En långtidsuppföljning på fasta provytor över 8 år i västra Hälsingland (Kellner 1993) visade stor årlig variation i antal blommor. Kellners studie ansåg att ansättningen av blomknoppar ökade om våren var varm men början av sommaren sval och fuktig, alltså delvis samma mönster som i den polska studien.

Tidigare undersökningar har hävdat att mosippsfrön behöver blottad mineraljord för att gro samt gärna tillförsel av aska (Laitinen 2008). Detta stämmer dock inte för det observerade resultatet efter bränningen i Rullbo, där stora mängder frön hade grott under hösten 2021 på residualhumus. Med det tjocka lagret av mossa och lav i det obrända området i Hokaberg är det i dagsläget dock omöjligt för blommornas frön att nå under mossan och laven. Detta stoppar fröna från att gro vilket förhindrar nyetableringar i det obrända området. Trots noggrann genomletning av ytorna hittades inga groddplantor eller riktigt små plantor som skulle kunna ha varit unga. Tidigare undersökningar har visat att plantetableringen av sådda frön i fält visat sig vara låg även efter viss störning av vegetationen (Ljung 2018; Fritzson 2021). Alla dessa aspekter, tillsammans med vetskapen att 20 procent av mina inventerade plantor i det obrända området blev helt nedbetade, skulle kunna väcka oro för lokalens framtid.

I en studie från Tyskland (Betz et al. 2013), där uppdrivning och plantering av mosippsplantor på kända lokaler genomfördes under 13 år, konstaterade författarna att lokaler med få blommor inte har samma möjlighet att producera tillräckligt med matade frön. Ett lägre antal matade frön leder till minskad möjlighet att producera nya plantor. Resultatet i den tyska studien visar på att det är viktigt att agera i tid vid åtgärder för mosippa.

Området Hokaberg innehåller många plantor av mosippa men andelen blommande individer var låg. I kombination med hårt betestryck skulle detta kunna leda till att populationen på sikt krymper, samt får en försämrad genetisk variation. Naturvårdande åtgärder inom det obrända området behövs för att stärka populationen och naturvårdsbränning är att föredra utifrån dess fördelar jämfört med mekaniska åtgärder. Bränning slår bort konkurrerande växtlighet och ger möjlighet till nyetablering på bred front. En naturvårdsbränning håller borta den konkurrerande moss- och lav-vegetationen under en längre tid, minst 10 år (Schimmel & Granström 1997).

4.3. Uppdrivning av mosippa som del av naturvårdsarbetet

Såddförsöket visade att matade frön hade hög grobarhet (> 65 procent) både i bränd och obränd jord i labbet (Tabell 7). Majoriteten av alla plantor överlevde fram till

att de slutade räknas vid dygn 47, även om nio groddar i de obrända krukorna visssnat fram till dess.

Resultatet kan jämföras med publicerade källor som brukar ange en mycket lägre grobarhet vid sådd av frön. Länsstyrelsen Gävleborg beskriver att de erhållit en lägre grobarhet än den som erhållits i denna studie. De fann en grobarhet på cirka 25 procent av den totala mängden frön (Ljung 2018). Någon utseparering av omatade frön hade inte gjorts, vilket kan vara en anledning till den låga grobarheten. Länsstyrelsen Östergötland sådde frön på kända mosippslokaler och fick endast cirka 10 procent av fröna att gro i utomhusmiljö (Fritzson 2021). Det är inte tydligt beskrivet om och hur en eventuell sortering av fröna genomfördes efter insamlingen men att en blandning av matade och omatade frön användes skulle kunna förklara den låga grobarheten (Fritzson 2021). Det är stor skillnad mellan att så frön utomhus och i labb. Utomhus finns faktorer som inte går att kontrollera (tillgång till vatten, temperatur, ljus) medan i labb finns möjligheten att kontrollera alla omkringliggande faktorer. Sammanfattningsvis kan det konstateras att jag fann väsentligt högre grobarhet än vad tidigare studier indikerat.

