

En studie av skogsbrandshantering

Med fokus på skogsbranden i Västmanland

**Anna Malmeström
Nellie-Kim Millbourn**

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5494, Lund 2015

En studie av skogsbrandshantering

Med fokus på skogsbranden i Västmanland



**Anna Malmeström
Nellie-Kim Millbourn**

Lund 2015

Titel

En studie av skogsbrandshantering
– Med fokus på skogsbranden i Västmanland

Title

A study of forest fire management
- With the case study of the forest fire in Västmanland

Författare/Authors

Anna Malmeström & Nellie-Kim Millbourn

Handledare/Supervisor

Stefan Svensson

Report: 5494

ISRN: LUTVDG/TVBB-5494-SE

Antal sidor/Number of pages: 88

Sökord

Skogsbrand, räddningstjänst, brandriskprognos, Västmanland, Boden, Australien, Kanada.

Keywords

Forest fire, wildland fire, bushfire, rescue service, fire risk forecast, Västmanland, Boden, Australia, Canada.

Abstrakt/Abstract

The aim of this project was to examine the forest fire management in Sweden and ascertain what benefits can be drawn by comparing with international methods. The study is manufactured by studying literature, interviews and visits to the fire-affected forest in Västmanland. The main conclusions of the project is the great need for a national advocacy group with vast knowledge and experience of forest fire managing that the rescue service can commerce when essential. Also it is necessary to create procedures for cooperation between forest owners, County Board and the rescue service. Another outcome is that the use of fire risk forecasts need to be broadened when working with prevention. It is also found that the use of water-bombing airborne vehicles need to be developed and for the rescue service not to hesitate if, and when, those resources is needed. At last, drones should be implemented in forest fire managing because of the benefits economically, in terms of safety and with a wide application range.

Bilder/Illustrations

Samtliga bilder utan källhänvisning är tagna/skapade av författarna.

Författarna ansvarar för innehållet i rapporten.

© Copyright: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet,
Lund 2015.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
<http://www.brand.lth.se>
Telefon: 046 – 222 73 60

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden
<http://www.brand.lth.se>
Telephone: +46 46 222 73 60

Förord

Denna rapport utgör en del av kursen *Examensarbete – Brandteknik (VBRM01)* som omfattar 22,5 högskolepoäng. Kursen ges vid avdelningen för Brandteknik vid Lunds tekniska högskola. Författarna vill rikta ett stort tack till följande personer för stöd och handledning under arbetets gång. Utan er hade inte rapporten kunnat genomföras.

<i>Stefan Svensson</i>	Universitetslektor vid Avdelningen för Brandteknik på LTH samt gruppens handledare, för stort stöd och engagemang under projektets gång.
<i>Anders Granström Leif Sandahl</i>	Anders verkar som universitetslektor vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel på SLU och Leif jobbar vid MSB. Tillsammans anordnade de ett skogsbrandsseminarium i Ramnäs den 9-10 oktober 2014 som författarna fick möjlighet att delta i.
<i>Annie Johansson</i>	Skogsbrandsexpert. Annie har varit till stor hjälp då hon delgivit författarna dokumentation och tolkning av indata från brandriskprognoser.
<i>Ola Folkesson</i>	Brandingenjör vid räddningstjänsten i Storgöteborg. Ola har varit till stor hjälp både under dagarna i Ramnäs men också gett konstruktiv kritik på vissa delar av arbetet.
<i>Brandmännen vid stationerna i Surahammar, Virsbo och Västerås</i>	Stort tack för att ni tog er tid att besvara våra frågor gällande branden i Västmanland.
<i>Shan Raffel Rob McAlpine</i>	Kontaktpersoner och sakkunniga inom skogsbrandområdet i sina hemländer, Australien respektive Kanada. Utan era kunskaper hade vissa delar av rapportens problemformuleringar inte kunnat besvaras.
<i>Övriga internationella kontakter</i>	Författarna vill även ta tillfället i akt att tacka Szymon Kokot-Góra, Art Arnalich, Christophe Albert, George Bokias, Richard Scheerder och Carl Seielstad som också ställt upp och svarat på frågor från ett internationellt perspektiv gällande skogsbränder.
<i>Marika Hakala Pontus Willegard SjöEvent i Västerås AB</i>	Stort tack till er som hjälpt till med illustrationer och foton.

Sammanfattning

Sommarens stora händelse, skogsbranden i Västmanland, var startpunkten för den här rapporten. Även om skogsbranden var den största i modern svensk historia och på så vis unik i sitt slag så dokumenteras ett antal tusen bränder i skog och mark varje år i landet. Med förväntade höjda medeltemperaturer på jordklotet tror författarna att händelser liknande den i Västmanland inte kommer vara lika sällsynta längre och därmed föddes idén om en analys av skogsbrandshanteringen.

De första kapitlen i rapporten är av teoretisk karaktär där bland annat förutsättningarna för brand, det vill säga typ av vegetation (bränsle), väder och topografi, behandlas. Dessutom presenteras olika skogsbrandsbegrepp och spridningsätt. På nationell nivå kommer släckinsatsen i Västmanland att vara i fokus men operationen vid brandförloppet i Boden sommaren år 2006 kommer också att behandlas. Det svenska arbetssätt som erhålls från de två fallstudierna sammanställs för att i en analyserande del jämföras med internationella strategier och tekniker. De internationella influenserna utgörs främst av länderna Australien och Kanada som varje år drabbas hårt av stora skogsbränder och som således har många erfarenheter samt kunskaper kring ämnet. Metoden som nyttjas för att få fram underlag utgörs av litteraturstudier, intervjuer, skogsbrandsseminarium samt platsbesök i en branddrabbad skog.

De slutsatser som kan dras är följande;

- Det finns ett stort behov av en nationell stödgrupp som den kommunala räddningstjänsten kan kontakta vid behov av expertis och stöttning gällande skogsbrandhantering.
- Författarna tror på vikten av att tänka framåt, det arbete som utförs idag är för att skapa bättre förutsättningar kommande dagar. För att uppnå ett längre framtida tänk krävs en utveckling inom brandriskprognoser (där den nationella stödgruppen med fördel kan fungera som ett hjälpmedel vid tolkning av index).
- Det finns tekniska utvecklingsmöjligheter i form av införande av drönare samt möjligheter till ett nordiskt samarbete gällande vattenbombande luftburna fordon.
- Det finns ett behov av att skapa rutiner för ett kontinuerligt samarbete mellan skogsägare, skogsbolag, räddningstjänst och Länsstyrelse.

Summary

The forest fire in Västmanland in the summer of 2014 was the biggest in Swedish modern history. While the size of this fire made it unique, there are thousands of forest fires being reported all over Sweden every year. With expected higher temperatures worldwide due to the climate change, we believe forest fires like that in Västmanland won't be as rare in the future. For this reason, more research is needed on the subject of forest fire management.

The report starts with a theoretical composition describing the presumptions for a fire - videlicet vegetation (fuel), weather and topography.

The report then continues with a study of domestic (Swedish) and international forest fire management method. The domestic way of handling forest fires will be analyzed and compared with international methods. Domestically, we will focus mainly on the operation in Västmanland, but also a fire in Boden in 2006 will be used as a foundation. Internationally, we will focus mainly on Australia and Canada, two nations which are every year highly affected of forest fires and therefore have a lot of competence in forest fire management.

The methods used for conducting this report include literature studies, interviews, forest fire seminars and a fieldtrip to a fire affected forest.

The conclusions we draw from this study are following;

- The Swedish rescue service has a very high competence in putting out forest fires but there is a need for a national support group with vast knowledge and experience of forest fire management that can be deployed when needed.
- A broader use of fire risk forecasts can prevent forest fires to appear or grow big.
- Increased use of technology. For example the usage of drones when managing forest fires because of economic and safety benefits and a wide application range.
- It is necessary to create procedures for cooperation between forest owners, county boards and the rescue service to prevent forest fires.

