



Wildland urban interface i Sverige

- En studie om brand i bebyggda skogslandskap med Salabranden som exempel

Wildland urban interface in Sweden

-A study about wildland urban interface with the fire in Sala as an example



Foto: Anders Granström

Johanna Schroeder & Lisa Wennerlund

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs:EX0592 Nivå:G2E

Handledare: Anders Granström, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Johanna Schroeder & Lisa Wennerlund
Titel, Sv	Wildland urban interface i Sverige – En studie om brand i bebyggda skogslandskap med Salabranden som exempel
Titel, Eng	<i>Wildland urban interface in Sweden – A study about wildland urban interface with the fire in Sala as an example</i>
Nyckelord/ Keywords	Branden i Västmanland, förebyggande åtgärd, , vegetation, konstruktion, skogsbrand, antändning / <i>The wildfire in Västmanland, preventive measure, vegetation, construction, forest fire, ignition</i>
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

Antalet skogsbränder i Sverige är idag relativt få men med ett varmare klimat kan frekvensen komma att öka i södra delen av landet. Detta innebär att många byggnader i skogsbebyggda landskap riskerar att skadas vilket är vanligt i andra delar av världen. Denna studie baseras på material från Salabranden 2014 och har som syfte att kartlägga de nyckelfaktorer som var avgörande för om konstruktioner skadades eller inte. Denna studie är den första som behandlar frågan för svenska förhållanden.

Ett stort tack går till vår handledare Anders Granström som hjälpt oss under hela arbetet med material och kunskap och som har väglett oss genom studien.

SAMMANFATTNING

Skogsbränder har historiskt sett varit ett naturligt inslag i den svenska naturen men idag är de starkt kontrollerade. Branden i Sala år 2014 är den största branden i Sverige i modern tid och orsakade stor materiell skada och mänskligt lidande. Wildland urban interface, det vill säga kontaktzonen mellan bebyggelse och brännbar natur, är ett stort problem i framför allt Nordamerika och Australien. Tidigare forskning kring detta för fram flera nyckelfaktorer till varför vissa konstruktioner löper större risk än andra att antändas. I denna studie har ett antal objekt studerats för att kartlägga nyckelfaktorer som kan förklara varför konstruktioner skadades eller inte vid Salabranden. Studien har baserats på en visuell analys med hjälp av flygbilder från Lantmäteriet, foton tagna av Försvarmakten dagarna efter branden samt Skogsstyrelsens karttjänst ”brandkartan”. Samtliga studerade objekt hade mycket nära till omgivande skog och merparten hade naturliga spridningshinder i brandens spridningsriktning. Den mest avgörande faktorn för om en konstruktion skadades av branden var om en gräsmatta fanns intill byggnadens fasad. Om gräsmattan var skött runt hela byggnaden var det endast i enstaka fall som konstruktionen skadades. Förebyggande bevattning visade sig också vara ett effektivt sätt att undvika skador på byggnaden. Byggnadernas material var däremot inte avgörande för utfallet. Studien är den första av sitt slag i Skandinavien och kan ge en inblick i hur områden med liknande förhållanden som de i brandområdet i Västmanland kan komma att påverkas av skogsbränder, samt vilka förebyggande åtgärder som kan vidtas.

Nyckelord: Branden i Västmanland, förebyggande åtgärd, vegetation, konstruktion, skogsbrand, antändning

SUMMARY

Forest fires have historically been a natural disturbance in Sweden but today they're strictly controlled. A forest fire in Sala 2014 was the largest forest fire in Sweden in modern time and caused great material damage and human suffering. The burnt area covered 14 000 ha and 71 buildings were destroyed. Wildland urban interface, where settlements intermix with wildland fuel, is a serious problem that applies to North America and Australia in particular. Earlier research displays many key factors determining whether some constructions are more ignitable than others. In this study a number of buildings have been studied to survey key factors on damaged and undamaged constructions during the forest fire in Sala. The study is based on a visual analysis of aerial photos from Lantmäteriet, photos taken by the Swedish armed forces shortly after the fire and the Swedish forest agencies map service "brandkartan". All objects that have been studied are closely located to forest. The main factor determining the outcome for the construction was if a lawn was present close to the facade. Few constructions were damaged if a managed lawn surrounded the construction. Irrigation was also shown to be an effective way to avoid damage on the building. The type of building material was by contrast not a determining factor regarding the outcome. This study is the first of its kind in Scandinavia and can give an insight into how forest fires can affect areas with similar environment as the fire area in Västmanland and how to prevent damage to constructions.

Key words: The wildfire in Västmanland, preventive measure, vegetation, construction, forest fire, ignition

1. INLEDNING

1.1 Wildland urban interface

Wildland urban interface (WUI) är ett begrepp som används i Nordamerika och definieras av USDA och USDI¹ som "the urban wildland interface community exists where humans and their development meet or intermix with wildland fuel" (USDA och USDI, 2001). I flera länder, exempelvis USA, Australien och länder kring medelhavet, riskerar samhällen att ta skada av bränder i dessa områden (Mell m.fl., 2010). Exempel på förödande bränder är i Colorado Springs där det år 2012 och 2013 förstördes 507 respektive 346 bostäder. I Australien förstördes fler än 2000 bostäder år 2009 (Haas m.fl., 2013). Den årliga kostnaden för att bekämpa bränder i USA är i snitt en miljard USD (Liang m.fl., 2008). Mellan år 2000 och 2005 var arealen som brann i USA varje år ca 70 % större än nivån på 1990-talet (GAO 2007). Risken för att samhällen skadas av bränder har ökat i takt med att människor väljer att bosätta sig närmare naturen (Charis m.fl., 2016).

Urbaniseringen bidrar också till att skogslandskap bebyggs. Inom områden som klassas som WUI beräknas antändningar vara dubbelt så vanliga som i övriga områden. Antändningen sker oftast i samhällen där ingen skogsvegetation finns men bränderna sprids vanligtvis till skogen intill samhällena och klassas därför som skogsbrand (Chas-Amil m.fl., 2013). Både vegetation och strukturer i form av byggnader bidrar till spridning av bränder som kan ha både naturliga och antropogena orsaker, som exempelvis blixtnedslag och lägereldar (Mell m.fl., 2010). När det väl börjat brinna i konstruktioner är det framförallt dessa som sprider elden i form av flygande glödande partiklar och genom värmestrålning (Cohen, 1995). Ju högre intensitet branden har desto mer värmestrålning avges (Águeda m.fl., 2010) och desto mer vegetation brinner (Bond m.fl., 1984). Väderförhållanden har stor inverkan på spridningen av bränder och de faktorer som påverkar mest är vindhastighet och fuktighet i både mark och vegetation (Baeza m.fl., 2002).

1.2 Strukturer hos byggnader som påverkar utfallet av bränder

Utöver flygande glödande partiklar och värmestrålning är strukturer, som exempelvis takmaterial och ventiler, hos byggnader centrala för om de antänds eller inte (Mell m.fl., 2010). Branden i Lake Tahoe 2007 är ett exempel där många hus brann ned på grund av att inga brandförebyggande åtgärder, som exempelvis gallring och bortförsel av död ved, vidtagits (Murphy m.fl., 2007).

1.2.1 Tak

Under bränder är taket den del av huset som är mest utsatt för glödande partiklar som transporteras med vinden, då ytan är relativt stor och horisontell. Taken kan behandlas för att minska risken för skador. Icke nedbrytbara material anses vara säkrare än nedbrytbara material som exempelvis trä. Gröna tak ger ett bra skydd så länge vegetationen har hög fukthalt. Organiskt material som fastnar på tak och i hängrännor utgör en särskilt stor risk vid brand och det är därför viktigt att hålla dessa fria. Anledningen till att hängrännorna bör rensas är att skräpet kan antända taket eller ramla ned på marken och där antända vegetation

¹ United States Department of Agriculture (USDA) och United States Department of the Interior (USDI)

nära huset. Det är också viktigt att undvika lättantändligt material under taket som exempelvis fågelbon, varför täta tak och väggar bör eftersträvas. Genom att undvika långt utstickande tak kan risken för antändning minska då flammor från vegetation därunder annars kan nå takfoten (Quarles m.fl., 2010).

1.2.2 Fönster, dörrar och ventiler

Fönster kan vara en avgörande faktor för antändning av byggnader. Glödande partiklar kan komma in i byggnaden om fönstret är öppet eller om glaset krossas och lätt antända byggnaden inifrån. Det är den höga temperaturen från elden som kan göra att glaset går sönder genom att sprickor bildas (County of Los Angeles Fire Department, 2009). Fler sprickor bildas ju större fönstret är och mindre fönster är därför att föredra (Quarles m.fl., 2010). Öppna dörrar kan också vara en avgörande faktor för antändning av byggnader då glödande partiklar kan nå in till byggnaden (County of Los Angeles Fire Department, 2009).

Antändning via ventiler till vindsutrymmen och krypgrunder förekommer. Det är mindre förekommande via krypgrunder eftersom det är större sannolikhet att det där saknas bränsle för de glödande partiklarna (Quarles m.fl., 2010).

1.2.3 Däck

Risken för antändning av däck är störst om de består av nedbrytbart material som exempelvis trä. Genom att undvika organisk material i anslutning till däck, framförallt ovanpå och under, kan risken för brand minska. Då skräp lätt kan samlas under däck är en effektiv åtgärd att bygga igen utrymmet undertill. Om däck antänds kan detta leda till att huset exponeras för elden och på så sätt också blir antänt (Quarles m.fl., 2010).