Plantorna i min studie verkade trivas något bättre i den brända jorden (Figur 18 & Figur 19). Aska höjer pH-värdet i jorden vilket påverkar mosippornas groning positivt (Nilsson 2005), askan tillför även näring genom kalium, K, och fosfor, P, (Maksimova & Abakumov 2015) vilket också skulle kunna påverka utvecklingen positivt.

Tillväxten på plantorna varierade alltså något mellan de brända och obrända krukorna men än mer mellan individuella jordprover, vilket tyder på att det fanns någon för mosippa väsentlig skillnad. Övrigt blev det ingen positiv effekt av extra kvävetillförsel, vare sig av ammoniumnitrat eller arginin. En potentiell möjlighet är att den stora skillnaden i tillväxt har att göra med plantornas mykorrhizastatus i de olika jordproverna. En studie av Moora et al (2004) visade att groddplantor av två närstående *Pulsatilla*-arter var beroende av att snabbt etablera arbuskulär mykorrhiza, AM, och att olika jordar hade olika effektivitet som inokulum. En hypotes är att detta kan vara fallet även i Hokaberg, eftersom plantorna knappt växte alls i vissa jordprover, men detta skulle behöva utredas vidare.

4.4. Behov av långvarig populationsuppföljning

Styrkorna i detta arbete är för det första att inventeringsmetoden var noggrann och genomförd över ett stort område, med individuell registrering av status för alla mosippor. Området besöktes vid flera tillfällen under juni och juli 2021, vilket

gjorde att eventuella drastiska förändringar kunde upptäckas snabbt i jämförelse med om området besökts endast en gång under juni och en gång i september. Koordinatsatta plantor kommer även att kunna följas kommande år. För det andra genomfördes såddförsöket i labb väldigt noggrant med många upprepningar och med jord från Hokaberg. Jorden till krukorna skars ut ur större monoliter vilket gjorde att krukornas yta liknande verkligheten så långt det var möjligt och på så sätt blev resultatet till viss del jämförbart med om fröna såtts i naturen. För det tredje var det bra att utnyttja lokalen i Rullbo för att få underlag till hur ett brandområde utvecklas över tid.

Tidigare studier har ofta fokuserat på antalet blommor, vilket sällan säger något om vad som pågår med plantorna, medan denna studie har noterat alla plantor samt flera variabler för varje planta. Att dessutom jämföra två närliggande lokaler där en har blivit bränd är positivt. Detta ger en unik möjlighet att följa dessa lokaler för att undersöka hur olika variabler förändras över tiden. Även om bränningsresultatet hittills varit mycket positivt bör lokalerna följas och studeras vidare. Inom 10 år bör en mer korrekt slutsats kunna dras om hur livskraftiga populationerna blivit. Så småningom bör området brännas igen, kanske redan efter 15-20 år, för att minska risken för igenväxning av mossa och lav.

Uppskattning av täckningsgraden kan skilja sig från person till person, vilket är en potentiell svaghet för framtida uppföljningar, men inte inom själva studien. Jag har själv skattat alla täckningsgrader samt använt en fast graderad ram. Det betyder att alla skattningar bör vara lika inom denna studie men vid jämförelser med andra studier bör viss försiktighet iakttas.

Åttacentimetersgränsen som användes vid inventeringen i det brända området för att särskilja individer har ingen vetenskaplig förankring och kan därför ha resulterat i att plantor som varit två olika individer blivit registrerade som en och vice versa. I det obrända området räknades inte antalet skott eftersom plantorna tydligare kunde skiljas från varandra och ofta var för täta för att konstatera antalet skott.

Denna studie har endast undersökt en bränning på ett specifikt område ett år efter brand, vilket skapar frågetecken om hur framtiden kommer se ut i Hokaberg och vad det långsiktiga resultatet kommer vara. Av allt att döma har mosipporna klarat sig bra efter bränningen men det bör följas upp kommande år.

