

Finns det några samband mellan skogsmarkens status och förekomsten av *Geranium bohemicum* på brandområden?

Is there any relationship between the status of the forest grounds and the presence of *Geranium bohemicum* on fire-sites?



Foto: Lotta Risberg

Amanda Löfdahl



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Amanda Löfdahl
Titel, Sv	Finns det några samband mellan skogsmarkens status och förekomsten av <i>Geranium bohemicum</i> på brandområden
Titel, Eng	Is there any relationship between the status of the forest grounds and the presence of <i>Geranium bohemicum</i> on fire-sites?
Nyckelord/ Keywords	Skogsbrand, brandgynnad art, utbredningsmönster, näringsrik mark Forest fire, fire-ephemeral species, spatial pattern, nutrient rich soil
Handledare/Supervisor	Anders Granström, Institutionen för skogens ekologi och skötsel/Department of forest ecology and management
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2016

FÖRORD

Detta kandidatarbete har skrivits under våren 2016 vid institutionen för Skogens ekologi och skötsel vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Arbetet är en del av jägmästarprogrammet och omfattar 15 högskolepoäng på C-nivå.

Jag vill tacka min handledare Anders Granström för kontinuerliga diskussioner och hjälp i processen att skriva detta kandidatarbete och jag vill tacka Anders Pettersson för kontinuerlig vägledning med GIS.

SAMMANFATTNING

Geranium bohemicum är en brandgynnad art som etablerar sig efter skogsbränder från en långlivad fröbank. Sent i juli år 2014 startade en brand i Västmanlands län som skulle komma att bli den största på mer än 100 år i Sverige. Trots stora ekonomiska förluster och förödelse gav branden värdefullt substrat för *G. bohemicum* att växa och frodas i. För att ta reda på hur *G. bohemicum*s utbredningsmönster ser ut och vad som kan ligga bakom krävs en kartläggning av *G. bohemicum* och en analys av skogsmarken. Min hypotes var att *G. bohemicum* förmodligen kräver mera näringsrik mark. Gran är normalt sett är det trädslag som förekommer på sådana marker vilket borde leda till en samvariation i deras utbredning.

Studien visade att *G. bohemicum*s distributionsmönster inte är ett resultat av slumpen. Det finns bakomliggande faktorer som spelar in på dess förekomst. Det visade sig att nävorna hade en tydlig dragning mot granmark framför tallmark. Granandelen var större i fyndplatslokalerna än generellt i området. Nävorna visade även en preferens för de lägre partierna i terrängen, företrädesvis sedimentmarker. Näringsrika jordar och blottad mineraljord är viktiga förutsättningar för att *G. bohemicum* ska börja gro. Hyggen visade sig spela mindre roll för nävans utbredning. Andelen fyndplatslokaler på hyggen var lika stor som andelen hyggen i mitt avgränsade område vilket inte var särskilt konstigt då hela området var jämntorr så skogsmark och hyggen brann lika bra.

Nyckelord: Skogsbrand, brandgynnad art, utbredningsmönster, näringsrik mark

SUMMARY

Geranium bohemicum is a fire prone species that establish after forest fires. In late July 2014 a forest fire started in Västmanlands County which would become the biggest fire in more than 100 year in Sweden. Even though huge losses and destruction the fire created valuable substrate for *G. bohemicum* to grow and thrive in. To find out how the spatial distribution of *G. bohemicum* is and what the underlying factors are mapping is required and an analysis of the forest ground. My hypothesis was that *G. bohemicum* most likely shows up on more nutrient rich soil and that spruce normally is the species that grow on such soils.

The study showed that the distribution of *G. bohemicum* is not random. There is underlying factors that has effect of their existence. That it should have a preference for spruce ground before pine ground is proved. The proportion spruce was a lot bigger in the provenance than in in general in the area. The geraniums showed a preference for the lower parts of the terrain. Preferably sediment grounds. Nutrient rich soils and bare mineral soils are important conditions for *G. bohemicum* to start grow. Clear-cuts didn't seem to play a big role for the distribution for *G. bohemicum*. The proportion clear-cuts in the proveniences was as big as in my defined area which was not unexpected because the hole area was dry and evenly burnt.

Keywords: Forest fire, fire prone species, distribution pattern, nutrient-rich soil

INLEDNING

Den 31 juli 2014 startade en brand utanför Sala kommun i Västmanlands län som skulle komma att bli den största branden på mer än 100 år i Sverige (Nilsson et. al 2014). Branden ledde till stora materiella förluster och drabbade ett stort antal skogsägare (Regeringen 2015). Totalt brann cirka 11 151 ha skogsmark (Nilsson et. al 2014).

Forskning har visat att bränder har varit den viktigaste återkommande störningen i boreala system sedan den senaste istiden (Wikars & Niklasson 2006). Skogsbränder skapar unika substrat och bidrar till förändrad artsammansättning och näringsdynamik hos ekosystemet. Det finns arter som anpassat sig speciellt till brandhärjade habitat, som är direkt beroende av brand för att det ger en förutsättning för fröna att gro. Svedjenävan, *Geranium bohemicum* är det mest kända exemplet i Sverige på en sådan art.