1.2.4 Väggar

Nedbrytbart material som exempelvis trä löper större risk att antändas än icke nedbrytbart och om väggar består av det förstnämnda kan det utgöra en fara för byggnaden (County of Los Angeles Fire Department, 2009). Antändning kan dels ske genom att väggen sprider elden uppåt till mer utsatta delar som exempelvis fönster eller genom att sprida elden till insidan av väggen. För att minska risken för antändning kan området kring byggnaden hållas fritt från vegetation och övrigt organiskt material. Det finns även flera olika behandlingar av väggar för att minska risken för antändning (Quarles m.fl., 2010).

1.3 Strukturer i landskapet som påverkar utfallet av bränder

1.3.1 Vegetation

Skötsel av vegetation intill byggnader är en viktig faktor för att minska risken för brandskador, varvid 40 meters avstånd kan ses som en riktlinje (Cohen, 2000). Röjning och gallring är vanliga skötselåtgärder för att minska mängden bränsle i landskapet (White & Zipperer, 2010). Exempel på övriga åtgärder är kontrollerade bränder och användning av herbicider. Dessa åtgärder, liksom röjning och gallring, kan vara kostsamma och ha en negativ inverkan på den lokala artsammansättningen. Kontrollerade bränder kan dessutom orsaka rökutveckling som kan uppfattas negativt. Ett exempel på bränslereducerande skötsel som inte har dessa negativa effekter är bete med boskap (Bruegger m.fl., 2016). För att

minska risken för brandskador på konstruktioner bör bränslet reduceras nära byggnader (White & Zipperer, 2010). Gibbons m.fl. (2012) visade att om ursprunglig vegetation inom 40 m från byggnaden ersattes med planterat material förstördes 38 % färre hus än om dessa åtgärder inte gjorts. Studien visade också att om träd och buskar var mer än 100 meter från huset minskade risken för brandskador med 26 % jämfört med om träd och buskar fanns precis intill huset. Vid brand kan planterad vegetation som är tänkt att fungera som bland annat insynsskydd och ge ökad trivsel istället leda till allvarliga skador på huset. Det är därför viktigt att välja arter med omsorg och sköta dessa (White & Zipperer, 2010). Exempel på arter som anses vara bra ur brandsynpunkt är *Prunus spp. L.*, *Populus spp. L.* och *Fraxinus spp. L.* medan mindre bra alternativ är *Larix spp. M.*, *Thuja spp. L.*, *Picea spp. M.* och *Abies spp. M.* (Lubin & Shelly, 1997). Det går dock inte att förlita sig helt på att vissa arter är bättre än andra för att skydda huset från brand då all vegetation kan brinna om förhållandena är rätt. Samma art kan även anpassa sig till den specifika miljön inom en viss region. Detta innebär att en växt som anses vara lämplig ur brandsynpunkt för en plats inte behöver vara det överallt. Hur stor sannolikhet en växt har att antändas beror delvis på den fysiska strukturen, som exempelvis storlek på grenar och blad och andel döda växtdelar, samt fysiologiska faktorer som exempelvis fukthalt och näringsinnehåll. Ju högre fukthalt desto mindre lättantändlig blir vegetationen. Liten yta på bladen i förhållande till volymen är också att föredra (White & Zipperer, 2010).

Väder är en viktig faktor för om bränder startar och sprids eller inte. Med förändrade temperaturer och mängd nederbörd kan frekvensen av bränder (Fox m.fl., 2015) och vegetationens sammansättning komma att ändras i takt med att klimatet förändras. Detta innebär att risken för bränder kan påverkas indirekt (Liu m.fl., 2014). Troligtvis kommer det på det stora hela ske en ökning av skogsbränder med ett varmare klimat (Lidskog & Sjödin, 2015). I Sverige förväntas södra delarna av landet att drabbas av en ökad frekvens av bränder, medan norra Sverige sannolikt inte får detta problem på grund av en ökad nederbördsmängd (Yang, m.fl., 2015).

1.3.2 Naturliga strukturer som ökar eller hindrar spridning

Spridning av bränder kan hindras naturligt i landskapet av exempelvis vattendrag, sjöar, myr- (Niklasson & Granström, 2000) och hållmark (Bergeron, 1991). Till skillnad från de övriga hindren varierar myrars förmåga att fungera som en brandbarriär då vattentillståndet är dynamiskt. Det är endast då myrytan är fuktig som den eventuellt fungerar som ett skydd (Hellberg m.fl., 2004). Vägar kan också fungera som hinder (Massada m.fl., 2011). Topografin är en viktig faktor för spridningens omfattning. Rothermel (1983) visar att om elden rör sig i starkt motlut ökar spridningshastigheten jämfört med flackare partier. Anledningen till den ökade spridningen är konvektion och strålning från elden som kan värma upp bränslet och på så sätt underlätta spridningen (Agee, 1996).

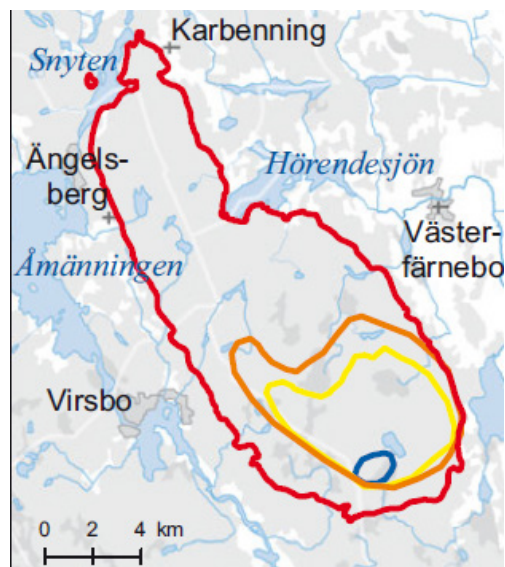
1.4 Bränder i Sverige

I Sverige har skogsbränder varit ett viktigt fenomen som påverkat ekosystemen. Idag brinner det i medeltal mindre än 0,01 % årligen, vilket är en mycket liten areal historiskt sett (Granström, 2001). Detta beror delvis på att vägnätet är så omfattande, vilket underlättar släckningsarbetet (Stocks m.fl., 2008), och att brandförsvaret är väl utbyggt. Biodiversiteten kan påverkas negativt då branden som störningsmekanism har minskat kraftigt (Granström, 2001). Drobyshev m.fl. (2012) visar på skillnader i bränder i norra respektive södra Sverige

mellan 1996-2008. Gemensamt är att det brinner mest på våren, men störst areal brinner i augusti i norra Sverige och under våren i södra Sverige. Sverige är relativt förskonat från bränder jämfört med andra länder som exempelvis USA, Kanada och Ryssland (Stocks m.fl., 2008). Det har dock inträffat några större bränder som exempelvis branden i Bodträskfors 2006 där 1 900 ha brann (Anonym, 2016) och branden i Sala 2014 där 14 000 ha brann (Gustavsson, 2014).

1.5 Salabranden

Torsdagen den 31 juli 2014 startade en skogsbrand vid Seglingsberg i Västmanland som kom att bli Sveriges största i modern tid. Väderförhållandena var gynnsamma för branden då det var varmt, torrt och blåsigt. Det var en gnista från en markberedare som startade branden och föraren larmade SOS. Utryckningen försenades på grund av en felkörning då kartorna inte var uppdaterade och branden fortsatte att sprida sig. På grund av kraftig rökutveckling planerades evakuering av några fastigheter under fredagen. Branden fortsatte att sprida sig under helgen och på söndagen uppgick brandområdets areal till omkring 3 000 ha. Under måndagen var väderförhållandena extremt gynnsamma med låg luftfuktighet och stark vind. Elden spreds så snabbt att brandområdet hade utvecklats till 14 000 ha under dagen. Detta innebar att en evakuering av 1 000 personer från Västervåla, Gammelby och Ängelsberg genomfördes, samtidigt som invånarna i samhället Norberg förberedde sig för att lämna sina hem. Samhällena låg utanför brandområdet och evakueringen skedde först efter att branden dragit förbi. Alla hann inte förbereda sig utan överraskades av skogsbranden och tvingades därmed lämna hemmet genast. Bekämpningen av branden genomfördes av bland annat räddningstjänst, hemvärnet och volontärer. Från luften vattenbombades området av helikoptrar. När branden nådde sjön Snyten under måndagskvällen lyckades elden sprida sig över sjön trots det naturliga hindret. Branden hann antända en fastighet och skog på andra sidan sjön (figur 1).