4.5. Förslag på framtida studier och åtgärder för mosippan

Framtiden för mosippan i Sverige skulle kunna bli ljus om arbetssättet att bränna kända lokaler spreds över hela utbredningsområdet. Men det finns flera olika frågor

kring mosippans bevarande som behöver studeras vidare, varav några presenteras nedan.

För det första bör det utredas vilken period under brandsäsongen som ger bäst resultat för mosippan, för att skapa riktlinjer till Länsstyrelser, skogsbolag och markägare. Både naturvårdsbränningen i Hokaberg och den i Rullbo har tydligt visat sig vara lyckade och dessa brändes på två helt olika tidpunkter. Mortaliteten skulle behöva studeras vid flera olika bränningar för att få en övergripande och mer säker bild över mosippans reaktion på brandstörning.

För det andra bör studier genomföras som klargör hur betningen påverkar mosippspopulationer i Sverige samt försöka avgöra vilka faktorer som gör att plantorna betas. En majoritet av plantorna i denna studie har betats i olika stor omfattning och om det kunde utredas hur detta påverkar både på individ- och populationsnivå skulle detta kunna ge svar på hur mosippans populationstrend kommer se ut i framtiden.

För det tredje bör det utredas om bränd respektive obränd jord är att föredra vid sådd av mosippa samt vilka fysikalisk-kemiska och biologiska egenskaper i jorden som påverkar mosippans tillväxt.

En framtida utveckling av naturvårdsarbetet skulle kunna vara att etablera en plantskola för mosippor i det norra utbredningsområdet liknande den som finns i Västra Götalands och Jönköpings län. På så sätt skulle frön kunna samlas in (efter tillstånd av Länsstyrelsen) och drivas upp till plantor som sedan planteras ut på lokaler där populationen är vikande, men helst i kombination med att lokalen samtidigt bränns.

4.6. Slutsats angående bränning och sådd som naturvårdande åtgärd

Min undersökning, liksom tidigare studier (Stridh et al. 2016; Sandström et al. 2017; Ljung 2018), visar att mosippan är en art som uppenbart har förmåga att svara positivt på bränning. Alla skogsbolag certifierade med FSC har krav på sig att bränna en viss areal och mosippslokaler bör kunna prioriteras. Bränning kan eventuellt kombineras med att så frön. Att bedriva återkommande naturvårdsbränningar med minst 10 till 15 års mellanrum på dessa platser skulle gynna både bevarandet av mosippa och andra brandgynnade arter samt uppfyllandet av FSC-certifieringens krav. Mosippan som art är stationär och då behövs upprepade bränder för att arten ska kunna föröka sig och trivas likt andra stationära brandgynnande arter med dålig spridningsförmåga (Granström 2001).

Mosipporna i det obrända området jag inventerat är för tillfället ganska talrika men med tanke på deras dåliga och obefintliga förnygring samt upptäckten av det hårda betet behöver en insats göras för att dessa på lång sikt ska överleva. Området vid Hokaberg lämpar sig dessutom väl för naturvårdsbränning med sina säkra gränser. För framtiden bör mer samarbeten mellan myndigheter och skogsbolag inledas för att gynna arten där den förekommer naturligt, så att även kommande generationer kan njuta av denna vackra växt.