Efter skogsbränder ökar utbudet av näringsämnen som inorganiskt kväve (NO_3^- och NH_4^+) och solljus under några år. Det gynnar tidiga successionsarter som *G. bohemicum* som får tid för etablering och förökning. De styrande faktorerna som spelar in i hur branden kommer att påverka landskapet och *G. bohemicum*s utbredning är; intensitet, branddjup, brandintervall, brandstorlek och säsong (Risberg 2015). Intensiteteten definieras som energifrigörelsen i eldbandet och är korrelerad med hastigheten i dess förflyttning (Granström 2005). Intensiteten bestäms av bränsletillgången och kvalitén, fuktigheten i bränslet, markens lutning och vindhastigheten. Intensiteten i sig har inte någon större påverkan på *G. bohemicum*s förekomst utan mer på mortaliteten i trädskiktet. Desto större påverkan har branddjupet på nävans förekomst. Branddjupet bestäms av humuslagrets fuktighetsgrad, densitet och innehåll av mineraljord. Beroende på hur mycket av humuslagret som konsumeras i branden ger det olika förutsättningar för *G. bohemicum* att börja gro. Ju mer bortbränd humus och blottad mineraljord, desto större chans för nävorna att leta sig fram (Risberg & Granström 2012). Beroende på hur djupt det brinner kan värmen i marken därtill ha konsekvenser för *G. bohemicum*s uppväckelse eller död. Brandintervallet är tiden mellan två individuella bränder inom samma område. Intervallet har betydelse för om plantor som *G. bohemicum* med fröbank ska hinna reproducera sig eller om fröna hinner dö i marken innan nästa brand. Brandstorlek och intervall är viktigt för återväxt och fröspridning. Säsongen för när det brinner har också en stor påverkan på nävan. Det kan bli svårt för *G. bohemicum* att hinna reproducera sig efter en sen brand på året samtidigt som den utsätts för högre betetryck om branden är tidig. Det är stora skillnader i markens mikrobiella aktivitet under året och det har i sin tur påverkan på näringen i marken. Variation i fuktighet i skogen över säsongen kan ha effekt på intensitet och branddjup (Risberg 2015).

Naturliga bränder är en alltmer sällsynt störning i skogen. Numera förekommer nästan enbart antropogena bränder, det vill säga av människan startade bränder och då i mycket mindre omfattning. Historiskt sätt har människan startat bränder till förmån för svedjebruk, för att få odlingsbar mark och betesområde för sina kreatur (Wikars & Niklasson 2006). Det har man i princip slutat med helt nu sen människan började värdesätta timret mer än andra värden. Nuförtiden fortsätter man att bränna skogsmark men i mindre skala av miljö- och naturvårdsskäl.

Geranium bohemicum, tillhör familjen näveväxter, Geraniaceae, och är en årlig växt med långlivad fröbank (Risberg 2015). Den växer antingen som sommar- eller vinterårlig beroende på när på säsongen branden startade (Risberg & Granström 2009). *G. bohemicum* är klassad som en brandgynnad art här i Sverige och återfinns nästan uteslutande på brända marker. Dess frö är beklätt med ett skal som är ogenomsläppligt för vatten och som är

beroende av värme för groningen (Risberg 2015). Det krävs temperaturer på minst 50 °C för att skalet ska bli genomsläppligt för vatten och börja gro men inte högre än 100 °C för då dör fröet (Granström & Schimmel 1993). Fröet kan även börja gro vid mekanisk skada. Därför kan de ibland också förekomma på omrörd skogsmark, exempelvis på hyggen (Risberg 2015). *G. bohemicum* har en mycket kort spridningsdistans och återfinns oftast nära sina föräldraplantor, inom en radie av 6 m (Risberg, Granström 2012). Milberg (1994) har visat att fröet kan bevara sin livsduglighet i minst 129 år. På grund av dess beroende av eld och värme för groningen klassas *G. bohemicum* som en nära hotad art i dagens kontrollerade brandregim.

Den har sin blomningstid mellan juli och september (artdatabanken). *G. bohemicum*s utbredningsområde sträcker sig längs med östkusten av Sverige, från Blekinge till Ångermanland, in i södra Norge och södra Finland. I världen har den sin utbredning i Ryssland och Östeuropa, något enstaka i Mellaneuropa och ner till Medelhavet (Aedo et al. 2007; Hulten & Fries 1986).

Efter skogsbranden i Västmanland har det uppstått unika möjligheter att göra studier över ett stort sammanhängande brandområde. Som nämndes tidigare i inledningen förekommer bränder i denna skala ytters sällan numera. Botaniska föreningen i Västmanland gjorde under 2014-2015 en så gott som heltäckande inventering av *Geranium bohemicum* i brandområdet. Jag har kunnat ta del av dessa data för min undersökning. Med detta arbete ville jag ta reda på om det finns något samband mellan skogsmarkens status och förekomsten av *G. bohemicum*. Många faktorer kan spela in i plantornas förekomst. Därför ville jag analysera hur området såg ut innan det brann. Om plantornas uppträdande kan ha med markens bördighet att göra, trädslagsfördelningen eller huruvida det var hygge eller skog när området brann. Mina hypoteser: Det bör finnas ett högre antal plantor på mera näringsrik mark. Gran är normalt sett det trädslag som kräver mera näringsrik mark. Alltså borde den näringskrävande *G. bohemicum* gynnas att växa där. Ett öppet hygge får en högre solinstrålning vilket gör marken (humusen) torrare. Effekten blir då en djupare brand vilket borde resultera i bättre groningen för *G. bohemicum*.