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE OCH MÅL	2
1.3 METOD	2
1.4 BEGRÄNSNINGAR	3
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
1.6 MÅLGRUPP	3
2. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR SKOGSBRAND	5
2.1 TRE GRUNDLÄGGANDE FAKTORER FÖR SKOGSBRAND	5
2.2 BRÄNSLETYP	6
2.3 TOPOGRAFI	8
2.4 VÄDER	9
2.5 BRANDRISKPROGNOSE	10
3. SKOGSBRANDEN	15
3.1 SKOGSBRANDBEGREPP	15
3.2 SKOGSBRANDENS UTBREDNING	16
3.3 OLIKA TYPER AV SKOGSBRÄNDER	17
3.4 BRANDORSAK	21
3.5 SKOGSBRANDEN I SIFFROR	22
4. SLÄCKINSATSEN	26
4.1 ANGREPPSSÄTT	26
4.2 SLÄCKMETODER FRÅN MARKEN	29
4.3 SLÄCKMETODER FRÅN LUFTRUMMET	32
4.4 SLÄCKMEDEL	34
4.5 UTRUSTNING	36
4.6 EFTERSLÄCKNING OCH BEVAKNING	37
5. SKOGSBRANDEN I VÄSTMANLAND	38
5.1 PLATSBESKRIVNING	38
5.2 FÖRUTSÄTTNINGAR	40

5.3 BRANDFÖRLOPPET	43
5.4 HANTERINGEN AV SKOGSBRANDEN	49
5.5 BRANDENS KONSEKVENSER	53
6. SKOGSBRANDEN I BODEN	54
6.1 PLATSBESKRIVNING	54
6.2 FÖRUTSÄTTNINGAR	56
6.3 BRANDFÖRLOPPET	57
6.4 HANTERING AV SKOGSBRANDEN	60
6.5 KONSEKVENSER	61
7. HANTERING AV SKOGSBRÄNDER I SVERIGE	62
8. INTERNATIONELLT PERSPEKTIV	64
8.1 FÖRUTSÄTTNINGAR	64
8.2 LIKHETER	64
8.3 SKILLNADER	66
8.4 HANTERING AV SKOGSBRÄNDER UR ETT INTERNATIONELLT PERSPEKTIV	71
9. JÄMFÖRELSE	74
10. DISKUSSION	76
10.1 METOD	76
10.2 AVGRÄNSNINGAR OCH BEGRÄNSNINGAR	76
10.3 FÖREBYGGANDE	77
10.4 STRATEGI OCH TAKTIK	78
10.5 RESURSER	80
10.6 NY TEKNIK	81
10.7 ÖVRIGT	81
11. SLUTSATSER	82
12. FORTSATT ARBETE	84
13. REFERENSER	86
BILAGOR	I

1. Inledning

Detta arbete behandlar hanteringen av bränder i skog och mark med skogsbranden i Västmanland sommaren 2014 som ett centralt exempel. I denna inledande del behandlas bakgrunden till rapporten samt dess syfte och mål. Dessutom beskrivs arbetsprocessen, begränsningar, ansatta avgränsningar samt projektets målgrupp.

1.1 Bakgrund

När SOS larmades om en skogsbrand i nordöstra delarna av Surahammars kommun klockan 13.31 torsdagen den 31 juli i år kunde nog ingen ana att branden senare skulle komma att kallas för "den största skogsbranden i modern svensk historia". En person omkom, en individ kom att skadas allvarligt och mer än tusen människor evakuerades. Ungefär 14 000 hektar mark brandskadades och flora och fauna i området kom att påverkas starkt (Ivansson 1, 2014). När förloppets mest kritiska dagar hade passerat tog det inte lång tid innan det började talas om "stora brister" i den kommunala räddningstjänsten. I huvudsak riktades kritik mot det initiala arbetet innan Länsstyrelsen övertog ansvaret. Det var någonstans där grundidén till detta examensarbete föddes, en studie om den svenska skogsbrandshanteringen. Hur fungerar egentligen det praktiska arbetet ute på fältet, från brandförloppets start till slut? Vilka lärdomar kan dras från den stora branden och hur väl fungerade använda metodiker? Med tanke på att sådana omfattande händelser likt den i Västmanland förutspås ske mer frekvent i framtiden till följd av förväntade klimatförändringar (Granström, 2009) blir inte rapporten mindre aktuell. Således sådde sommarens stora händelse fröet till examensarbetet och därför kommer branden i Västmanland att utgöra en central fallstudie i rapporten men ska enbart ses som en del i en större studie av skogsbrandshantering.

Kunskaperna kring skogsbränder av den större storleken är ringa i landet, det är flera inom branschen eniga om (Ivansson 1, 2014). Information om bästa hantering och angreppssätt är data som finns väl dokumenterat för flera olika typer av inomhusbränder i litteratur som "Enclosure Fire Dynamics" (Karlsson & Quintiere, 2000) och "Vatten och andra släckmedel" (Särdqvist, 2013). Men då det kommer till bränder i skog och mark är den vetenskapliga dokumentationen betydligt skralare på så väl nationell som internationell nivå. Vilket med största sannolikhet beror på att skogsbranden är ett komplext fenomen, brandens spridningssätt, hastighet och effektutveckling är parametrar som starkt kommer påverkas av externa förutsättningar så som väder, topografi och typ av bränsle (Hansen, 2003). Dessutom kan de yttre omständigheterna snabbt ändras, vinden kan exempelvis byta riktning eller ett väntat regn kanske aldrig faller. Uppfattningen om att kunskapsbanken gällande släckmetodik vid den här storleken på skogsbränder var bristfällig gjorde inte författarna mindre intresserade och därmed var examensarbetets ämnesområde fastställt.

1.2 Syfte och mål

Syftet med arbetet var att studera den kommunala räddningstjänstens hantering av bränder i skog och mark där skogsbranden i Västmanland kom att utgöra ett centralt exempel. Vidare var syftet att analysera andra länders hantering, där länder med stora erfarenheter inom ämnet valdes ut. Målsättningen med projektet var att jämföra den svenska hanteringen mot ett internationellt perspektiv och se vilka potentiella förbättringar som skulle kunna implementeras i Sverige.

1.2.1 Problemformulering

Utifrån ovanstående syfte och mål fastställdes följande problemformuleringar.

- Hur hanterar svensk räddningstjänst skogsbränder?
- Hur hanteras skogsbränder ur ett internationellt perspektiv?

Till sist gjordes en jämförelse mellan svensk och internationell skogsbrandshantering där centrala skillnader belystes.

1.3 Metod

För att läsaren lättare ska kunna följa arbetsgången studeras figur 1.1 med fördel samtidigt som nedanstående text läses.

Examensarbetet inleds med en omfattande litteraturstudie där data av mer översiktlig karaktär inhämtas från redan färdigställda rapporter och dokument. Utifrån detta underlag sätts rapportens problemformuleringar som sedan ligger till grunden för fortsatta studier. Därefter inleds en utredning av skogsbranden som fenomen, där olika begrepp, spridningssätt och yttre betingelser studeras. Med yttre betingelser menas bland annat topografi, vegetation och klimat. Dessutom kommer en liten del av rapporten att behandla brandriskprognoser. Därefter följer en utredning av olika angreppssätt och varför just dessa används. Denna initiala del av rapporten med kunskaper av mer generellt slag är en förutsättning för att vidare kunna analysera specifika skogsbrandsexempel. Nästa steg i processen behandlar verkliga fall, där skogsbranden i Västmanland kommer utgöra huvudexempel. Fakta gällande hanteringen av händelsen i Västmanland inhämtas genom litteratur, intervjuer av personer direkt engagerade i insatsen (brandmän), skogsbrandsseminarium anordnat av MSB samt platsbesök i det berörda området. Därefter sammanställs brandförloppet med tillhörande förutsättningar samt information kring hanteringen av händelsen.



Figur 1.1. Schematisk skiss över använd metod under rapportskrivandet.