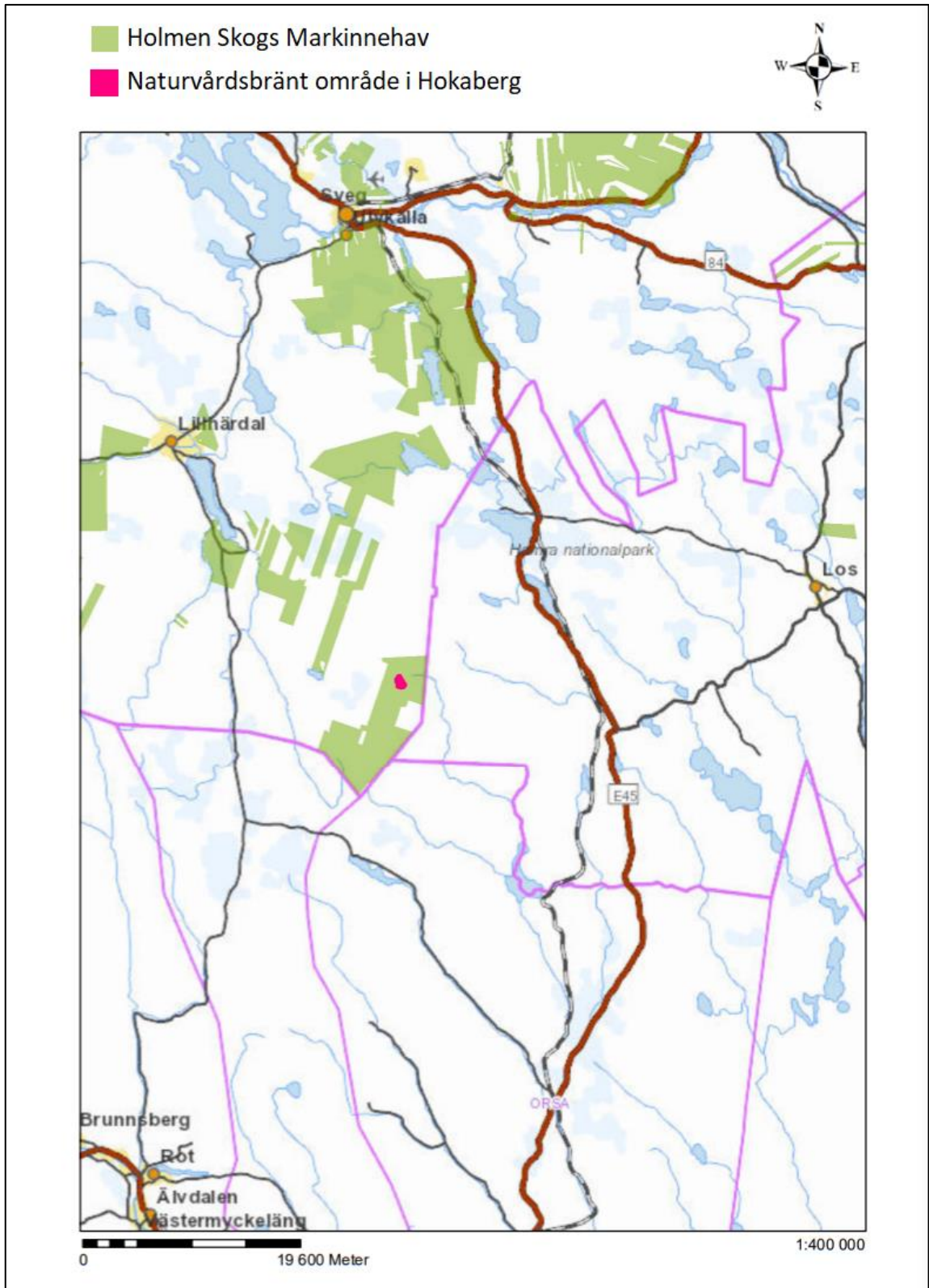
5. Referenser

- Artfakta (2021). *Mosippa - Artbestämning från SLU Artdatabanken*. Artfakta - SLU Artdatabanken. <https://artfakta.se/> [2021-10-08]
- Betz, C., Scheuerer, M. & Reisch, C. (2013). Population reinforcement – A glimmer of hope for the conservation of the highly endangered Spring Pasque flower (*Pulsatilla vernalis*). *Biological conservation*, 168, 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.10.004>
- Drobyshev, I., Niklasson, M. & Linderholm, H.W. (2012). Forest fire activity in Sweden: Climatic controls and geographical patterns in 20th century. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154–155, 174–186. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.11.002>
- Forest Stewardship Council® (2020). *FSC-standard för skogsbruk i Sverige*. (FSC-STD-SWE-03-2019 SW). <https://se.fsc.org/preview.fsc-standard-for-skogsbruk-i-sverige-fsc-std-swe-03-2019.a-1372.pdf> [2021-09-21]
- Forest Stewardship Council®- (2021). *Vår historia*. FSC Sweden. <https://se.fsc.org:443/se-se/om-fsc/vr-historia> [2021-09-21]
- Fritzson, K. (2021). *Mosippan i Östergötland 2017-2020*. Länsstyrelsen Östergötland.
- 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>
- Grzyl, A., Kiedrzyński, M., Zielińska, K.M. & Rewicz, A. (2014). The relationship between climatic conditions and generative reproduction of a lowland population of *Pulsatilla vernalis*: the last breath of a relict plant or a fluctuating cycle of regeneration? *Plant ecology*, 215 (4), 457–466. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0316-0>
- Grzyl, A., Niewiadomski, A. & Woziwoda, B. (2013). Soil environment of *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill. at selected sites in the Polish lowland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 82 (4), 267–273. <https://doi.org/10.5586/asbp.2013.029>
- Göteborgs Botaniska Trädgård (2021). *Manual Uppdrivning Mosippa*. Länsstyrelsen Västra Götaland.
- Kellner, O. (1993). Effects of nitrogen addition on the population dynamics and flowering of *Pulsatilla vernalis*. *Canadian Journal of Botany*, 71, 732–736. <https://doi.org/10.1139/b93-085>
- Laitinen, P. (2008). Metsäpalojen vaikutus kangasvuokon (*Pulsatilla vernalis* L. Mill.) menestymiseen. 31
- Ljung, T. (2018). *Skötselmanual för mosippa*. Länsstyrelsen Gävleborg. https://www.lansstyrelsen.se/download/18.6ae610001636c9c68e53da29/1530017191222/Sk%C3%B6tselmanual%20f%C3%B6r%20mosippa1_1.pdf