MATERIAL OCH METODER

Brandområdet ligger i Västmanlands län. Innan branden bestod området till största del av skogsmark dominerad av tall. Totalt brann ca 12546 ha mark varav ca 11151 ha var klassad som skogsmark.

Utbredningsuppgifter för *Geranium bohemicum*

Strax efter branden anordnades en organiserad inventering av *G. bohemicum* av Botaniska Föreningen i Västmanlands län med Bengt Stridh som projektansvarig. Brandområdet delades in i rutor om 1x1 km och totalt blev det 175 rutor att inventera. Vid dessa inventeringar noterades bland annat koordinater, plantantalet, ålder/stadium, biotop, substrat samt vem som observerat dem. Noggrannheten sattes till ± 25 m och en ny koordinat togs om avståndet mellan två plantor var mer än 50 m. Fynden lades in i Artportalen strax efter inventeringstillfället. Jag har valt att avgränsa mig till den sydvästra delen av brandområdet på en ca 4400 ha stor yta. Där har jag fått bra och tillförlitligt dataunderlag. Området är välinventerat av kvalificerad personal. Fältobservationerna i min avgränsade del har till största del gjorts av Sören Larsson och Bengt Stridh strax efter branden 2014 till och med år 2015. Mina data hämtades från Artportalen och direkt från Sören Larsson. Plantantalet räknades vid inventeringarna. Fyndplatsen som varje koordinat anger är inom ± 25 m noggrannhet. Dubletter (plantor som kan ha blivit inventerade två gånger av två olika inventerare) togs bort för att inte skapa missvisande resultat. Koordinater var angivna i Sweref99, vårt nuvarande referenssystem.

Skogliga variabler

Frågeställningen har jag försök besvara genom att kombinera data från olika källor.

Laserskanningen för brandområdet är från 2011 för det skogliga grunddatat. Det kommer från Skogsstyrelsen. KNN-datat är från 2010 och är gjort på SLU.

Trädslag skattades med hjälp av kNN-data från 2010 från SLU.

Skoglig grunddata om skogen innan branden är laserskannat från brandområdet från 2011. Det kommer från Skogsstyrelsen och är producerat på SLU.

Hyggen skattades från provpunkter tagna före och efter branden från brandområdet av Björn Nilsson och Maud Tyboni på vid SLU (Nilsson et al 2014) som stereotolkat dessa punkter i infraröda bilder tagna före och efter branden. Med ett förband på 300 x 300m mellan punkterna blev det 2062 punkter totalt. Mitt avgränsade område omfattar 495 punkter.

Nävornas spridningsmönster, slump eller ej?

För att ta reda på om *G. bohemicum* hade ett slumpartat spridningsmönster eller ej utfördes en High/Low clustering analysis i GIS. Denna undersökte nollhypotesen att plantornas distributionsmönster är ett resultat av slumpen. Z-värdet och p-värdet är mått på statistisk signifikans som avgör om nollhypotesen kan förkastas eller ej. Ju högre (eller lägre) z-värde desto större sannolikhet för kluster inom studieområdet.

Trädslagets samband med nävornas förekomst

Plantobservationerna fördes in i GIS för att kartläggas var någonstans dessa plantor påträffats. För att bringa klarhet i om *G. bohemicum* hade några speciella preferenser för växtplats gjordes en koppling mellan kNN-datat och förekomsten av *G. bohemicum*. I GIS buffrades ett område på 10 meters radie runt varje fyndplats och trädslagsfördelningen analyserades i de buffrade områdena. Endast lokaler med trädhöjd $\geq 1,3$ m ingick i lokalerna.