Figur 1. Karta över brandförloppet 31 juli (blå), eftermiddag 3 aug (gul), lunchtid 4 aug (orange) samt kväll 4 aug (röd) för Salabranden 2014

Figure 1. Map over the fire spread Jul 31th (blue), afternoon Aug 3rd (yellow), noon Aug 4th (orange) and evening Aug 4th (red) for the forest fire in Sala 2014

(Källa: Brandområdets storlek vid olika tidpunkter (Gustavsson, 2014) © Länsstyrelsen Västmanland)

Den 5 augusti blev vädret ogynnsamt för spridningen av branden då vinden var svag och luftfuktigheten hög. Dessutom ökade insatserna vilket i kombination med regn den 6 augusti begränsade brandens framfart. Släckningsarbetet fortsatte och regn den 11 augusti gjorde att branden ansågs vara kontrollerad och en månad senare avslutades insatsen officiellt. Totalt brann ca 14 000 ha och 71 byggnader förstördes helt eller till viss del. Av de skadade byggnaderna var en fastighet ett permanentboende, 11 st fritidshus, 32 st ekonomibyggnader, 15 st obebodda hus, 10 st övriga byggnader (exempelvis utedass) och 2 st industri- eller företagsbyggnader. Branden orsakade stort mänskligt lidande, en person miste livet och en person brännskadades allvarligt. Totalt drabbades 200 skogsägare då deras skog skadades av branden (Gustavsson, 2014). Av den produktiva skogsmarken som uppgår till ca 9 600 ha antas 98 % ha skadats och det berörda virkesförrådet uppgick till ca 1,4 miljoner skogskubikmeter. Området består dessutom av 1 400 ha myrimpediment, 150 ha bergimpediment och 270 ha vatten. Innan branden dominerades skogen av tall med inslag av gran och björk (Nilsson m.fl., 2014).

1.6 Syfte

Syftet med studien var att undersöka hur fenomenet WUI ser ut i Sverige med Salabranden som exempel. Det som undersöktes var de avgörande faktorerna till varför vissa konstruktioner brann upp och andra inte vid Salabranden sommaren 2014. Resultatet från studien kan användas för att förebygga skador på konstruktioner i framtiden. Tidigare studier har visat att naturliga strukturer som myrar, sjöar och vattendrag kan minska risken för spridning av bränder. Det har också visats att risken för brandskadade konstruktioner minskar om hängrännor rensas från skräp, om fönster, väggar och tak brandsäkras, om vegetationen runt huset består av lämpliga arter samt att dessa sköts. Hypotesen var att nyckelfaktorerna var de samma som förts fram i de tidigare studierna. Frågeställningen som besvarades var:

- Vilka var nyckelfaktorerna till att vissa konstruktioner brann upp och andra inte under Salabranden?

Studien baserades på en visuell analys med hjälp av flygbilder från Lantmäteriet där jämförelser gjordes med bilder tagna före och efter branden. Lantmäteriets flygbilder kompletterades med detaljerade flygbilder tagna efter branden av Försvarmakten. På så sätt kartlades påverkade och opåverkade konstruktioner och de avgörande faktorerna för utfallet av branden dokumenterades.

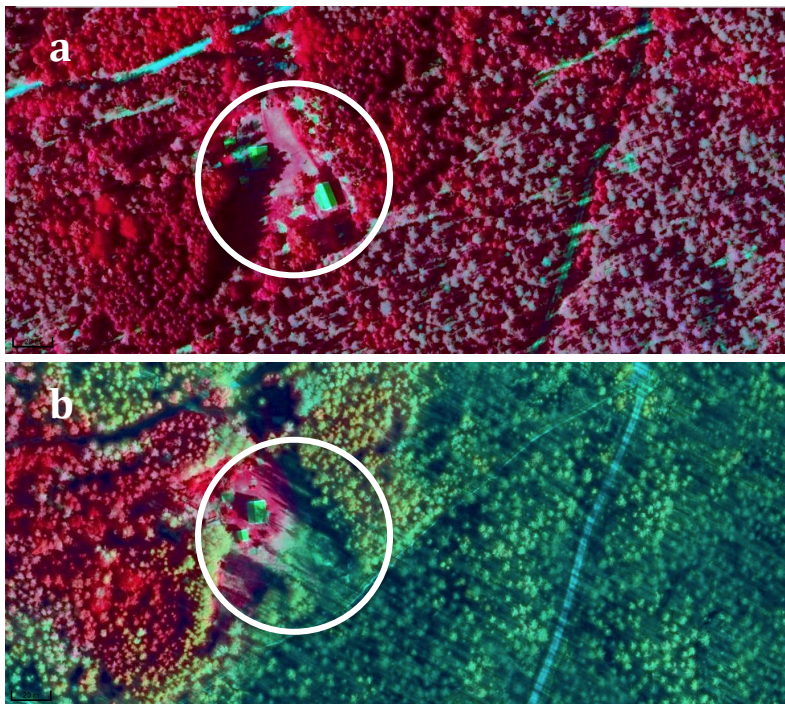
2. MATERIAL OCH METOD

2.1 Studielokal

Området som studerades ligger i kommunerna Fagersta, Norberg, Sala och Surahammar i Västmanland län (figur 1).

2.2 Försöksuppställning

Studien baserades på flygfoton från Lantmäteriet samt foton tagna från helikopter av helikopterbataljonen inom Försvarsmakten. Fotona från Lantmäteriet är tagna före branden i juni 2014 respektive efter branden i augusti 2014. Helikopterbataljonens bilder fotades från låg höjd den 7 augusti och den 9 augusti. Lantmäteriets foton finns tillgängliga i form av brandkartan i Skogsstyrelsens karttjänster som visar miljön innan branden i juni 2014 och efter branden i augusti 2014 (figur 2). Kartorna visar bland annat med hjälp av olika färger hur stor fotosyntesproduktionen är och det går därmed att urskilja var det har brunnit. Ju rödare färg desto mer grön massa vilket visar att området är opåverkat av branden. Bilderna från helikopterbataljonen är tagna innan avspärningen kring brandområdet hävdes. De är tagna på lägre höjd med hög upplösning och visar därmed skadegraden hos olika konstruktioner och deras omgivning. Dessutom gör Helikopterbataljonens bilder det möjligt att identifiera olika vegetationstyper.



Figur 2. En del av brandområdet innan branden i juni 2014 (a) och efter branden i augusti 2014 (b). Inom ringen finns fem byggnader (a) varav två skadades (b)

Figure 2. Some of the fire area before the fire in June 2014 (a) and after the fire in August 2014 (b). There are five buildings inside the circle (a) whereas two were damaged (b)

(Källa: Bakgrundskarta © Lantmäteriet från Skogsstyrelsens karttjänst ”brandkartan”)

2.3 Datainsamling och databearbetning

Datainsamlingen gjordes genom en visuell analys med hjälp av foton från Lantmäteriet och helikopterbataljonen. Utifrån foton och kartor från Lantmäteriet kunde objektens geografiska läge bestämmas och varje objekt tilldelades ett nummer. De kartor från Lantmäteriet som användes var raster av ortofoto, väg-, fastighet- och översiktskartan. Skadegraden hos konstruktionerna dokumenterades och deras omgivning studerades för att notera faktorer som kan ha varit avgörande för hur objektet påverkades av branden. Information om potentiella faktorer som påverkar brandförloppet och antändningen av konstruktioner söktes i studier som framförallt genomförts i Nordamerika.

De objekt som studerades var alla direkt utsatta för branden men hade olika skadegrad. Kriteriet för att ett objekt skulle komma med i studien var att det varit direkt utsatt för branden på så sätt att elden varit i direkt kontakt med byggnadens närområde. Alla byggnader hade fotograferats av helikopterbataljonen några dagar efter branden. Utifrån dessa bilder valdes 67 objekt med olika grad av brandskador ut och studerades. De 67 objekten fick varsitt nummer. Objekten kunde vara allt ifrån helt intakta till totalförstörda. De 67 objekten delades in i områdena A, B, C och D som markerades på en karta i ArcMap för att visa deras geografiska läge (figur 4). För varje delområde skapades en karta i ArcMap där objekten placerades ut utifrån deras nummer (figur 5,6,7,8). Alla objekt studerades grundligt där skadegrad, typ av byggnad, byggnadsmaterial och omgivning noterades. Observationerna från studien systematiserades sedan med hjälp av Microsoft Excel i en tabell utifrån utvalda variabler (tabell 1).

Tabell 1. De studerade variablerna och deras definitioner

Table 1. The studied variables and their definitions

Variabel:	Definition:
Skadegrad	
Skadad	Byggnaden har skadats helt eller till viss del av branden.
Oskadad	Byggnaden har klarat sig helt från branden
Brandintensitet	
Lågintensiv brand	I objektets närområde är endast marken påverkad av brand och trädens barr/blad värmeskadade till max halva trädhöjden. Gäller även öppna marker utan träd.
Medelintensiv brand	I objektets närområde är trädens barr/blad värmeskadade till mer än halva trädhöjden men det har inte brunnit i trädkronorna.
Högintensiv brand/Kronbrand	Branden i anslutning till objektet har brunnit genom hela kronskiktet (kronbrand).
Objektets egenskaper	
Bostadshus	Beboelig byggnad (exempelvis permanentboende, sommarstuga, jaktkoja, gäststuga).
Uthus	Ej beboelig byggnad (exempelvis vedbod, förråd, ekonomibygnad, garage, lekstuga, lusthus, båthus).
Träfasad	Byggnadens fasad består av trä.
Stenfasad	Byggnadens fasad består av sten eller betong.
Plåtfasad	Byggnadens fasad består av plåt.
Ingen fasad	Byggnaden har inga väggar.