- Maksimova, E. & Abakumov, E. (2015). Wildfire effects on ash composition and biological properties of soils in forest–steppe ecosystems of Russia. *Environmental earth sciences*, 74 (5), 4395–4405. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4497-1>

- Moora, M., Opik, M., Sen, R. & Zobel, M. (2004). Native Arbuscular Mycorrhizal Fungal Communities Differentially Influence the Seedling Performance of Rare and Common Pulsatilla Species. *Functional ecology*, 18 (4), 554–562. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00876.x>
- Naturvårdsverket (2021). *Mosippa – fridlyst blomväxt*. Naturvårdsverket. [text]. <https://www.naturvardsverket.se/Var-natur/Djur-och-vaxter/Fridlysta-arter/Fridlysta-blomvaxter/Mosippa/> [2021-09-13]
- Niklasson, M. & Granström, A. (2000). Numbers and Sizes of Fires: Long-Term Spatially Explicit Fire History in a Swedish Boreal Landscape. *Ecology*, 81 (6), 1484–1499. <https://doi.org/10.2307/177301>
- Nilsson, M. (2005). *Naturvårdsbränning. Vägledning för brand och bränning i skyddad skog*. (5438). Stockholm: Naturvårdsverket. <https://docplayer.se/6869457-Naturvardsbranning-vagledning-for-brand-och-branning-i-skyddad-skog.html> [2021-11-16]
- Norrman, M. (2020). *Mosippa (Pulsatilla vernalis). Att föröka en hotad art ex-situ*. (Kandidatuppsats). Göteborgs universitet, Institutionen för kulturvård.
- Sallmén, N. & Troschke, T. (u.å.). Metod för demografisk analys av mosippa. Länsstyrelsen Gävleborg, Naturföretaget. [2021-12-20]
- Sandström, A., Svensson, B.M. & Milberg, P. (2017). An example of how to build conservation evidence from case studies: Fire and raking to enhance *Pulsatilla vernalis* populations. *Journal for Nature Conservation*, 36, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.02.005>
- Schimmel, J. & Granström, A. (1996). Fire severity and vegetation response in the boreal Swedish forest. *Ecology (Durham)*, 77 (5), 1436–1450. <https://doi.org/10.2307/2265541>
- Schimmel, J. & Granström, A. (1997). Fuel succession and fire behavior in the Swedish boreal forest. *Canadian journal of forest research*, 27 (8), 1207–1216. <https://doi.org/10.1139/x97-072>
- SLU Artdatabanken (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. Uppsala: SLU. <https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var-verksamhet/publikationer/31.-rodlista-2020/rodlista-2020> [2021-10-08]
- Stridh, B., Granström, A. & Sallmén, N. (2016). *Åtgärdsprogram för mosippa, 2016–2020*. (6726). Naturvårdsverket. [2021-05-20]