Vidare studeras hanteringen vid ytterligare en skogsbrand i Sverige (Boden), då författarna ansåg att endast en operation inte kan representera hela landets förmåga att bekämpa skogsbränder. Genom att göra två svenska studier erhålls således ett större djup i rapporten. Dock kommer underliggande material för det sistnämnda brandförloppet enbart utgöras av litterär karaktär. Nästa steg är att få ett internationellt perspektiv på arbetsmetodiker vid bränder i skog och mark, fakta erhålls genom intervjuer av sakkunniga inom området och litteraturstudier. En jämförelse görs mellan hanteringen i Sverige och de internationella influenserna i en analyserande del och kvalitativa bedömningar görs av författarna. Med stöd från analysen diskuteras sedan behovet av andra strategier och resurser vid framtida skogsbränder i Sverige.

1.4 Begränsningar

En begränsning som alltid är närvarande är det faktum att ett brandförlopp aldrig är det andra likt, även på experimentell nivå med samma förutsättningar kommer variationer i utbredning och hastigheter att uppstå om än förhållandevis små. Detta är en omständighet som är väldigt svår att göra någonting åt. När det sedan talas om bränder i skog och mark som påverkas av diverse yttre betingelser så som typ av bränsle, relativ luftfuktighet, vind, marklutning, temperatur, tid på dygnet etcetera så är det svårt att ens hitta två fall som är snarlika. På grund av denna begränsning ska rapportens jämförelser mellan de olika brandförloppen med tillhörande angreppsmetoder göras med största försiktighet.

1.5 Avgränsningar

Vid en skogsbrand av den storlek som händelsen i Västmanland kommer oerhört många aktörer att vara delaktiga men fokus i denna rapport kommer att ligga på räddningstjänstens arbete. Räddningstjänsten har i sin tur en rad olika arbetsuppgifter från administrativ nivå till fältarbetet och i detta projekt görs avgränsningen till den praktiska hanteringen ute på skadeplats. Dessutom kommer begränsad hänsyn att tas till ekonomiska och ekologiska aspekter.

Vid granskning av internationell skogsbrandshantering kommer ett antal länder med stor erfarenhet inom ämnet att väljas ut, således kommer det internationella perspektivet vara avgränsat till specifika nationer.

1.6 Målgrupp

Detta arbete vänder sig främst till individer med anknytning till skogsbrandsbekämpning vilket i Sverige till stor del innebär räddningstjänstens personal men även ett antal andra aktörer. Likväl kan lärare och studenter inom brandingenjörsprogrammet finna intresse i studien. Till sist kan vissa avsnitt vara värdefulla för skog- och markägare. Rapporten kräver inga större förkunskaper utan alla välkomnas att ta del av den.

2. Förutsättningar för skogsbrand

För att få förståelse för skogsbränder är det viktigt att läsaren är insatt i vilka förutsättningar som krävs för en skogsbrand och vilka faktorer som påverkar brandens beteende. Det är i synnerhet tre grundläggande faktorer som styr skogsbrandens beteende, dessa är bränsle, väder och topografi. Dessa faktorer kan även användas för att ställa en prognos över risken för skogsbrand i skog och mark. Kapitlet avslutas med att beskriva brandriskmodellerna med dess ingående variabler.

2.1 Tre grundläggande faktorer för skogsbrand

En skogsbrand skiljer sig enormt mycket från en brand i ett slutet utrymme (rum eller byggnad) vilket främst beror på den stora tillgången bränsle och syre. Det som istället kommer att styra branden är typ av bränsle, väder och topografi, se figur 2.1. Kriterierna är höga för att en skogsbrand ska fortskrida spontant. För vissa bränslen är strukturen alldeles för kompakt eller fuktig för att det ska kunna ske en förbränning. Sveriges brandriskperiod stäcker sig från april till augusti. Men till största delen av året är bränslet just alldeles för fuktigt för att förbränning ens skulle vara tänkbart. Skogsbränder skiljer sig mycket från varandra i både intensitet och spridningshastighet, vilket gör brandbekämpningen i förekommande fall till en invecklad process. För att kunna läsa bränder i det fria och förstå dess beteende måste skogsbrandens grundläggande processer och faktorer hanteras. Nedan listas faktorernas ingående egenskaper som är av betydelse för brandensbeteende (Granström, 2003).

Väder

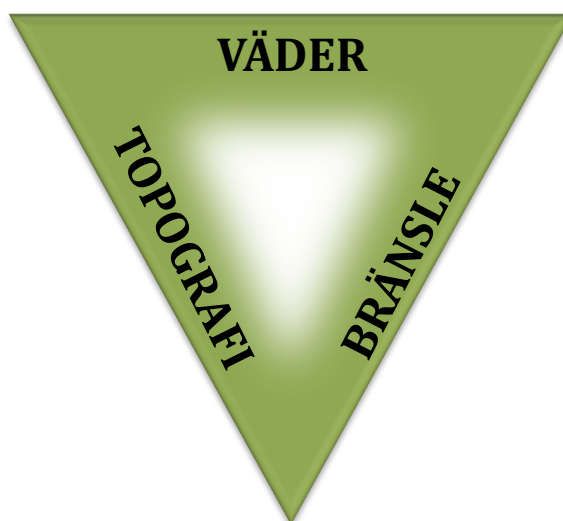
- Vind
- Temperatur
- Luftfuktighet

Topografi

- Terräng
- Sluttning
- Läge

Bränsle

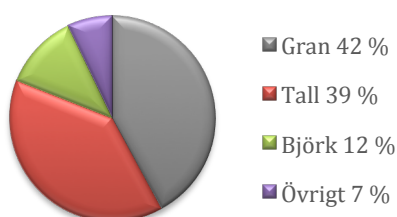
- Bränsletyp
- Kontinuitet
- Fukthalt



Figur 2.1. Skogsbrandstriangel

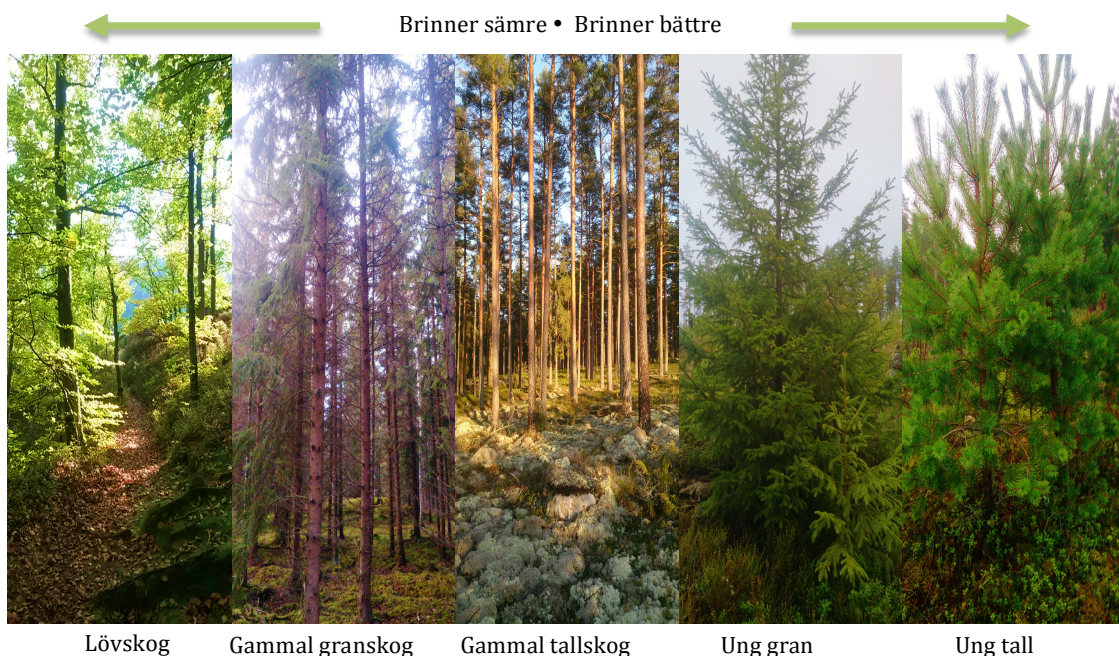
2.2 Bränsletyp

Vid skogsbränder har vegetationen stor betydelse då den utgör brandens bränsle. Vegetation är jordens växttäckte och kan bestå av allt från skogar till mikroalger. Beroende på miljö och klimat varierar sammansättningen av vegetation från södra till norra Sverige. Av Sveriges 41 miljoner hektar land består 23 miljoner hektar av skog. Sett till folkmängd och areal skog är Sverige ett av världens skogrikaste länder. De vanligaste trädslagen presenteras i figur 2.2 (Skogsstyrelsen 1). Ungefär 50 procent av Sveriges skogar ägs av enskilda skogsägare och 40 procent ägs av privata eller statliga aktiebolag (Skogsstyrelsen 2).