Tegeltak	Byggnadens tak består av tegel.
Plåttak	Byggnadens tak består av plåt.
Papptak	Byggnadens tak består av papp.
Plasttak	Byggnadens tak består av plast.
Okänt takmaterial	Byggnadens takmaterial är okänt.
Hängrännor finns	Hängrännor finns på byggnaden alternativt i byggnadsresterna.
Hängrännor rensade	Hängrännorna är rena och rensade från skräp, exempelvis förna
Okänt om hängrännor rensade	Det är okänt om hängrännorna är rensade.
Fönster och dörrar hela och stängda	Byggnadens fönster och dörrar är hela och stängda.
Omgivningens karaktär	
Gräsmatta finns	Gräsmatta finns intill byggnadens fasad.
Gräsmatta skött	Gräsmatta finns intill byggnadens fasad och är skött och kortklippt.
Okänt om gräsmatta skött	Gräsmatta finns intill byggnaden men det är okänt om den är skött och kortklippt.
Skött gräsmatta runt hela byggnaden	Gräsmatta finns intill byggnadens fasad och är skött och kortklippt runt hela byggnaden.
Skött gräsmatta runt delar av byggnaden	Gräsmatta finns intill byggnadens fasad och är skött och kortklippt runt delar av byggnaden.
Avstånd till skog < 40 m	Avstånd till skog var mindre än 40 m från byggnaden innan branden. Skog definieras enligt FAO (2000) som "land of more than 0,5 ha, with a tree canopy cover of more than 10 %, which are not primarily under agricultural or urban land use".
Omgivning: granskog	Skogen inom 40 m från byggnaden består till stor del av gran.
Omgivning: tallskog	Skogen inom 40 m från byggnaden består till stor del av tall.
Omgivning: lövskog	Skogen inom 40 m från byggnaden består till stor del av lövträd.
Omgivning: blandskog	Skogen inom 40 m från byggnaden består av blandade trädslag.
Omgivning: jordbruksmark	Området inom 40 m från byggnaden består till stor del av jordbruksmark
Naturliga spridningshinder inom 100 m	Naturliga spridningshinder, exempelvis vattendrag, väg, vegetationsfri gårdsplan, sjö, hällmark, myr, finns inom en radie på 100 m från byggnaden.
Naturliga spridningshinder inom 100 m i brandens spridningsriktning	Naturliga spridningshinder, exempelvis vattendrag, väg, vegetationsfri gårdsplan, sjö, hällmark, myr, finns inom ett avstånd på 100 m från byggnaden i brandens spridningsriktning. Spridningsriktning definieras här som den riktning branden kommer ifrån när den närmar sig objektet.
Åtgärd	
Förebyggande bevattning genomförd	Förebyggande bevattning har genomförts, m.h.a. vattenslang eller helikopter, antingen innan eller efter att brandfronten passerat.

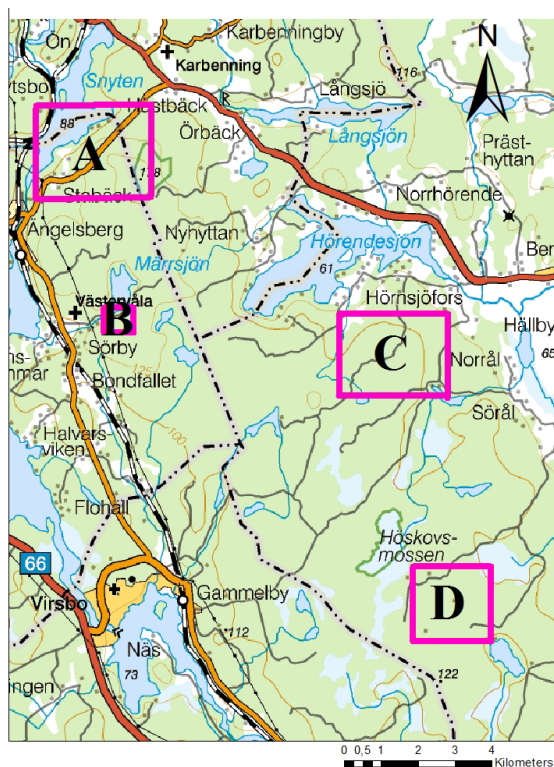
I tabellen fick variablerna olika markeringar utifrån hur variablerna stämde överens med det som tolkades ur bilderna för varje objekt (X = stämmer utifrån Lantmäteriets och helikopterbataljonens bilder; 0 = stämmer inte utifrån Lantmäteriets och helikopterbataljonens bilder; - = går ej att tolka utifrån Lantmäteriets och helikopterbataljonens bilder eller kan ej

uppfyllas utifrån tidigare svar). Det förutsattes att förhållandena för varje objekt som visades i bilderna var desamma som under branden, exempelvis ett öppet fönster på bilden antogs ha varit öppet även under branden. Om ingen fasad kunde urskiljas hos de skadade objekten antogs det att den bestod av trä. Vad gäller hängrännor förutsattes det att inga sådana fanns om de inte gick att urskilja hos de skadade objekten. Variablerna ”hängrännor rensade” och ”fönster och dörrar hela och stängda” gick inte att tolka hos de skadade objekten. I de fall där flera variabler för typ av tak och fasad stämde vid tolkningen sattes markeringen X för samtliga, exempelvis om en byggnad hade både plåttak och tegeltak.

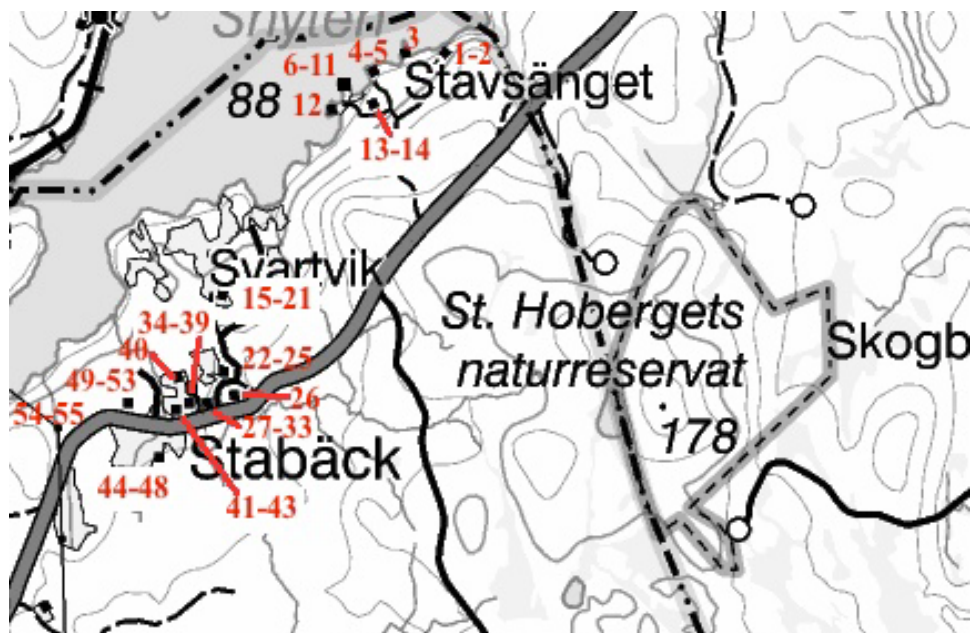
Resultatet från bildanalyserna sammanfattades i en ny tabell (tabell 2) där varje variabel fanns representerad och det antal objekt som uppfyllde variabeln noterades. Detta gjordes för både skadade och oskadade objekt. Frekvensen hos variablerna låg som grund för slutsatser om de avgörande faktorerna för en konstruktions antändningsrisk under branden. Tre objekt karterades mer grundligt för att visa vegetationstyper, spridningshinder och brandens framfart och intensitet i närmiljön. Illustrationer på detta togs fram med hjälp av ArcMap och för varje objekt gjordes två kartor, en för närmiljön innan branden och en som visar hur närmiljön påverkats av branden. Som bakgrund för illustrationerna i ArcMap användes Lantmäteriets ortofoto.

2.4 Objektens geografiska läge

De studerade objekten fanns spridda över hela brandområdet (figur 3). Totalt studerades 67 objekt där objekt 1-55 befann sig inom område A (figur 4), objekt 56-60 befann sig inom område B (figur 5), objekt 62-65 befann sig inom område C (figur 6) och objekt 66-67 befann sig inom område D (figur 7).



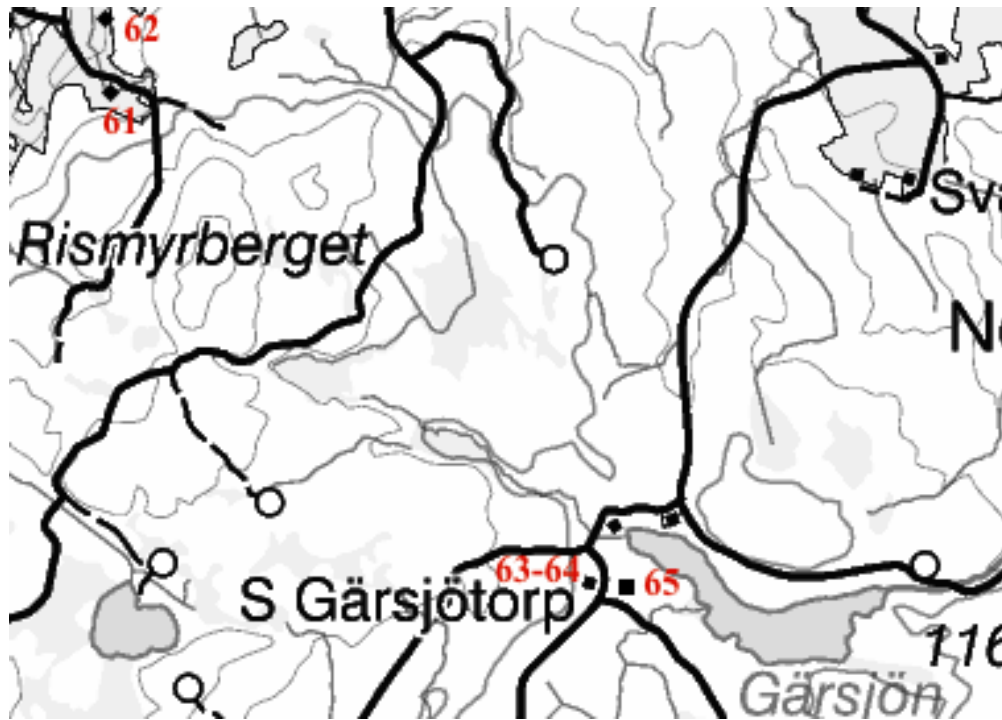
Figur 3. Karta över brandområdet där de studerade objekten finns i områdena A, B, C och D
Figure 3. Map over the fire area where the studied objects are located in the areas A, B, C and D
 (Källa: Översiktskartan raster © Lantmäteriet)