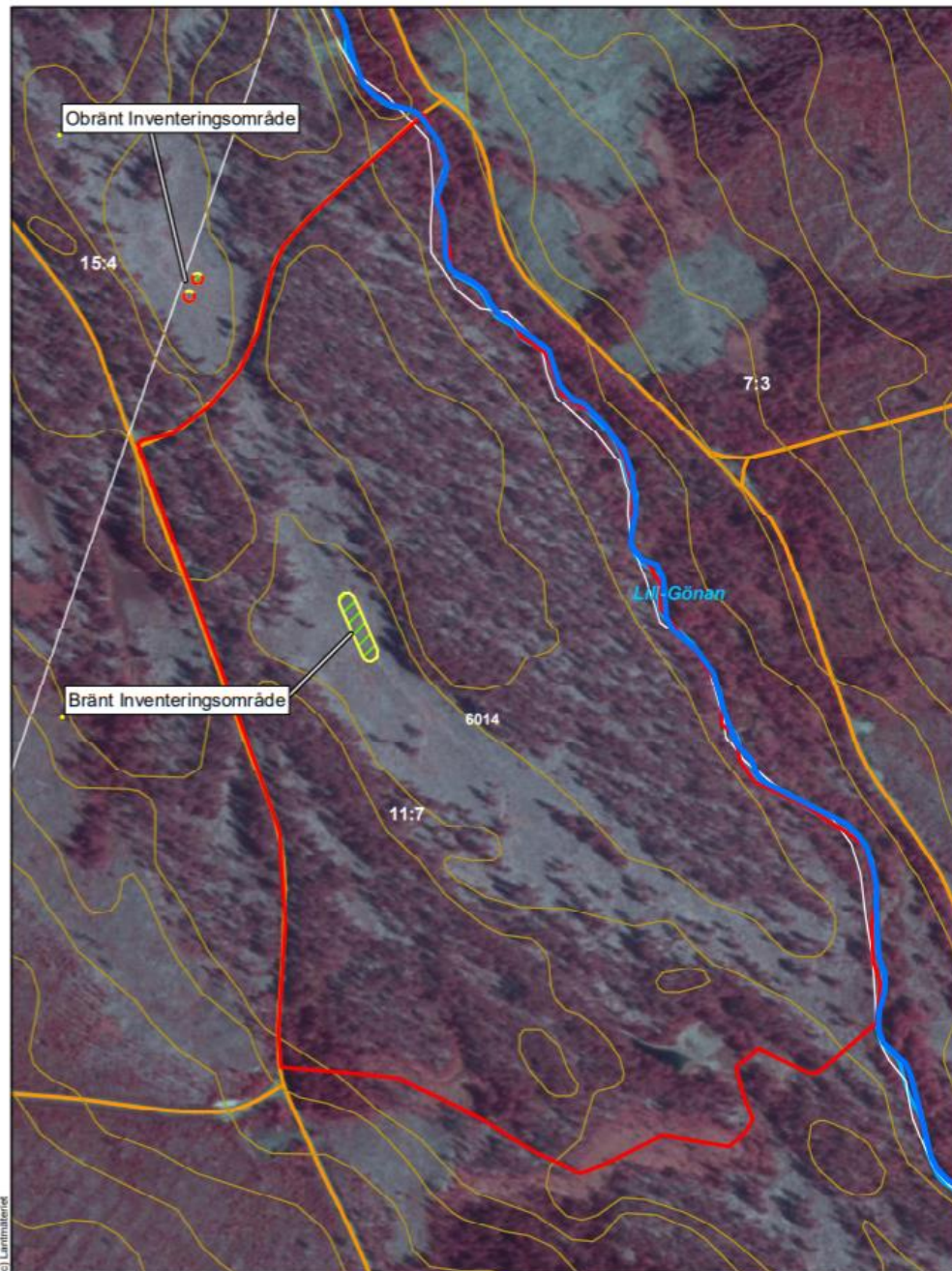
Bilaga 1

I denna bilaga redovisas kartor över det studerade området i Hokaberg.