Figur 2.2. Sveriges vanligaste trädslag.

Lövskog är ett bränsle med högre fukthalt än barrträden och därför är det oftast markvegetationen som brinner i lövskogsbränder. Barrträd har inte lika hög fukthalt och antänds lättare, i synnerhet tallen. Det är även skillnad på gammal och ung skog, se figur 2.3, där äldre skog har svårare att avge fukt och är mer lik brandförloppet i en lövskogsbrand. Den unga skogen ger däremot ett snabbt brandförlopp men har en lägre effektutveckling (Hansen, 2003).



Figur 2.3. Illustration över skillnaden i hur bra olika trädtyper brinner vid skogsbrand.

Ett områdes brandhistorik och markens nedbrytningstakt går hand i hand med hur jordskikten ser ut. Mark som inte brukats eller har brunnit kan ansamla metertjocka lager humus där näringen är hårt bunden i marken (Wallander, 2013). Inom skogsbruket utförs naturvårdsbränningar då det gynnar förnyrningsprocessen och den grundläggande ekologiska processen. Hyggesbränningar förekom fram till slutet av 1960-talet i syfte att markbereda men metoden ersattes av maskiner. De senaste tio åren har bränningar börjat användas i jordbruket igen men i syfte att främja den biologiska mångfalden (Weslien, 2005).

2.2.2 Kontinuitet

Bränslets fördelning beskriver hur kontinuerligt bränslet är, vilket anger brandens möjlighet att spridas vertikalt och horisontellt. Till exempel kan vertikal spridning ha med avståndet mellan lägre och högre bränsle att göra. Längst ner i barrskogen finns markförnan med rötter och andra organiska material och ovan den finns fallförnan där bränder oftast startar med barr och kvistar. Ovan detta finns grenar och risväxter som förbinder bränslena till varandra och skapar goda förutsättningar för att spridning ska ske vertikalt. Vid horisontell fördelning är bränslet kontinuerligt längs marken och kan på så vis sprida branden vidare i terrängen. Mängden bränsle har även stor betydelse eftersom större mängd bränsle bidrar till att desto mer energi utvecklas eftersom brandbelastningen blir högre (Hansen, 2003).

2.2.3 Fukthalt

Bränslets fukthalt har betydelse för skogsbrandsförloppet då det tar energi från branden att omvandla fukten i materialet. Kompakt bränsle ändrar inte fukthalten så snabbt vid förändringar av den relativa fuktigheten så som finfördelat bränsle gör. Nedan ses tabell 2.1 för finfördelade bränslen som kan ge indikationer på förväntat brandförlopp vid en given bränslefukthalt och relativ fuktighet (Hansen, 2003).

RF [%]	Bränslefukthalt [%]	Förväntat brandförlopp
>60	>20	Svårantändligt.
45-60	14-20	Liten risk för antändning. Lägereldar kan orsaka spridning.
30-45	10-14	Medelstor risk för antändning. Efter antändning sker den fortsatta spridningen med mindre bränder.
26-40	8-10	Hög antändningsrisk; eventuella antändningar av trädtoppar kan förekomma. Flygbränder kan förekomma vid kraftiga vindar. Medelstora skogsbränder.
15-30	5-7	Snabb antändning; markbränder vandrar upp längs trädstammarna och kan orsaka omfattande toppbränder. Flygbränder med långt spridningsavstånd förekommer. Stora och svårkontrollerade bränder.
<15	<5	Mycket lättantändligt, mycket aggressivt brandförlopp, omfattande flygbränder och toppbränder. Mycket stora och svårkontrollerade skogsbränder.

Tabell 2.1. Relativ fuktighet och bränslefukthalt sam dess förväntade brandförlopp (Hansen, 2003).

2.3 Topografi

Som nämnts tidigare påverkas en skogsbrand av landskapets topografi, det vill säga om det är sluttningar eller andra landformationer i naturen. En brand i en uppförsbacke ger flammorna en helt annan angreppsvinkel och brandspridningen blir snabbare och mer intensiv. Ju brantare en sluttning är desto snabbare blir brandspridningen på grund av att bränslet "ovanför" branden förvärms. Beroende på om en sluttning ligger i sydligt eller nordligt läge påverkar markförhållandena en potentiell brand på olika sätt. En sluttning i sydligt läge får mer sol och värme och därmed förväntas temperaturen vara högre och fukthalten i bränslet lägre. Vindar som går uppför en sluttning ökar spridningshastigheten och därför är brandens placering i sluttningen avgörande för brandspridningens ökning. Figuren nedan, figur 2.4, visar hur en brand beter sig i en sluttning. Självklart styrs en mycket stor brand inte lika mycket av yttre faktorer som en liten skogsbrand gör. En stor skogsbrand skapar lokalt väder i form av rökpelare från branden som kan öka brandspridningen genom att torka ut bränslet och skapa flygbränder. Begreppet flygbränder samt andra typer av bränder behandlas senare i rapporten. En liten brand kan komma begränsas av naturliga brandbarriärer som sjöar, vägar och floder. Alternativt kan brandbarriärer dämpa, stoppa eller få branden att ändra riktning (Hansen, 2003).

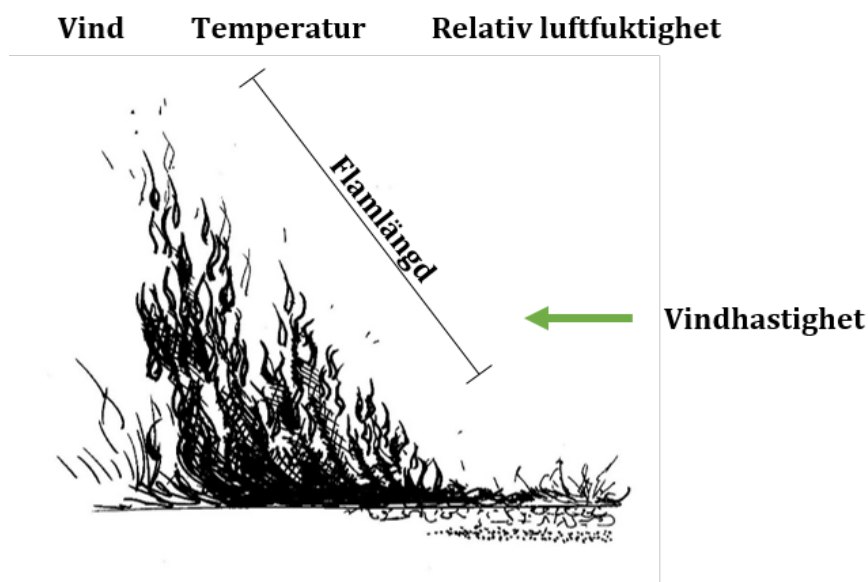


Figur 2.4. Illustration på hur flammorna stryker längsmed marken i en sluttning samt hur spottningar och gnistkast skapar småbränder (Illustratör: Marika Hakala)

2.4 Väder

Vid brand påverkar vinden brandspridningen genom att tillföra syre, öka hastigheten, torka ut bränslet och skapa flygbränder genom att transportera glöd. Skogsbrandsbegreppen beskrivs i kapitel 3. Figur 2.5 visar hur vädret med dess variation påverkar en skogsbrand. Vegetationen torkar ut ännu snabbare om stark vind gör att brandgaser sprids långsmed marken. Bränsle som värmts upp antänds lättare och har ett snabbare och intensivare brandförlopp än innan det värmts upp. Fukthalten sjunker när bränslet värms upp och en sommar som varit varm och torr kan innebära svårsläckta skogsbränder.