Figur 4. Karta över objektens geografiska läge i område A
 Figure 4. Map over the locations for the objects in area A
 (Källa: Vägkartan raster © Lantmäteriet)



Figur 5. Karta över objektens geografiska läge i område B
 Figure 5. Map over the locations for the objects in area B
 (Källa: Vägkartan raster © Lantmäteriet)



Figur 6. Karta över objektens geografiska läge i område C
Figure 6. Map over the locations for the objects in area C
 (Källa: Vägkartan raster © Lantmäteriet)



Figur 7. Karta över objektens geografiska läge i område D
Figure 7. Map over the locations for the objects in area D
 (Källa: Vägkartan raster © Lantmäteriet)

3. RESULTAT

3.1 Studerade faktorer hos skadade och oskadade objekt

Av de 67 studerade objekten skadades totalt 32 st (tabell 2). Objekten bestod till större del av uthus (38 objekt) och det var fler uthus (22 objekt) än bostadshus (10 objekt) som skadades. Lågintensiv brand i objektens närhet var den vanligaste brandintensiteten hos både skadade och oskadade objekt. Få objekt med intensiv brand eller kronbrand i närheten var oskadade. De flesta objekten hade träfasad men i de fall där objektet bestod av stenfasad fanns fasaden kvar. I övrigt var objekten med stenfasad totalförstörda. Merparten av objekten hade antingen plåttak eller tegeltak och båda taktyperna fanns hos de skadade respektive oskadade objekten. Flera av de oskadade objekten hade orensade hänggrännor. På bilderna fanns även objekt som hade fönster eller dörrar öppna, vilka förutsätts ha varit öppna även under branden.

Åtta objekt hade bevattnats i förebyggande syfte där framför allt objekt 26 var ett tydligt exempel. Här fanns en utdragen trädgårdsslang runt hela objektet och den fortsatte in i skogen. Detta betyder att den inte använts enbart för att bevattna gräsmattan utan att den använts i förebyggande syfte. Trädgårdsslangen var även brandskadad vilket innebär att den låg där under branden. Endast hälften (16 objekt) av de skadade byggnaderna hade gräsmatta medan i princip alla (34 objekt) oskadade byggnaderna hade gräsmatta. Få byggnader (3 objekt) som hade skött gräsmatta runt hela byggnaden skadades av branden; däremot skadades flera byggnader (12 objekt) som endast hade skött gräsmatta runt delar av byggnaden. Samtliga 67 objekt hade ett kortare avstånd än 40 m till skog. Den vanligaste skogstypen i objektens närområde var blandskog och denna typ var även den mest frekventa för både skadade (14 objekt) och oskadade (17 objekt) byggnader. Merparten (66 objekt) av byggnaderna, både skadade och oskadade, hade naturliga spridningshinder inom 100 m i brandens spridningsriktning. Väg var den vanligaste typen av spridningshinder där fastigheten med objekten 27-33 var ett exempel på där vägen uppenbarligen skyddat delar av fastigheten mot branden. Sydöst om fastigheten har det brunnit medelintensivt men branden stannade av när den nådde vägen som går söder om fastigheten.

Tabell 2. Frekvensen av viktiga faktorer för skadegraden hos de studerade objekten, där n är antal skadade och oskadade objekt

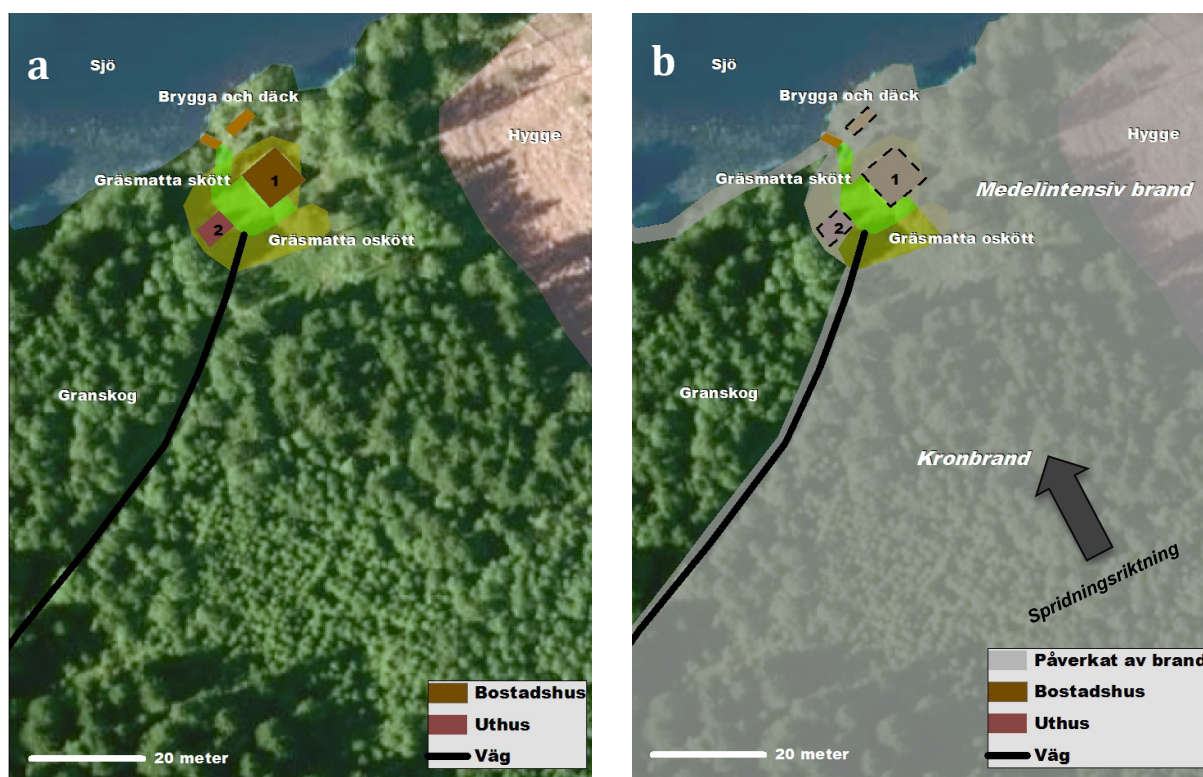
Table 2. The frequency of important factors for the degree of damage among the studied objects, where n equals to damaged and undamaged objects

Variabel	Skadade	Oskadade	Andel skadade (om $n \geq 10$)
	Antal	Antal	%
Brandintensitet			
Lågintensiv brand	15	29	34
Medelintensiv brand	13	3	81
Högintensiv brand/Kronbrand	4	3	-
Objektets egenskaper			
Bostadshus	10	19	34
Uthus	22	16	58
Träfasad	28	33	46

Stenfasad	3	1	-
Plåtfasad	2	0	-
Ingen fasad	0	1	-
Tegeltak	14	16	47
Plåttak	19	16	54
Papptak	1	4	-
Plasttak	0	2	-
Okänt takmaterial	1	0	-
Hängrännor finns	7	18	28
Hängrännor rensade	-	5	-
Okänt om hängrännor rensade	-	5	-
Fönster och dörrar hela och stängda	-	29	-
Omgivningens karaktär			
Gräsmatta finns	16	34	32
Gräsmatta skött	15	32	32
Okänt om gräsmatta skött	1	0	-
Skött gräsmatta runt hela byggnaden	3	12	20
Skött gräsmatta runt delar av byggnaden	12	20	38
Avstånd till skog < 40 m	32	35	48
Omgivning granskog	4	8	33
Omgivning tallskog	3	0	-
Omgivning lövskog	9	10	47
Omgivning blandskog	14	17	45
Omgivning jordbruksmark	2	0	-
Naturliga spridningshinder inom 100 m	31	35	47
Naturliga spridningshinder inom 100 m i brandens spridningsriktning	21	27	44
Åtgärd			
Förebyggande bevattning genomförd	0	8	-

3.2 Närmiljö och brandens utbredning för tre fastigheter

Närmiljön och spridningen av branden skiljer sig åt för de tre fastigheter som studerats mer ingående. I område A fanns objekt 1 som var ett mindre bostadshus och objekt 2 som var ett uthus. Det fanns även övriga konstruktioner på fastigheten i form av en brygga och ett däck (figur 8). Bryggan klarade sig men byggnaderna och däckets skadades fullständigt. Bostadshusets murstock står dock kvar. I norr finns en angränsande sjö och innan branden omgavs objekten av granskog förutom i öst där det fanns ett hygge. Fastigheten hade en gräsmatta som var välskött i området mellan byggnaderna, men i övrigt var gräsmattan oskött fram till skogen. Branden spred sig från sydöst och ca 60 m söder om fastigheten var det kronbrand och ca 10 m öster om fastigheten brann det medelintensivt. Skogsområdet i väster (ca 20 m från fastigheten) skonades helt från branden.