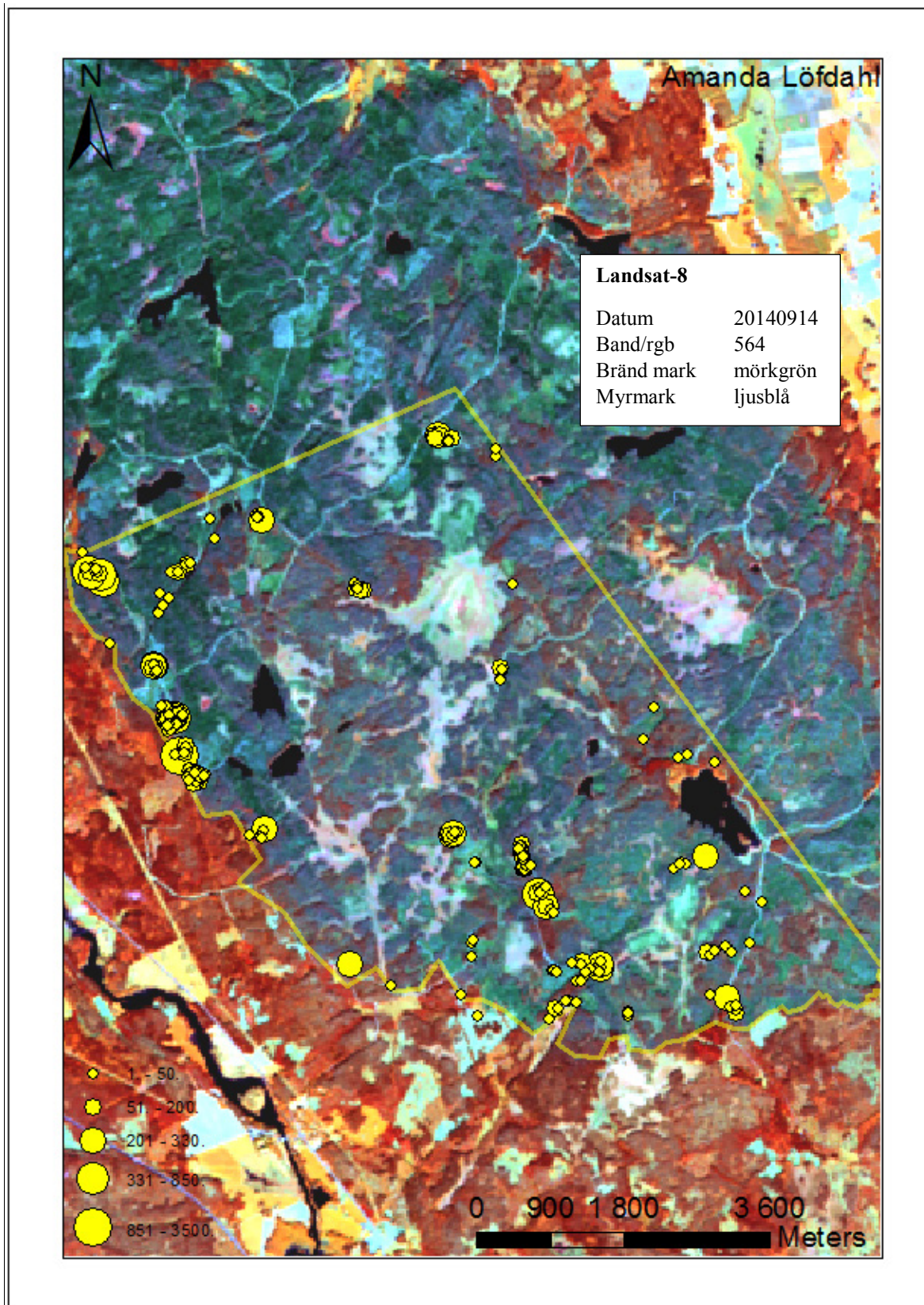
Hyggens påverkan på nävornas förekomst

Plantor som påträffades på hyggen viktades mot den totala arean hyggen som fanns inom det avgränsade området för att se om *G. bohemicum* hade någon preferens för hyggen framför skog.

Ortofotona i IR använde jag som bakgrund till plantinformationen i GIS-systemet. På det sättet kunde jag titta på vad för typ av skog det var som växte där innan det brann och vad det var för typ av mark.