Luftfuktigheten beskriver mängden vattenånga i luften och det krävs mer vattenånga för att mätta varm luft än kall luft. När det talas om relativ fuktighet anges förhållandet mellan luftens fukthalt och den mängd fukt som luften maximalt kan innehålla. Vid soluppgången, när temperaturen är som lägst, är den relativa luftfuktigheten högst. Därefter sjunker relativa fuktigheten och når sitt lägsta värde under eftermiddagen för att sedan stiga igen när temperaturen sjunker. Generellt är relativa fuktigheten mindre under sommaren på grund av att temperaturerna är högre och därför är fukthalten i marken mycket lägre vid den här tiden på året. På hösten och vintern är mängden nederbörd högre och temperaturerna lägre, vilket gör att relativa fuktigheten ökar (Hansen, 2003).



Figur 2.5. Illustration över vädrets påverkan vid en skogsbrand (Illustratör: Marika Hakala)

2.4.3 Klimatförändringar

Klimatförändringar har observerats sedan 1950-talet och det har noterats att världshaven blivit varmare, havsnivåerna stigit samt mängden snö och is har minskat. Det råder inget tvivel om att utsläpp av växthusgaser orsakat och fortfarande orsakar uppvärmning och förändringar i klimatsystemet (Kjellström, 2014). MSB genomför klimatanalys för framtida skogsbrandrisk där de undersöker olika klimatscenarier. Analyserna berör ett varmare och torrare klimat som kommer att bidra med större andel lövträd, vilket minskar brandspridningsrisken, men som bidrar till en riklig vegetation med ökat bränsle. Enligt en simulering gjord av dåvarande Räddningsverket, numera Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), kommer antalet brandriskdagar i framtiden att öka, med 50 procent i södra Sverige fram till år 2100. Detta kommer att leda till att resurser för brandbekämpning blir begränsade om flera stora bränder uppstår samtidigt. Självklart är osäkerheterna stora när framtida klimat studeras och de bidrar till en viss begränsning vid brandriskmodeller (FOI, 2012).

2.5 Brandriskprognoser

De faktorer som nämns i avsnitten ovan utgör de ingående variabler som krävs för att ställa en brandriskprognos. Denna prognos kan utgöra en del av ett beslutsunderlag vid en insats. Kan en prognos ställas för hur en skogsbrand kommer att bete sig så innebär det att risker vid släckningsarbetet kan reduceras samt att kostnaderna för samhället kan komma att minska. För att kunna göra detta gäller det att arbeta förebyggande och att under en skogsbrand läsa av vad som händer just nu och framåt. Det finns en mängd olika skogsbrandsmodeller och prognosverktyg, nedan beskrivs de i dagsläget vanligaste i Sverige.

2.5.1 HBV skogsbrandsmodell

Ett sätt att arbeta preventivt mot skogsbränder är att använda brandriskprognoser som kan indikera vilka förutsättningarna är för en eventuell skogsbrand i ett område. Enligt Lagen om Skydd mot Olyckor (LSO) är det regeringen, eller vid överlåtelse en förvaltningsmyndighet eller kommun, som får meddela föreskrifter om förbud mot eldning utomhus samt andra likande förebyggande åtgärder mot brand, 10 kap 1 § Lag (2003:778) och 2 kap 7 § Förordning (2003:789). Eldningsförbud införs oftast då brandriskprognoserna visar att det råder stor eller mycket stor brandfara och förväntas vara långvarigt.

För att ställa en prognos över brandrisken i skog och mark kan ett verktyg användas som Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) tagit fram för MSB. Modellen heter HBV som står för Hydrologiska Byrån Vattenbalansavdelningen, efter den avdelning på SMHI som tog fram modellen. För att kunna applicera denna modell i en brandriskprognos togs ytterligare en variant fram som benämns HBV skogsbrandsmodell, förkortas HBVS. Skillnaden är att HBVS anger fukthalten i två markskikt istället för enbart ett markskikt som i HBV-modellen (Granström, 2003). HBVS har dygnsmedeltemperatur och -nederbörd som indata. Fuktigheten i markskikten avgörs av nederbörd, avdunstning och avrinning till djupare skikt. Markskikten kan hålla kvar en viss mängd vatten beroende på hur mycket som redan magasineras i marken. Är marken väldigt blöt förs en stor del av nederbördsvattnet vidare till avrinning. Maximal vattenmagasinering i det övre skiktet är 20-25 millimeter och i det undre skiktet 180-225 millimeter. Den maximala vattenmagasineringen i de olika skikten kan variera beroende på var i landet den beräknas. Båda skiktens fukthalt måste vara låga för att ge extremt höga brandriskvärden.

För att kunna beräkna markfuktighetsindexet måste först båda skiktens värden vägas samman till ett viktat fuktighetsvärde. Det viktade värdet översätts till sex olika nivåer av markfuktighetsindex från 1 till 5E, där 5E anger den högsta brandrisken, se tabell 2.2.

Viktat markfuktighetsvärde (HBVS)	Markfuktighetsindex (HBVI)
100 ≥ HBVS ≥ 74	1 - Mycket blött
74 ≥ HBVS ≥ 59	2 - Blött
59 ≥ HBVS ≥ 43	3 - Måttligt blött
43 ≥ HBVS ≥ 33	4 - Torrt
33 ≥ HBVS ≥ 28	5 - Mycket torrt
28 ≥ HBVS ≥ 0	5E - Extremt torrt

Tabell 2.2. Viktat markfuktighetsvärde (SMHI, 2013).

Med denna data gör SMHI en analys där ett brandriskvärde beräknas. I Sverige använder man HBV-indexet med en översättning till en FWI skala (SMHI, 2013). Detta FWI-värde kan översättas till ett brandriskindex enligt tabell 2.3. För varje dygn från den 10 april till den 31 augusti publiceras kartor och brandriskvärden på hemsidan för SMHI och då är det enbart FWI-värdet som används i bedömningen av brandrisken (MSB 4).

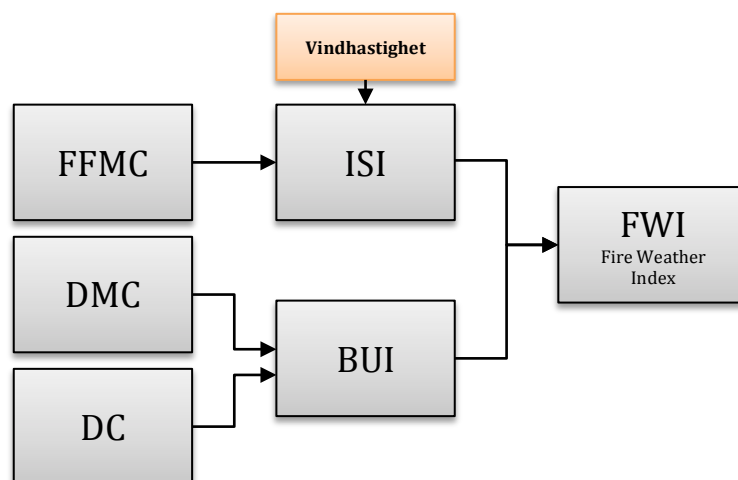
FWI-värde	Brandriskindex
<1	1 - Mycket liten brandrisk
1-6	2 - Liten brandrisk
7-16	3 - Normal brandrisk
17-21	4 - Stor brandrisk
22-27	5 - Mycket stor brandrisk
28-	5E - Extremt stor brandrisk

Tabell 2.3. FWI-värden för olika brandriskprognoser (Brandfakta).