Figur 8. Närmiljön hos fastigheten med objekten 1 och 2 före branden (a) och efter branden (b)
Figure 8. The local environment for the estate with the objects 1 and 2 before the fire (a) and after the fire (b)
(Källa: Bakgrundskarta © Lantmäteriet)

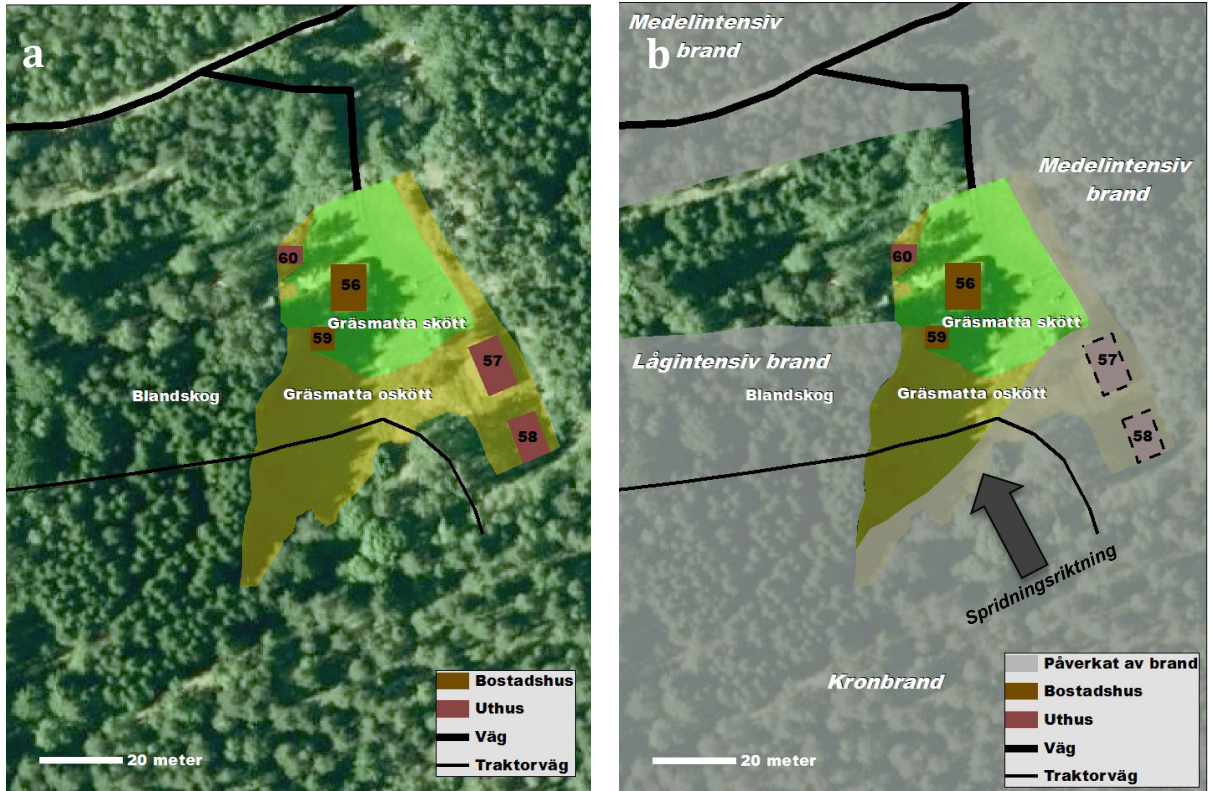
Den andra fastigheten ligger i område A och bestod av ett bostadshus (objekt 15) som klarade sig från branden samt uthusen (objekt 16-21) där alla förutom ett (objekt 19) förstördes fullständigt av branden (figur 9). Stenfasaden hos objekt 18 och plåtfasaden hos objekt 21 står dock kvar men i övrigt är objekten totalförstörda. Bostadshuset (objekt 15) och två uthus (objekt 16 och 19) angränsade till en välskött gräsmatta. Avståndet till branden och dess intensitet för det oskadade bostadshuset (objekt 15) var medelintensiv ca 20 m i nord och öst. Avståndet till branden och dess intensitet för det oskadade uthuset (objekt 19) var lågintensiv ca 20 m i syd och 10 m i väst och medelintensiv 50 m i öst.

Två uthus (objekt 20 och 21) låg ca 20 m från skogen och omges av en betad hage som inte brann. Dessa har av allt att döma antänts av flygande glödande partiklar eftersom hagmarken kring byggnaderna är opåverkad. Ytterligare två brända uthus (objekt 17 och 18) låg intill en ruderatmark som brann. En väg gick genom fastigheten och det oskadade bostadshuset (objekt 15) hade en gårdsplan i söder medan uthusen (objekt 17 och 18) hade en gårdsplan i öster. Fastigheten hade ett hygge i öst och ett i väst. I övrigt omgavs fastigheten av blandskog och hagmark. Branden spred sig från sydöst och det brann medelintensivt i öst medan området i syd och väst brann med låg intensitet. 200 m väster om bostadshuset finns en tät granskog som klarat sig från branden.



Figur 9. Närmiljön hos fastigheten med objekten 15-21 före branden (a) och efter branden (b)
Figure 9. The local environment for the estate with the objects 15-21 before the fire (a) and after the fire (b)
 (Källa: Bakgrundskarta © Lantmäteriet)

Den tredje fastigheten ligger i område B och bestod av två bostadshus (objekt 56 och 59) som klarade sig från branden, samt tre uthus (objekt 57, 58, 60). Ett uthus (objekt 60) har klarat sig från branden medan två uthus (objekt 57 och 58) förstördes fullständigt (figur 10). Intill byggnaderna fanns en gräsmatta och närmast bostadshusen och objekt 60 var den välskött. Omgivningen bestod i övrigt av blandskog med undantag för en väg i norr och en traktorväg söder om bostadshusen. Branden spred sig från sydöst och det var kronbrand i söder endast 50 m från bostadshuset. De två skadade uthusen (objekt 57 och 58) angränsade till kronbranden. 35 m öster och 60 m norr om bostadshuset brann det medelintensivt. Området väster om bostadshuset har brunnit med låg intensitet.



Figur 10. Närmiljön hos fastigheten med objekten 56-60 före branden (a) och efter branden (b)
Figure 10. The local environment for the estate with the objects 56-60 before the fire (a) and after the fire (b)
 (Källa: Bakgrundskarta © Lantmäteriet)

4. DISKUSSION

4.1 Metoddiskussion och felkällor

Studien bygger på en visuell analys som har utgått från flygfoton där det i vissa fall inte gått att tolka alla variabler fullt ut. Bilderna har i många fall inte visat byggnadernas alla vinklar vilket kan innebära att exempelvis vissa fönster, takpartier och hängrännor inte har kunnat studeras. Vid tolkningen av tak hos skadade byggnader antogs det att taket varit av det material som syns i byggnadsresterna. I själva verket kan taket även ha bestått av annat material, exempelvis plast, som inte gått att tolka då de kan ha brunnit upp eller blåst iväg. Detta är dock osannolikt då husen har studerats i ortofoton tagna före branden där olika takmaterial har olika färg vilket underlättat tolkningen. Om ingen fasad har funnits kvar efter branden förutsattes det att fasaden bestod av trä vilket kan vara en felkälla. Det är dock sannolikt att husen haft träfasad eftersom det är ett mycket vanligt material bland de studerade objekten. En annan felkälla är att det ur bilderna inte gått att ta reda på om byggnadsmaterialet har varit behandlat, vilket enligt Quarles m.fl. (2010) kan påverka risken för antändning. För att uppnå mer säkra resultat skulle studien ha kunnat kombineras med intervjuer av fastighetsägare och inventeringar i fält och på så sätt klargöra tveksamheter i foton. Denna studie innehåller dock ett unikt material för att studera wildland urban interface i Sverige och är den första studien av detta slag i Skandinavien.

4.2 Nyckelfaktorer till varför vissa konstruktioner skadades och andra inte

Som Cohen (2000) visat för bostadsområden i USA har skötsel av vegetation intill byggnader en avgörande betydelse för konstruktioners skadegrad vid brand. 47 av de objekt som studerats här har haft skött vegetation intill byggnaden. Av dessa 47 objekt skadades endast 15 stycken. Med skött vegetation menas i denna studie klippta gräsmattor. Den skötta vegetationen har inte i något fall sträckt sig 40 m från byggnadens fasad som Cohen (2000) rekommenderar för amerikanska förhållanden. Ett exempel är det oskadade objekt 15 som bara ligger ca 20 m från skogen (figur 9). I de fall då vegetationen varit skött runt hela byggnaden har väldigt få konstruktioner skadats jämfört med om vegetationen varit skött runt delar av byggnaden. Detta visar att en skött vegetation runt hela byggnaden effektivt minskar risken för skada vid brand. Alla studerade objekt hade skog inom 40 m från byggnaden och enligt Nilsson m.fl. (2014) dominerades brandområdet av tallskog. I denna studie var dock blandskog den vanligaste omgivande skogstypen i objektens närområde för både oskadade och skadade objekt. Samtliga objekt där omgivningen bestått av jordbruksmark eller tallskog har skadats. Däremot var antalet med denna marktyp få och slutsatser om att denna typ skulle vara extra utsatt kan därför inte dras. Inga stora skillnader mellan skadade och oskadade objekt omgivna av gran- respektive lövskog har visats i denna studie. Slutsatsen om marktyp är att detta inte var en avgörande faktor för om objektet skadades eller inte.