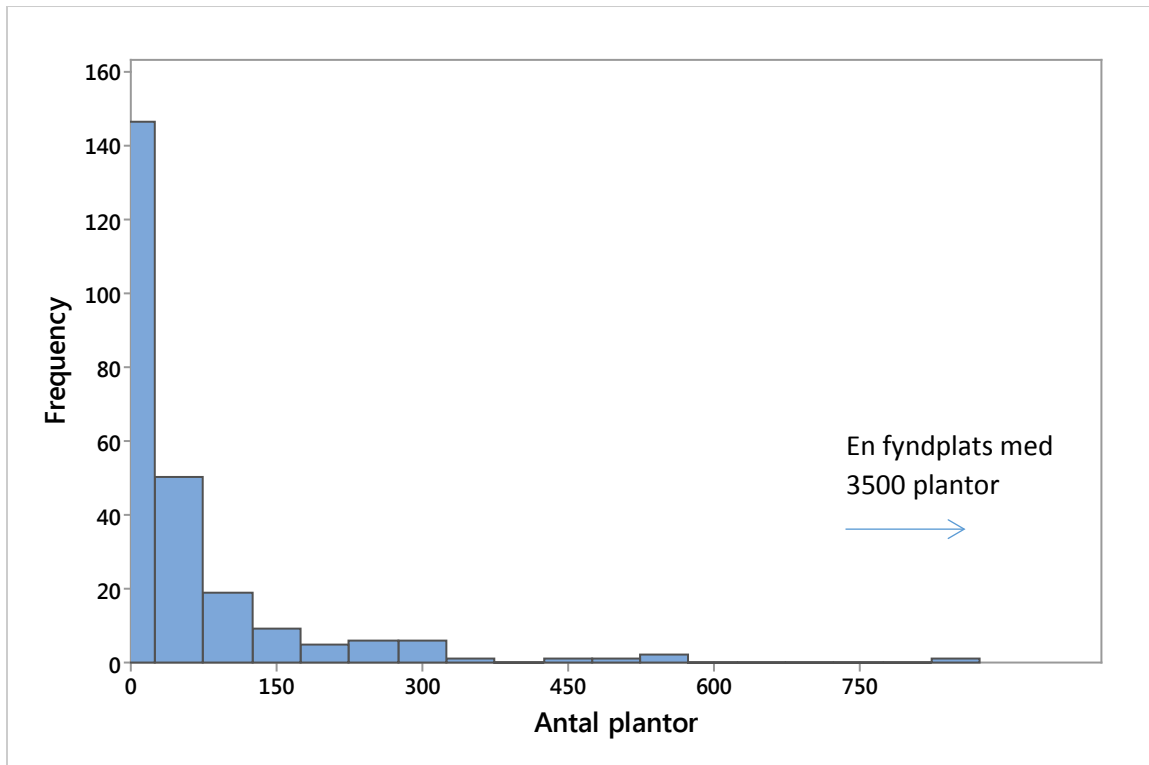
RESULTAT

Utbredningsmönstret för de 240 lokalerna med *G. bohemicum* var högst oregelbundet. Den första anblicken ger ett intryck av att populationerna är samlade i kluster och i första hand i de lägre belägna terrängavsnitten (*Fig. 1*). Detta bekräftades av analysen som visade att det är mindre än 1 % sannolikhet att distributionsmönstret av *G. bohemicum* är ett resultat av slumpen (*Bilaga 1*). Plantornas z-värde var 2,63 och p-värdet 0,0085. Det är ett högt z-värde i kombination med ett lågt p-värde och betyder att nollhypotesen (att plantornas distributionsmönster är ett resultat av slumpen) kan förkastas. Flest plantor växte i kluster om mellan 1 och 100 stycken. En fyndplats hade uppemot 3500 plantor (*Fig 2*)!

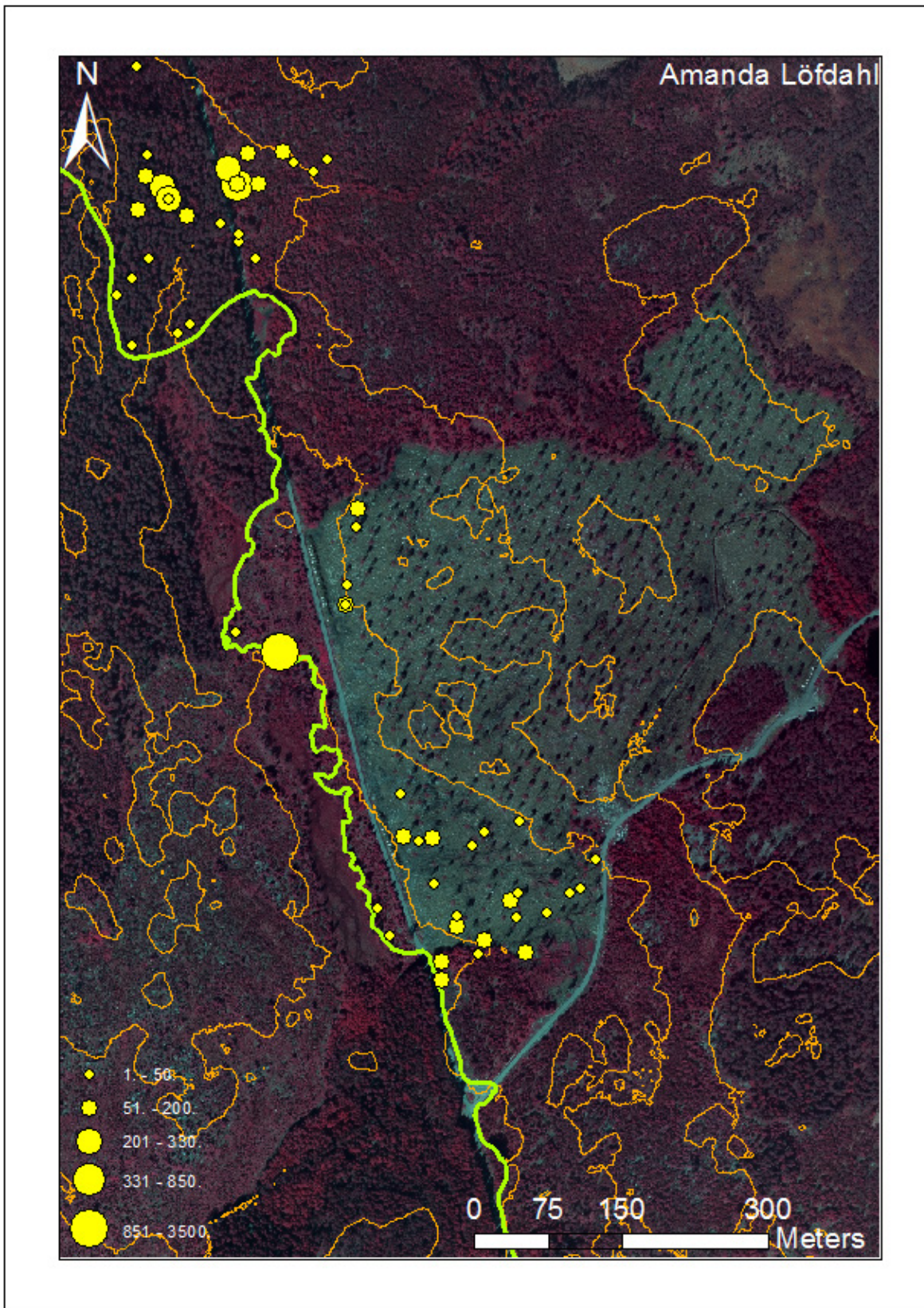


Figur 1. Fynd av *G. bohemicum* inom den avgränsade södra delen av brandområdet sommaren 2015. Gula prickar betecknar fyndplatser för *G. bohemicum* och storleken plantantalet för en fyndplats. Gul linje betecknar det avgränsade undersökningsområdet.