2.5.2 CFFDRS skogsbrandsmodell

Framställningen i detta avsnitt bygger, om inget annat anges, på en intervju med Annie Johansson¹. Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS) är ett system som används för att kunna göra en prognos för hur en skogsbrand kommer att bete sig och för att i sin tur kunna arbeta effektivt och säkert med släckning. Systemet består bland annat av delmodellerna Fire Weather Index (FWI) och brandbeteendemodellen Fire Behavior Prediction (FBP). Beroende på vilken information som önskas kan FBP vara ett delmål eller ett slutmål för en brandriskprognos där övriga delmodeller som utgör CFFDRS inte behövs i beräkningarna. För att få fram ett värde på CFFDRS används FWI och FBP, där FWI beräknas med dagliga mätningar av temperatur, nederbörd, relativ luftfuktighet och vindhastighet. FWI kan ses som ett värde för en svensk standardskog, med både barrträd och lövträd samt en mixad markvegetation. För att kunna göra en prognos över skogsbrandens beteende i en ämnad skog måste därför detta värde kompletteras med FBP som anger den exakta fördelningen av trädtyper och markvegetation över området som angås. Först när dessa två kombinerats kan en exakt prognos ställas för just den skog som avses.

Bränslet som finns i Sveriges skogar och mark måste stämma överens med FWI-modellens indata och anpassas med hjälp av FBP efter de förhållanden som råder. FWI-värdet som beräknas kan användas vid bedömning av brandrisk i skog och mark, men det är viktigt att ta med de delfaktorer som står bakom FWI, se figur 2.6 och 2.7 (Hansen, 2003). Figur 2.6 ger en översikt över de grundvärden och mellanindex som behövs vid beräkning av FWI.

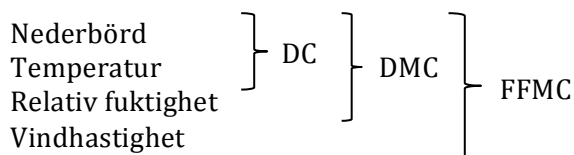


Figur 2.6. Uppbyggnaden av FWI med dess delfaktorer.

¹ Wildland Fire Behavior Specialist (WFBS), Annie Johansson, Kyllesjö Skog, intervju 2014-11-09

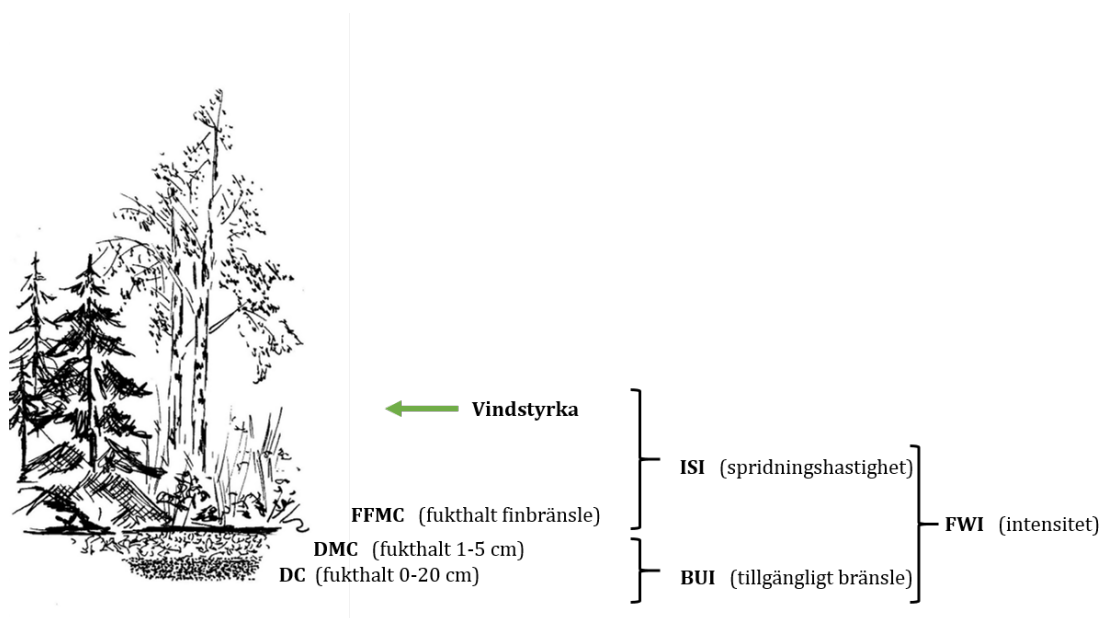
I den vänstra kolumnen i figur 2.6 finns förkortningar för de olika markskikt där fukthalten mäts. Fine Fuel Moisture Code (FFMC) anger markfukten i det ytligaste skiktet med finbränsle som barr, blad och gräs vilket avgör antändnings- och brandspridningsmöjligheter. I det markskiktet är den maximala vattenmagasineringsen mindre än 1 millimeter. Något djupare ner i markskiktet mäts Duff Moisture Code (DMC) där det finns mossa, förna eller humus. Markfukten som beräknas i det här skiktet indikerar både fukthalten i humusskiktet samt i medelgrov ved. DMC är i behov av 1,5 millimeter nederbörd för att påverkas.

Det sista skiktet där Drought Code (DC) fastställs, är det djupaste skiktet som FWI mäter fukthalt i. DC anger möjligheten för glödbränder i humuslager att pågå under en lång tid samt förbränning av grövre ved. För att påverka detta värde krävs 2,9 millimeter nederbörd. Figur 2.7 förtydligar vilka faktorer som påverkar de olika indata för FWI. Se Bilaga B för vad olika värden på indata och index anger samt dess kritiska värden.



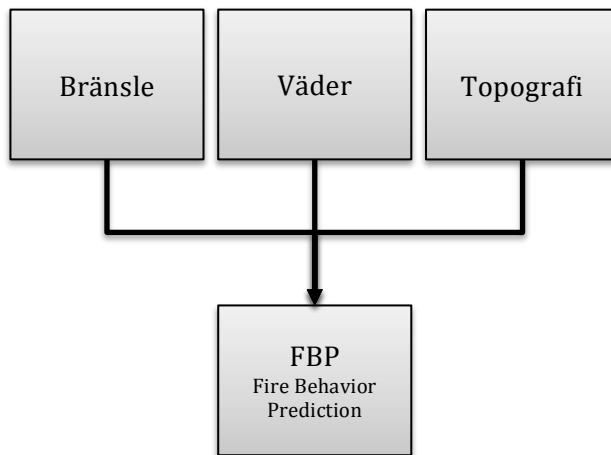
Figur 2.7. De faktorer som påverkar indata i FWI.

Initial Spread Index (ISI) är ett av de två "mellanindex" som ingår i FWI och anger förväntad spridningshastighet då det kombinerar aktuell vindstyrka och FFMC utan någon påverkan av eventuell variation i bränslet. Built Up Index (BUI) kombinerar i sin tur DMC och DC och anger mängden tillgängligt bränsle. Figur 2.8 förtydligar de olika faktorerna samt indexen.



Figur 2.8. Ingångsvariabler i Fire Weather Index (Illustratör: Marika Hakala).

FWI med dess "mellanindex" kan appliceras på verklig skala om faktorer som bränsleförhållanden, topografi och aktuellt väder tas med i beräkningarna. Fire Behavior Prediction (FBP) sammanväger faktorerna bränsletyp, vindhastighet och -riktning, lutningsgrad och -riktning samt höjd över havet, se figur 2.9. Väderdata fås av FWI, bland annat genom FFMC, ISI och BUI. Det finns 16 olika bränsletyper för olika biotoper som anger bränsleförhållanden (Hansen, 2003).



Figur 2.9. Indata för FBP.

FBP har, som nämnts ovan, 16 förval av bränsletyper som beskriver kategorier av de vanligaste vegetationstyperna. Vegetationen i Kanada och Sverige är relativt likartad och därför är denna modell tillämpbar även för skandinaviska förhållanden (Hansen, 2003). De värden som fås ut av FBP och FWI kan utgöra ett beslutsunderlag vid en insats.