Figur 20. Översiktskarta över området kring Hokaberg. Det gröna är Holmen Skogs markinnehav och det rosa är de 35,5 hektar som brändes 11 augusti 2020.

■ Gräns naturvårdsbränning



(c) Lantmäteriet

0 240 Meter
1:5 000

Figur 21. Detaljkarta över de två inventerade områdena i Hokaberg, bränt och obränt område. Den röda linjen är gränsen för naturvårdsbränningen som genomfördes 11 augusti 2020.

Bilaga 2

I denna bilaga redovisas kartor från den observerade mosippslokalen i Rullbo.

● Naturvårdsbränt område i Rullbo



0 5 10 20 Km

Skala: 1:400 000

© Lantmäteriet

Figur 22. Översiktskarta över området kring Rullbo. Det röda är området som brändes 21 maj 2019.

 Ungefärlig gräns för naturvårdsbränt område Rullbo



0 100 200 400 Meter
Skala: 1:5 000

Figur 23. Detaljkarta över det besökta området i Rullbo. Den röda linjen är den ungefärliga gränsen för naturvårdsbränningen som genomfördes 21 maj 2019.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2021:05 Författare: Louise Almén
Naturhälsokartan - Hälsöfrämjande naturområden i Väster- och Österbotten
- 2021:06 Författare: Lisa Lindberg
Trait variation of Lodgepole Pine – do populations differ in traits depending on if they are invasive or in their home range?
- 2021:07 Författare: David Falk
Drivers of topsoil saturated hydraulic conductivity in three contrasting landscapes in Kenya - Restoring soil hydraulic conductivity in degraded tropical landscapes
- 2021:08 Författare: Jon Nordström
En märr som hette Mor – De sista härjedalska hästkörarnas berättelser från tiden innan skogsbrukets mekanisering.
- 2021:09 Författare: Roberto Stelstra
Implementation of native tree species in Rwandan forest plantations – Recommendations for a sustainable sector
- 2021:10 Författare: Kazi Samiul Islam
Effects of warming on leaf – root carbon and nitrogen exchange of an ericaceous dwarf shrub.
- 2021:11 Författare: Ellika Hermansson
Ett riktigt hästarbete –skogsarbete med häst i sydvästra Sverige, förr, nu och i framtiden
- 2021:12 Författare: Fabian Balele
Wildfire dynamics, local people’s fire use and underlying factors for wildfires at Liwale
- 2021:13 Författare: Martina Lundkvist
Samband mellan ståndortsfaktorer, genetik och historiska skördedata från tall- och granfröplantager – krävs ökad precision vid val av lokaler för nyafröplantager?
- 2021:14 Författare: Maria Grånemo
“I stand here. I will not move” – Women in forestry in northern Sweden during the 20th century
- 2021:15 Författare: Tim Schacherl
Evaluating Drought Impacts on Ecosystem Water Use Efficiency of Three Different Boreal Forest Sites
- 2022:01 Författare: Alice Cosatti
The end of the timber frontier in northern Sweden – Early logging, natural forests and the frontier concept
- 2022:02 Författare: Pontus Nyqvist
Utvärdering av metod för att morfologiskt särskilja björkarterna *Betula pendula* och *Betula pubescens*
- 2022:03 Författare: Julia Nygårdh
Mosippans (*Pulsatilla vernalis* L.) reaktion på brandstörning
– En populationsstudie på en av Sveriges rikaste mosipplokaler