Figure 1. Observations of *G. bohemicum* over the delimited southern part of the fire area in the summer of 2015. A yellow dot denotes sites with *G. bohemicum* and the size indicate the number of plants. Yellow line denotes the investigated area.



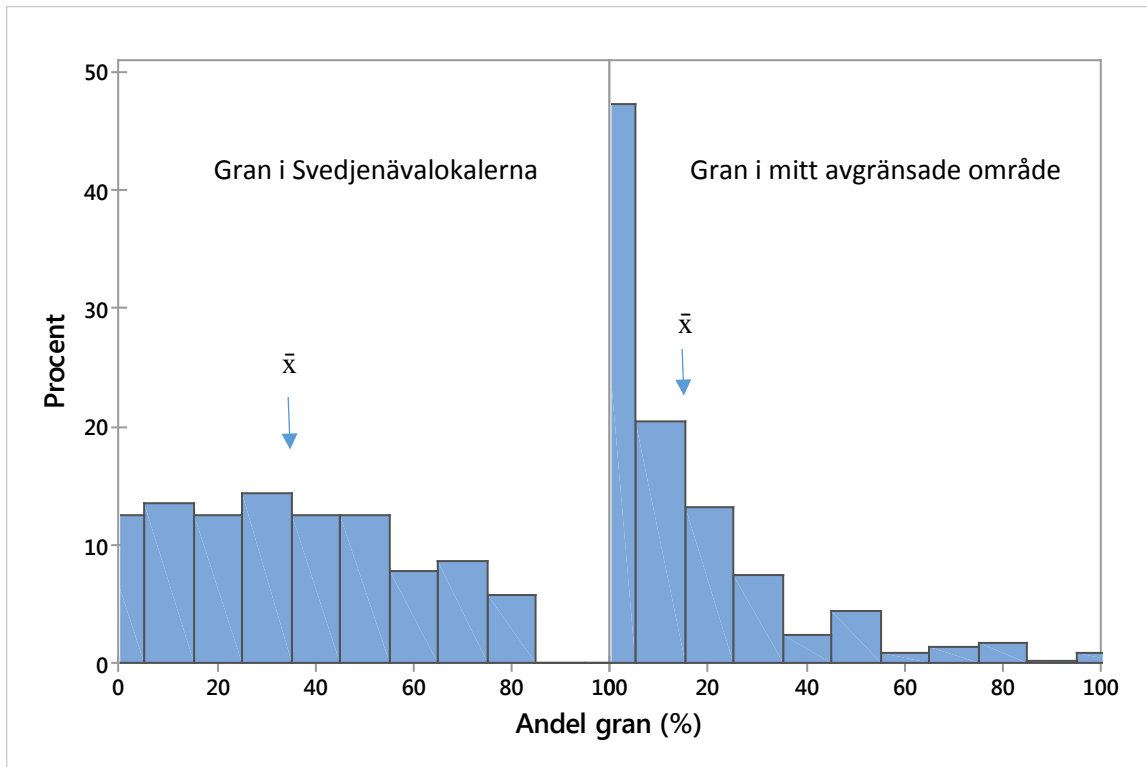
Figur 2. Frekvensfördelningen för antalet plantor inom de 240 fyndplatserna för *G. bohemicum*.
Figure 2. Frequency distribution for the number of plants for the 240 localities with *G.*



Figur 3. Fynd av *G. bohemicum* inom en del av brandområdet nära västra gränsen. Gula prickar betecknar *G. bohemicum* och storleken plantantalet för fyndplatsen. Den ljusgröna linjen visar brandgränsen och de smala orangea linjerna visar höjdkurvor med ekvidistansen 5 m.

Figure 3. Observations of *G. bohemicum* on one part of the fire-area close to the western border. Yellow dots denote *G. bohemicum* and their size the plant numbers. The light green line denote the border of the burnt area and the thinner orange lines shows contours with the equidistance 5 m.

Mitt avgränsade undersökningsområde bestod av talldominerad skog och endast 14 % gran. Cirka 34 % av fyndplatserna visade sig dock på grandominerad mark (Fig. 4). Det var alltså en oproportionerligt stor granandel i fyndplatslokalerna jämfört med hela mitt avgränsade område.



Figur 4. Frekvensfördelning av andelen gran i Svedjenävalokalerna (vänstra histogrammet) respektive andelen gran i mitt avgränsade undersökningsområde (högra histogrammet). Medelvärdet andel gran indikeras av \bar{x} .

Figure 4. The proportion spruce in *G. bohemicum* plots (the left histogram) and the proportion spruce in my defined survey area (the right histogram). The mean proportion spruce indicates by \bar{x} .