För att i praktiken sätta ihop alla ingående variabler till CFFDRS används "The Red Book". Det görs genom att föra in alla beräknade och uppmätta värden på nederbörd, temperatur, relativ fuktighet, vindhastighet, markfuktighet m.m., för att i tabellerna som finns i The Red Book kunna ta fram värdet på respektive index (BUI, ISI och FWI). Därefter kan en prognos ställas för brandens beteende. Frågor som beslutsunderlaget CFFDRS kan komma att besvara kan exempelvis vara:

- Hur hög spridningshastighet kommer branden att få?
- Hur ser brandförloppet ut timvis?
- Kommer det att bli en hög- eller lågintensiv brand?
- Toppbrand eller låg löpbrand?
- Hur stor svårighetgrad förväntas släckningsarbetet och begränsningen av branden att få?
- Behövs maskiner och/eller bekämpning från luften? Kan branden hanteras säkert från marken?
- Finns risk för "blow-up" och hur kommer brandplymen att se ut?
- Hur långt kommer spottningar och gnistkast nå?

Att följa brandrisk prognoserna under en insats kan vara avgörande för hur släckningsarbetet kan planeras på ett säkert och strategiskt sätt. Det är viktigt att ha i åtanke att beslutsunderlag i form av CFFDRS är en empirisk modell och att det även är av stor vikt att tidigare erfarenhet och sunt förnuft vägs in i händelse av skogsbrand (Granström, 2009).

3. Skogsbranden

I detta kapitel utreds fenomenet skogsbrand och begrepp som är starkt knutna till ämnet förklaras. De olika spridningssätten utreds och till sist redovisas statistik och historik gällande bränder i skog och mark.

3.1 Skogsbrandsbegrepp

I detta avsnitt sammanfattas grundlig terminologi inom området och som således kommer användas vidare i rapporten. Begreppen nyttjas främst vid instruktioner och ordergivning. I figur 3.1 ses en schematisk skiss över en skogsbrand och begreppen eldband, flank, flygbrand, flygel, front och rygg illustreras. All information i avsnitt 3.1 är hämtad från (Hansen, 2003) om inget annat anges.

Eldband

I figur 3.1 ses en svart streckad linje, denna del av skogsbranden brukar kallas för eldband. Ett eldband utgör det brinnande området runt den avbrända ytan.

Flank

Området mellan brandens rygg och front benämns för flank. Enkelt uttryckt utgör flankerna skogsbrandens sidor.

Flygbrand

En brand utanför den ursprungliga skogsbrandens spridningsområde. En flygbrand kan exempelvis uppkomma genom att glödande partiklar sprids med hjälp av vinden.

Flygel

Flyglarna återfinns vid frontens yttre delar och utgör därmed en gränspunkt mellan brandens front och flank. I jämförelse med fronten är skogsbrandens effektutveckling något lägre i detta område.

Front

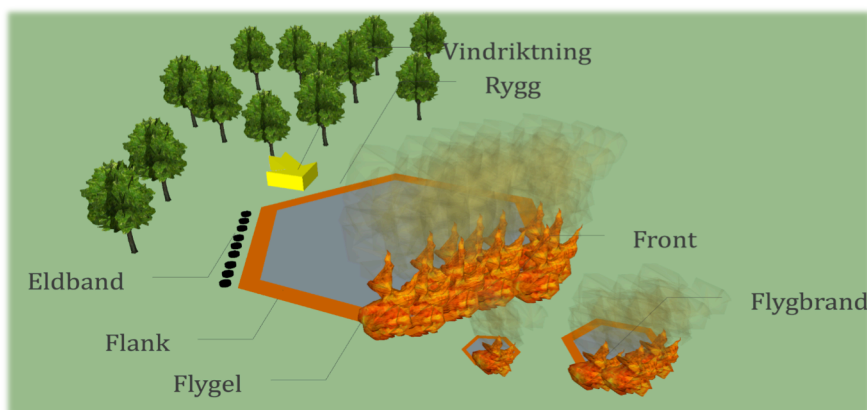
Fronten benämns den främre delen av skogsbranden, vilket åskådliggörs i figur 3.1. Det är i synnerhet här kontakten med det nya bränslet sker. I detta område påträffas brandens högsta spridningshastighet och effektutvecklingen är som störst här vilket i sin tur genererar att ytan blir svårsläckt.

Rygg

Den bakre delen av skogsbranden kallas för rygg. Här är spridningshastigheten samt effektutvecklingen som lägst vilket kan förklaras med att mer eller mindre allt bränsle är förbrukat och ingen hjälp av vind, för vidare spridning, fås. Detta medför att släckinsatsen vid skogsbrandens rygg är minst omfattande (Coen, 2008).

Vindriktning

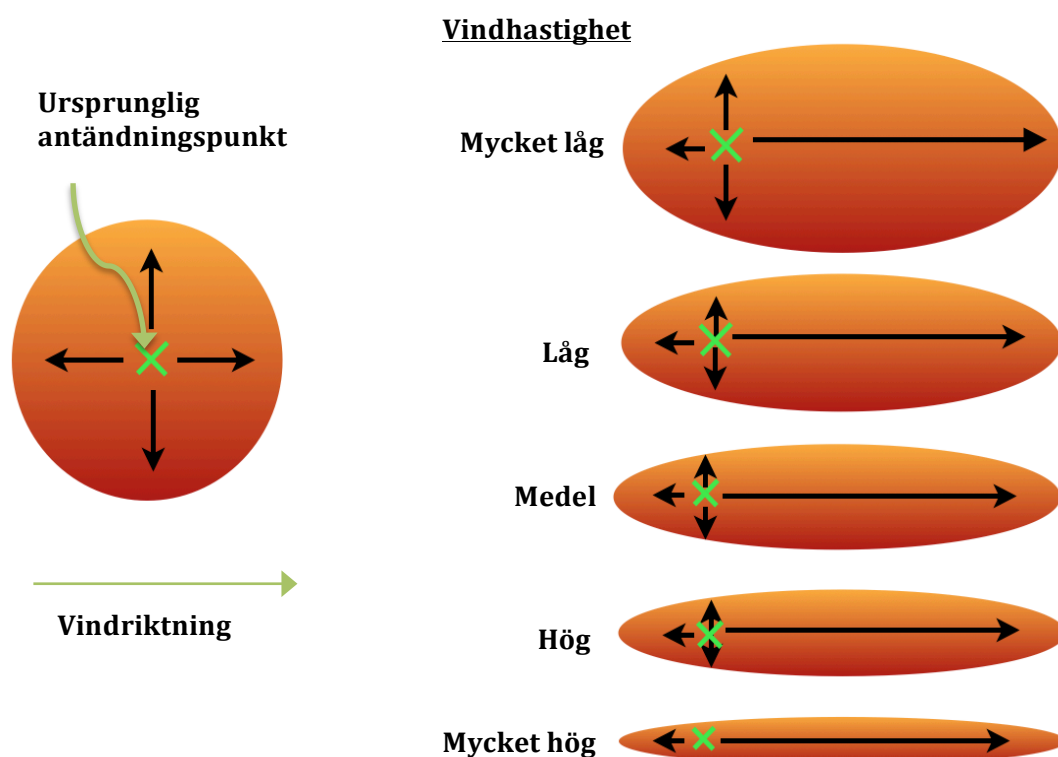
I figur 3.1 indikeras vindens riktning med hjälp av en gul pil. Vindens styrka och riktning är två viktiga parametrar vid ett brandförlopp i skog och mark.



Figur 3.1 Ovan presenteras vanlig terminologi som används vid bränder i skog och mark.

3.2 Skogsbrandens utbredning

Om en skogsbrand ses ovanifrån är den i ett initialt skede elliptiskt formad. Beroende på vindens styrka och om det råder marklutning i området kan formen bli mer eller mindre avlång. Den äggliknande formen behålls relativt intakt ända tills vinden vänder eller till bränsleförutsättningarna ändras (Rothermel, 1983). Som tydlig illustreras i skisserna åt höger i figur 3.2 kommer den cirkulära formen att vara mer påtaglig i fallet med låg vindhastighet. Dessutom är det viktigt att förstå att en brand rör sig i samtliga riktningar, åtminstone litegrann, men att det är vindens riktning som kommer vara den dominerande. Detta är således samband som främst är tillämplbara i ett initialt läge innan branden bredd ut sig över ett för stort område där de lokala förutsättningarna kan variera kraftigt. Vid större brandförlopp kommer även vindbyar att uppstå till följd av branden (Hansen, 2003).