White and Zipperer (2010) visar att ju högre fukthalt desto mindre lättantändlig blir vegetationen. Innan Salabranden var det varmt och torrt vilket bidrog till en låg fukthalt i vegetationen som gynnade brandens framfart. Då branden spreds väldigt fort måndagen den 4 augusti fick många lämna sina hus i panik och hann därför inte vidta några förebyggande åtgärder. Några objekt hade dock bevattnats i förebyggande syfte vilket framförallt hos objekt nr 26 verkar ha haft en avgörande betydelse då byggnaden med största sannolikhet hade brunnit ner om inte bevattningen gjorts. Förebyggande bevattning kan således minska risken

för skador och om husägare hade hunnit vidta denna åtgärd skulle troligtvis färre objekt ha skadats.

Spridning av bränder kan hindras av exempelvis vattendrag, sjöar och myrmark (Niklasson & Granström, 2000) men även av vägar (Massada m.fl., 2011). Alla objekt utom ett hade naturliga spridningshinder inom 100 m i någon riktning och 48 objekt hade spridningshinder i brandens spridningsriktning (tabell 2). Den verkliga spridningsriktningen är svår att bestämma exakt för alla objekt eftersom branden kan backa och krypa i olika riktningar. Det är dock troligt att branden rörde sig från sydöst in mot de flesta byggnaderna eftersom detta är den huvudsakliga spridningsriktningen. Hinder i brandens spridningsriktning finns i ungefär samma utsträckning hos både oskadade och skadade objekt vilket tyder på att naturliga spridningshinder inte har varit avgörande för skadegraden.

Hos de skadade objekten antogs det att fasaden bestod av trä om inget annat material kunde urskiljas. Totalt hade 61 objekt träfasad, 4 objekt stenfasad och 2 objekt plåtfasad. Ungefär hälften av objekten med träfasad, samtliga med plåtfasad och tre med stenfasad skadades (tabell 2). I de fall där objekten bestod av stenfasad fanns fasaden kvar vilket inte förekom när det gäller de andra fasaderna. County of Los Angeles Fire Department (2009) menar att fasader av organiskt material som exempelvis trä har högre risk att antändas än icke organiskt. I den här studien är det svårt att dra dessa slutsatser om fasader eftersom väldigt få objekt bestod av icke organiskt material. Eftersom stenfasaderna fanns kvar hos de skadade objekten kan det dock antas att denna typ av fasad är mer beständig. Enbart en stenfasad skyddar dock inte mot branden då flygande glödande partiklar kan ta sig in via öppna fönster och dörrar samt hängrännor och tak med organiskt material. Vad gäller tak hade ett objekt okänt takmaterial medan de övriga 66 objekten hade tak av icke organiskt material. Enligt Quarles m.fl. (2010) är icke organiskt material mindre lättantändligt än organiskt material. Taktypen har inte varit avgörande för skadegraden då fördelningen mellan de olika typerna av tak varit jämnt fördelade bland oskadade och skadade objekt (tabell 2).

Enligt County of Los Angeles Fire Department (2009) kan öppna fönster vara en avgörande faktor för antändning av byggnader. Hos de skadade objekten gick det inte att bestämma om fönster och dörrar var hela och stängda under brandförloppet. Däremot klarade sig sex objekt från branden trots att de antagligen hade fönster eller dörrar öppna. Helikopterbataljonens bilder är tagna strax efter branden och innan avspärningen kring brandområdet hävdades. Därför antas det att tillståndet på bilderna var detsamma under branden eftersom ingen hade tillträde till området. Den här studien kan därför inte bekräfta antagandet att öppna fönster är en avgörande faktor för antändning av byggnader.

Organiskt material i hängrännor utgör en stor risk vid brand eftersom de riskerar att antändas av flygande glödande partiklar (Quarles m.fl., 2010). Det gick inte att bestämma om hängrännorna rensats hos de skadade objekten, men av de 18 oskadade objekten hade endast fem objekt rensade hängrännor (tabell 2). Det är rimligt att detta även gällde de skadade byggnaderna. I denna studie tycks därför inte organiskt material i hängrännorna vara avgörande för om ett objekt skadas eller inte vilket motsäger tidigare studier.

4.3 Djupare analys av tre fastigheter

Objekt ett och två tillhörde samma fastighet och dessa skadades av branden. Den troliga orsaken till varför objekten tog skada är att branden var mycket intensiv i brandens

spridningsriktning och i vissa partier var det kronbrand vilket bör ha genererat rikligt med flygande glödande partiklar. Gräsmatta fanns runt nästan hela byggnaderna men endast en liten del var skött vilket kan ha bidragit till skadegraden (figur 8). Detta på grund av att stora delar av den oskötta gräsmattan hade brunnit men inte den skötta. Båda byggnaderna hade träfasad vilket är ett mer lättantändligt material än icke organiska. Bryggan som fanns på fastigheten bestod också av trä men skadades inte av branden. En trolig förklaring till att den klarade sig är att det finns en väl upptrampad gräsmatta fram till bryggan samt att den omges av sten och vatten. En väg leder till objekten och denna har fungerat som ett spridningshinder då skogen väster om vägen har klarat sig från branden. I norr angränsar fastigheten till sjön Snyten som borde ha fungerat som ett naturligt spridningshinder för byggnader på andra sidan sjön. Branden lyckades ändå sprida sig över sjön, troligtvis på grund av att branden var så intensiv intill sjöns sydöstra del så att flygande glödande partiklar kunde ta sig över sjön.

Hos fastigheten med objektnummer 15-21 har endast bostadshuset och en lekstuga klarat sig från branden (figur 9). Dessa omgavs av en skött gräsmatta och elden nådde inte närmare än 20 m i norr och öster om bostadshuset och 20 m söder och 10 m öster om lekstugan. Branden har stannat intill den skötta gräsmattans kant och detta är troligtvis anledningen till att objekten är oskadade. Väster om båda objekten finns dessutom en väg som kan ha fungerat som ett spridningshinder. Bostadshusets hängrännor var rensade vilket kan ha varit viktigt ur antändningssynpunkt (Quarles m.fl., 2010). Branden härjade intensivt i skogen nära huset och flygande glödande partiklar kan med stor sannolikhet ha landat i hängrännorna. Det märks också tydligt att den betade hagen inte påverkats av branden, förutom flygande glödande partiklar som lyckats antända två byggnader och några träd i hagen. Objekt 16 och 17 som tog skada av branden ligger intill brandhärjad skog vilket troligtvis lett in elden till byggnaderna. Även objekt 18 ligger nära brandpåverkad skog men omges av ruderatmark med oskött vegetation. Antändningen har förmodligen orsakats av den oskötta vegetationen då större delen av denna brann. Detta objekt hade stenfasad vilken finns kvar efter branden och förutom resterna av tegeltaket syns inte något övrigt byggnadsmaterial i bilderna. Ett av objekten i hagen har själva plåtfasaden kvar men allt annat byggnadsmaterial var uppbränt. De övriga objekten hade träfasad som enligt County of Los Angeles Fire Department (2009) kan vara lättantändligt. Ungefär 200 m väster om fastigheten finns en tät granskog som är oskadad vilket troligtvis beror på att det saknas brännbart material på marken.

Brandintensiteten kan påverka om ett objekt skadas eller inte genom att värmestrålningen ökar med intensiteten. Med ökad brandintensitet innebär det dels att byggnaderna lättare värms upp och antänds samt att mer vegetation brinner och skapar flygande glödande partiklar. De flesta av de studerade objekten hade lågintensiv brand i närområdet och i de fall då branden var intensiv eller uppgick till kronbrand var det få objekt som klarade sig. Ett undantag är dock fastigheten med objekten 56-60 där tre av objekten klarade sig trots kronbrand i brandens spridningsriktning (figur 10). Anledningen till varför dessa objekt inte skadades är sannolikt den omgivande gräsmattan som till stor del var skött. Objekten som skadades omgavs av oskött gräsmatta och låg också nära skog som härjats av kronbrand vilket bidrog till skadegraden. Alla objekt på fastigheten hade träfasad vilket kan ha påverkat skadegraden hos de objekt som brunnit. De två oskadade bostadshusen hade orensade hängrännor och eftersom branden uppgick till kronbrand i området skulle detta ha kunnat leda till antändning (Quarles m.fl., 2010).