DISKUSSION

Resultaten visade att *G. bohemicum* hade en mycket oregelbunden utbredning över brandområdet. Populationerna var samlade i kluster vitt spridda över markerna. Dessutom fanns en viss samvarians mellan granens förekomst och trädslagssammansättningen. Inte helt oberoende var nävorna av vilket trädslag som vuxit där innan branden.

Enligt klusteranalysen i Arc Gis var distributionsmönstret hos *G. bohemicum* inte ett resultat av slumpen. Med ett z-värde på 2,63 och ett p-värde på 0,0085 är det osannolikt att det observerade mönstret av *G. bohemicum* är ett resultat av slumpen. Det finns alltså bakomliggande faktorer till att *G. bohemicum* växer där de växer.

Ingenting i min undersökning visade på att *G. bohemicum* skulle ha någon särskild preferens för hyggen. Cirka 29 % av fyndplatserna återfanns på hyggesmark när hela mitt provområde bestod av 26 % hyggen. Risberg & Granström (2014) visade på att det kan ha att göra med en långvarig torka innan branden och därför torrt i humusen både på hyggen och i skog. Humusen var alltså torr att det blev ett stort bränn djup även i slutet skog. Om det var ett hygge tidigare eller ej på växtplatsen spelade därför ingen roll för nävornas förekomst i detta fall. Fröna grodde oavsett hygge eller skog.

Däremot var granandelen mycket större i fyndplatslokalerna än i mitt avgränsade område. *G. bohemicum* hade en tydlig dragning mot granmarkerna. 34 % av fyndplatserna visade sig på granmark när endast 14 % av mitt avgränsade område bestod utav granmark. *G. bohemicum* är mycket näringskrävande (Risberg & Granström 2009) och granmark är mera näringsrik än tallmark, därför borde nävorna ha bättre förutsättningar att gro där. Det kan vara en av anledningarna till att den näringskrävande nävan var mer förekommande på granmark. Andelen gran är dock bara en grov indikator för markens näringsstatus. Plantering av tall kan också förekomma på näringsrika marker.

Mina data visade att antalet plantor i de olika fyndplatserna normalt höll sig mellan 1 och 100 stycken. *G. bohemicum* verkade ha en något större preferens för de lägre partierna i terrängen än de högre. ¹Magnusson säger att hela brännan ligger under höga kustlinjen vilket innebär att markerna till största del består av svallad morän och sediment i nedre delar och sluttningar. En jords egenskaper är kopplade till kornstorlek och generellt tyder mindre kornstorlekar på högre näring. Till exempel var spridningen av plantorna koncentrerade till ena hörnet av hygget (Fig. 3) trots att hygget i sig var väldigt homogent. Hygget sluttade mot vägen och man kunde tydligt se att plantorna föredragit de lägre partierna av terrängen.

Plantornas klusterlika mönster kan ha många specifika anledningar. *G. bohemicum* är en fröbanksart som kommer upp på samma ställen flera generationer i följd (Risberg 2015). Fröet har en kort spridningsdistans från sina föräldraplantor, normalt inte mer än 6 m (Risberg, Granström 2012). Men vilka var förutsättningarna som gjorde att *G. bohemicum* gynnades att växa där från början? Den kräver som sagt upphettning och blottad mineraljord för att gro. Plantan är beroende av näring för att producera frön. Näringsrik jord bör alltså i det långa loppet underhålla en stor fröproduktion och leda till en stor fröbank i marken.

Den rika förekomsten av *G. bohemicum* visar tydligt att detta är ett högfrekvent brandpräglat område. Mats Niklasson (2011) har gjort omfattande undersökningar av brandhistoriken i

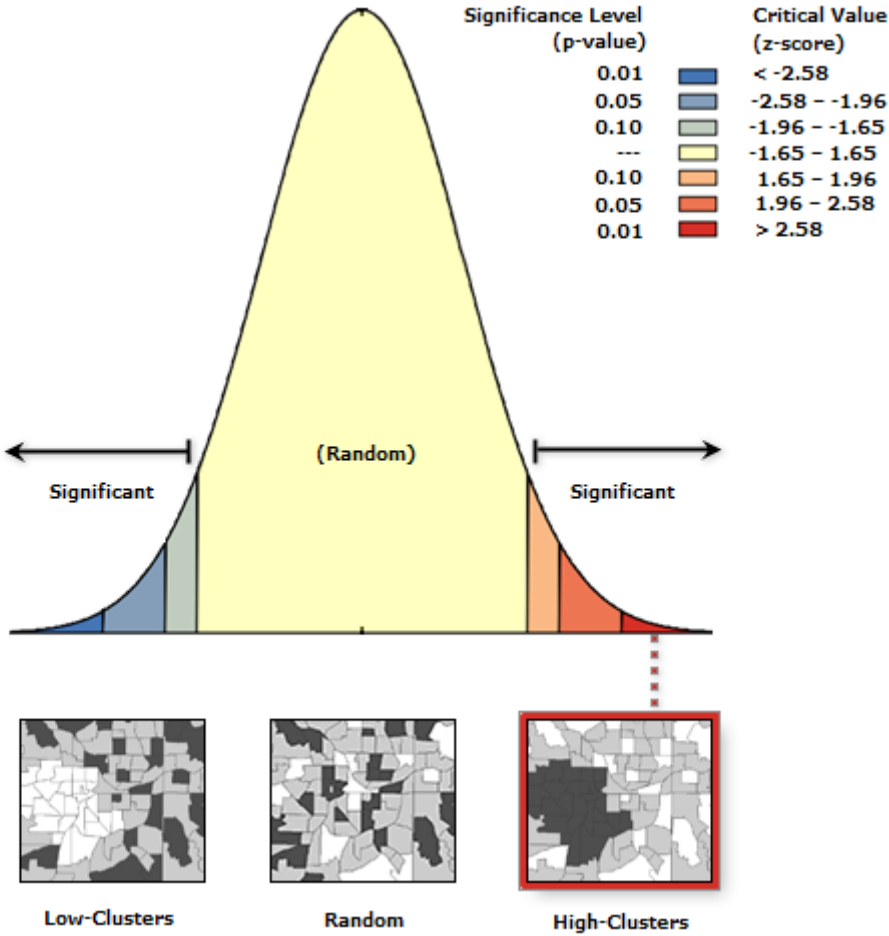
¹ Tord Magnusson universitetslektor, Sveriges Lantbruksuniversitet 2016-04-01

sydöstra Sverige. Vanligen har brandintervall legat kring 30 – 50 år långt in på 1800-talet. Allt talar för att även detta skogsområde måste ha brunnit flera gånger med korta intervaller. Har en population väl fått etablera sig på en näringsrik mark med bra förhållanden finns goda möjligheter för fortsatt stor fröproduktion och förekomst. Om fröna däremot har hamnat på en mindre näringsrik mark är risken stor att plantan inte släpper så många frön, att hälften blir uppätta av någon gnagare eller att något annat oförutsägbart händer som slår ut populationen på det stället. Det är alltså inga tillfälligheter som styr *G. bohemicum*s förekomst på brandområden utan både markförhållandena och brandhistoriken spelar en avgörande roll.

REFERENSER

- Aedo, C., Garcia, M.A., Aldasoro, J.J. & Navarro, C. (2007). Taxonomic revision of *Geranium* subsect. *Mediterranea* (Geraniaceae). *Systematic Botany* 32(1):93-128
- Anon. 2015. Regeringen. Rapport från Skogsbrandsutredningen. Beskrivning och utvärdering av den operativa insatsen och övrigt arbete som har bedrivits av de berörda aktörerna i samband med skogsbranden i Västmanlands län. [Online] Tillgänglig: <http://www.regeringen.se/rapporter/2015/03/rapport-fran-skogsbrandsutredningen/> [2016-03-09]
- Enoksson, P. (2011). Naturliga skogsbränder I Sverige – Spatiala mönster och samband med markens uttorkning. (MSc thesis. Projekt Eldskäl. Länsstyrelsens meddelandeserie 2011:15.
- Granström, A. (2005). Skogsbrand. Brandbeteende och tolkning av brandriskindex [Online] Tillgänglig: <http://www.msb.se> [2016-03-06]
- Granström, A., Schimmel, J. (1993). Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia*. 94(3):307-313
- Hultén, E. & Fries, M. (1986). Atlas of the North European vascular plants north of the tropic of Cancer. Königstein: Koeltz scientific books; 2.
- Milberg, P. (1994). Germination of up to 129-year old, dry-stored seeds of *Geranium bohemicum* (Geraniaceae). *Nordic Journal of Botany* 4(1):27-29
- Niklasson, M., Skogssällskapet. (2011). Brandhistorik i sydöstra Sverige. Länsstyrelsens meddelandeserie 2011:14
- Nilsson, B., Tyboni, M., Pettersson, A., Granström, A. och Olsson, H. (2014). Punktgittertolkning av brandområdet i Västmanland. SLU Umeå.
- Risberg, L., Granström, A. (2009). The effect of timing of forest fire on phenology and seed production in the fire-dependent herbs *Geranium bohemicum* and *G. lanuginosum* in Sweden. *Forest ecology and management* 257(8):1725-1731.
- Risberg, L., Granström, A. (2012). Seed dynamics of two fire-dependent *Geranium* species in the boreal forest of southeastern Sweden. *Botany* 90(9):794-805.
- Risberg, L., Granström, A. (2014). Exploiting a window in time. Fate of recruiting populations of two rare fire-dependent *Geranium* species after forest fire. *Plant ecology* 215(69):613-624
- Risberg, L. (2015). Ecology of the fire-dependent forest herbs *Geranium bohemicum* and *G. lanuginosum* in Sweden. Faculty of forest sciences, s. 3. SLU Repro. Uppsala.
- Schimmel, J., Granström, A. (1996). Fire severity and vegetation response in the boreal Swedish forest. *Ecology* 77(5):1436-1450.
- Thor, G. 1984. Rev. Milberg, P. (1996). ©ArtDatabanken, SLU 2006. [Online] Tillgänglig: <http://artfakta.artdatabanken.se/taxon/706> [2016-03-06]
- Wikars, L-O., Niklasson, M. (2006). Behovet av brand i skogen [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se> [2016-03-01]

Bilaga 1.



Given the z-score of 2.63 and the p-value of 0, 0085, there is a less than 1% likelihood that this high-clustered pattern could be the result of random chance