4.4 Slutsats

Studien visar att risken för att byggnader skadas av skogsbränder i svenska bebyggda skogslandskap minskar om gräsmatta finns och är skött intill byggnaden. Skaderisken minskar också om vildvuxen vegetation inte finns i byggnadens närhet. Det är alltså av stor betydelse att sköta omgivande vegetation för att minska risken för skador vid brand. Det har även visats att förebyggande bevattning gjort att skador undvikits. Studien visar också att byggnadsmaterialet inte har någon större betydelse för skadegraden då hus av olika material fanns bland de skadade och oskadade objekten vid Salabranden. Studien är viktig eftersom antalet skogsbränder förväntas öka i södra Sverige med ett varmare klimat vilket innebär större utsatthet för byggnader. Resultatet från denna studie kan bidra till att minska denna utsatthet genom att föreslå förebyggande åtgärder. Studien är den första av sitt slag i Skandinavien och kan ge en inblick i hur områden med liknande förhållanden som de i brandområdet i Västmanland kan komma att påverkas av skogsbränder.

5. REFERENSER

- Agee, J.K. (1996). *Fire ecology of Pacific Northwest forests*. 2.uppl. Washington: Island press. Tillgänglig: <https://books.google.se/books> (2016-03-02).
- Águeda, A., Pastor, E., Pérez, Y., Planas, E. (2010). Experimental study of the emissivity of flames resulting from the combustion of forest fuels. *International journal of thermal sciences*, vol.49(3), ss.543-554.
- Baeza, M.J., De Luis, M., Raventos, J., Escarre, A. (2002). Factors influencing fire behaviour in shrublands of different stand ages and the implications for using prescribed burning to reduce wild fire risk. *Journal of environmental management*, vol.65: 199-208.
- Bergeron, Y. (1991). The influence of island and mainland lakeshore landscapes on boreal forest fire regimes. *Ecology*, vol.72, ss. 1980-1992.
- Anonym. (2016). *Modern tids största skogsbrand: Bodträskfors, Norrbotten 2006-08-11 – 2006-09-08*. Bodens kommun. Tillgänglig: [http://www.boden.se/db/web/filelib.nsf/0/D46F33F4AD73B525C12573590040EA4A/\\$FILE/Branddokumentation.pdf](http://www.boden.se/db/web/filelib.nsf/0/D46F33F4AD73B525C12573590040EA4A/$FILE/Branddokumentation.pdf) (2016-03-02).
- Bond, W.J., Vlock, J., Viviers, M. (1984). Variation in seedling recruitment of cape proteaceae after fire. *Journal of ecology*, vol.72(1), ss. 209-221.
- Bruegger, R.A., Varelas, L.A., Howery, L.D., Torell, L.A., Stephenson, M.B., Bailey, D.W. (2016). Targeted grazing in southern Arizona: Using cattle to reduce fine fuel loads. *Rangeland ecology & management*, vol.69, ss. 43-51.
- Charis, Anton., Lawrence, Carmen. (2016). Does place attachment predict wildfire mitigation and preparedness? A comparison of wildland-urban interface and rural communities. *Environmental management*, vol.57(1), ss. 148-162.
- Chas-Amil, M.L., Touza, J., Garcia-Martinez, E. (2013). Forest fires in the wildland-urban interface: A spatial analysis of forest fragmentation and human impacts. *Applied geography*, vol.43, ss.127-137.
- Cohen, J.D. (1995). Structure ignition assessment model (SIAM). *USDA forest service, general technical report*, PSW-GTR-158, ss. 85-92. Tillgänglig: http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr158/psw_gtr158_05_cohen.pdf (2016-02-29).
- Cohen, J.D. (2000). Preventing disaster: home ignitability in the wildland urban interface. *Journal of forestry*, vol.98(3), ss. 15-21(7).
- County of Los Angeles Fire Department. (2009). *Ready! Set! Go! – Your personal wildfire action plan*. Tillgänglig: <https://www.fire.lacounty.gov/wp-content/uploads/2014/02/RSG-Booklet.pdf> (2016-04-18).

- 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*, vol.154-155, ss. 174-186.
- FAO (2000). *On definitions of forest and forest change*. Rom, Forestry department (Working paper 33).
- Fox, D.M., Martin, N., Carrega, P., Andrieu, J., Adnés, C., Emsellem, K., Ganga, O., Moebius, F., Tortorollo, N., Fox, E.A. (2015). Increases in fire risk due to warmer summer temperatures and wildland urban interface changes do not necessarily lead to more fires. *Applied geography*, vol.56, ss. 1-12.
- GAO. (2007). Wildland fire management: Lack of clear goals or a strategy hinders federal agencies effort to contain the costs of fighting fires. Report to congressional requesters. GAO-05-380. Tillgänglig: <http://www.gao.gov/cgi-bin/getrpt?GAO-07-655> (2016-02-29).
- Gibbons, P., van Bommel, L., Gill, A.M., Cary, G.J., Driscoll, D.A., Bradstock, R.A., Knight, E., Moritz, M.A., Stephens, S.L., Lindenmayer, D.B. (2012). Land management practices associated with house loss in wildfires. *PLoS ONE*, vol.7(1): e29212.
- Granström, A. (2001). Fire management for biodiversity in the European boreal forest. *Scandinavian journal of forest research*, suppl 3, ss. 62-69.
- Gustavsson, K. (2014). *Skogsbranden i Västmanland 2014: en dokumentation utgiven av länsstyrelsen i Västmanlands län*. Länsstyrelsen Västmanlands län. Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/SiteCollectionDocuments/Sv/manniska-och-samhalle/krisberedskap/Skogsbranden/SkogsbrandenOK_låg2.pdf (2016-02-24).
- Haas, J.R., Calkin, D.E., Thompson, M.P. (2013). A national approach for integrating wildfire simulation modeling into wildland urban interface risk assessments within the United States. *Landscape and urban planning*, vol.119, ss. 44-53.
- Hellberg, E., Niklasson, M., Granström, A. (2004). Influence of landscape structure on patterns of forest fires in boreal forest landscapes in Sweden. *Canadian journal of forest research*, vol.34(2), ss. 332-338.
- Liang, J., Calkin, D.E., Gebert, K.M., Venn, T.J., Silverstein, R.P. (2008). Factors influencing large wildland fire suppression expenditures. *International journal of wildland fire*, vol.17, ss. 650-659.
- Lidskog, R., Sjödin, D. (2015). Extreme events and climate change, the post-disaster dynamics of forest fires and forest storms in Sweden. *Scandinavian journal of forest research*, vol. 31:2, ss. 149-155.
- Liu, Y., Goodrick, S., Heilman, S. (2014). Wildland fire emissions, carbon and climate: Wildfire-climate interactions. *Forest ecology and management*, vol.317, ss. 80-96.
- Lubin, D.M., Shelly, J.R. (1997). *Defensible space landscaping in the urban/wildland interface: a compilation of fire performance ratings of residential landscape plants*. University of California. (Publikation 36.01.137) Tillgänglig:

http://www.firesafemonterey.org/uploads/1/0/6/5/10653434/uc_forestproductslabdefensiblespaceplantlist_ocr.pdf (2016-03-01).

Massada, A.B., Radeloff, V.C., Stewart, S.I. (2011). Allocating fuel breaks to optimally protect structures in the wildland-urban interface. *International journal of wildland fire*, vol.20(1), ss. 59-68.

Mell, W., Manzello, S., Maranghides, A., Butry, D., Rehm, R. (2010). Wildland-urban interface fire problem – current approaches and research needs. *International journal of wildland fire*, vol.19(2), ss. 238-251.

Murphy, K., Rich, T., Sexton, T. (2007). *An assessment of fuel treatment effects on fire behavior, suppression, effectiveness, and structure ignition on the Angora fire*. USDA. Tillgänglig: <http://www.cnpsd.org/fire/angorafireusfsfullreport.pdf> (2016-03-01).

Niklasson, M., Granström, A. (2000). Number and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. *Ecology*, vol.81, ss. 1484-1499.

Nilsson, B., Tyboni, M., Pettersson, A., Granström, A., Olsson, H. (2014). *Punktgittertolkning av brandområdet i Västmanland: redovisning av uppdrag från Skogsstyrelsen*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Arbetsrapport 433 2014) Tillgänglig: http://www.skogsstyrelsen.se/Global/aga-och-bruka/Skogsbruk/Skador%20på%20skog/Brandskador/nilsson_b_etal_150113.pdf (2016-02-24).

Quarles, S.L., Valachovic, Y., Nakamura, G.M., Nader, G.A, De Lasaux, M.J. (2010). Home survival in wildfire-prone areas: building materials and design considerations. *Agriculture and natural resources*, University of California. (Publikation 8393) Tillgänglig: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8393.pdf> (2016-02-29).

Rothermel, R.C. (1983). *How to predict the spread and intensity of forest and range fires*. USDA. Tillgänglig: http://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr143.pdf? (2016-03-02).

Stocks, B.J., Goldammer, J.G., Kondrashov, L. (2008). Forest fires and fire management in the circumboreal zone: past trends and future uncertainties. *International model forest network*, discussion paper 10, ss. 1-18.

USDA och USDI. (2001). Urban Wildland Interface Communities Within The Vicinity of Federal Lands That Are at High Risk From Wildfire. *Federal Register*, vol.66, ss. 751-777.

White, R.H., Zipperer, W.C. (2010). Testing and classification of individual plants for fire behaviour: plant selection for the wildland urban interface. *International journal of wildland fire*, vol.19, ss. 213-227.

Yang, W., Gardelin, M., Olsson, J., Bosshard, T. (2015). Multi-variable bias correction: application of forest fire risk in present and future climate in Sweden. *Natural hazards and earth system sciences*, vol. 15(9), ss. 2037-2057.