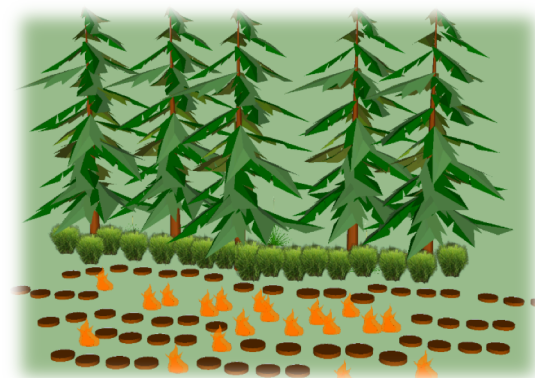
Figur 3.2. Med en hög vindhastighet kommer brandens utbredningsområde ha en stark elliptisk form åtminstone initialt. Längre in i brandförlopp är utseendet vanligen mer svårdefinierat då vinden kan ha vänt åtskilliga gånger och bränsletypen kan variera samt ha lokala avvikelser. Det gröna krysset indikerar startpunkt för branden.

3.3 Olika typer av skogsbränder

Varje skogsbrand är unik, förutom skillnader i förutsättningar så som väder, topografi och bränsletillgång så kan spridningssätten variera. Inom räddningstjänsten talas det om fyra olika spridningssätt, nämligen; torvbrand, låg löpbrand, hög löpbrand samt toppbrand. Det är av stor vikt att vara bekant med begreppen eftersom de olika typerna av skogsbrand behandlas med fördel på varierande sätt. De spridningshastigheter som omnämns för respektive skogsbrandstyp ska ses som ungefärliga riktvärden (Hansen, 2003).

Torvbrand

En torvbrand kan vara svårupptäckt eftersom denna typ av skogsbrand sker under markytan, där spridningen sker med hjälp av förruttnad vegetation, rötter och dylikt. På markytan kan eventuellt uppflammande brandhårdar synas. Torvbranden har en mycket låg spridningshastighet på omkring fem meter per minut (MSB, 2012). Då torvbranden är en glödbland trivs den i den syrefattiga miljön som uppstår under markytan. Hur pass djupt ner branden tränger varierar från fall till fall, en avgörande faktor är tjockleken på lagret från den döda vegetationen. Torvbranden uppstår genom en initial låg eller hög löpbrand som sedan övergår till en torvbrand. En torvbrand kan pågå under en mycket lång tidsperiod och risken är att den vid ett senare tillfälle övergår till en löpbrand igen (Hansen, 2003). Vid insats är det viktigt att uppmärksamma det faktum att branden kan ha skapat brända hålrum under jordytan vilket kan försvåra räddningstjänstens arbete (MSB, 2012). I figur 3.3 illustreras en torvbrand, där de bruna prickarna utgör undervegetation i form av rötter och dylikt.



Figur 3.3. Torvbrand

Låg löpbrand

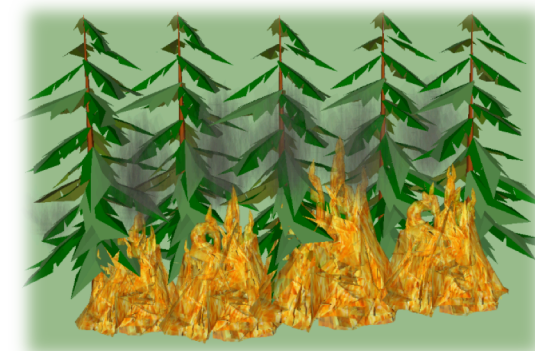
Den låga löpbranden, se figur 3.4, utgör den mest frekvent förekommande typen av skogsbrand i Sverige. Många bränder startar just som låg löpbrand för att sedan övergå till ett av de andra tre stadierna. Precis som namnet anger innebär det en brand på lägre höjd så som brand i olika typer av markvegetation, förmultnade växter samt lägre buskage. Intervallet för spridningshastigheten ligger omkring 0 – 10 meter per minut (Hansen, 2003).



Figur 3.4. Låg löpbrand

Hög löpbrand

En hög löpbrand, se figur 3.5, är onekligen lik den låga löpbranden med brandspridning på ungefär samma områden men även något högre upp. Nu har således eldhärden inte enbart intagit markvegetation och lägre grenpartier utan grenparti högre upp utsätts även de för branden. Den höga löpbranden har vanligen en högre spridningshastighet än den låga och intervallet ligger omkring 10 – 20 meter per minut. Den höga löpbranden får heller inte misstas för toppbranden, även om de båda innebär ett brandscenario på högre höjder. Det karakteristiska draget för den höga löpbranden är att den alltid sprids från marken och uppåt i motsättning till toppbranden som istället sprids från trädtopp till trädtopp (Hansen, 2003).



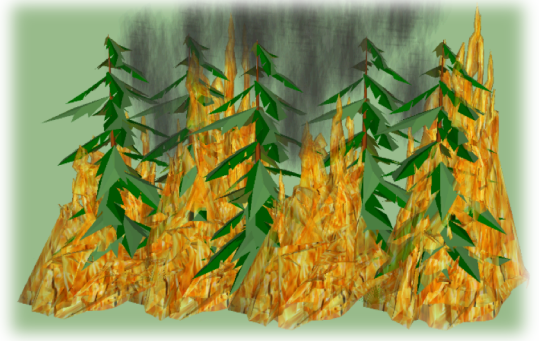
Figur 3.5. Hög löpbrand

Toppbrand

Toppbranden (se figur 3.6) kräver en del förutsättningar för att kunna uppstå så som kraftig vind samt relativt tät skog. Vanligen uppstår toppbranden av en initial löpbrand men toppbrand kan också sprida sig utan att markvegetationen påverkas (Hansen, 2003).

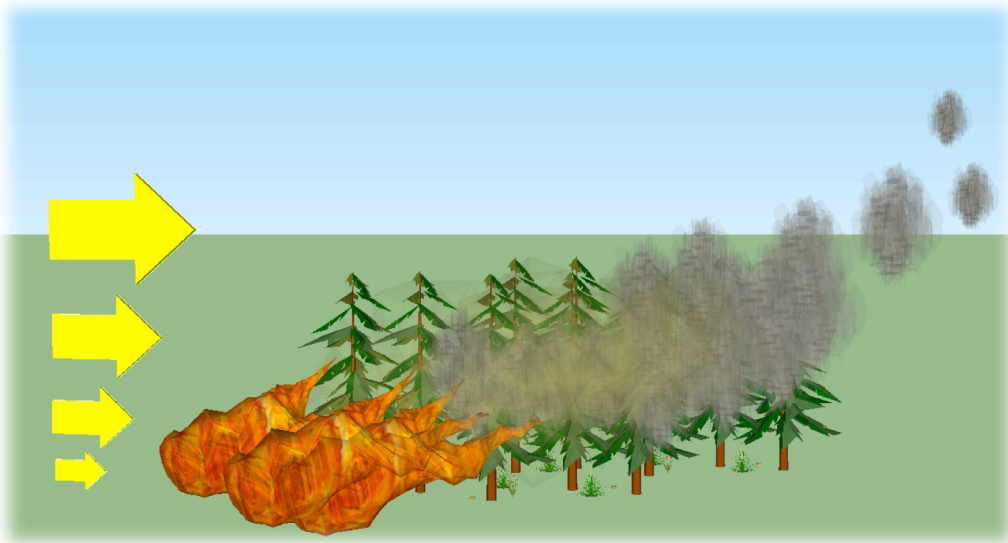
Spridningshastigheten bedöms vara ungefär 20 – 50 meter per minut. Risken för toppbrand är speciellt hög i områden där det finns mycket avverkningsrester eller undervegetation på marken som kan föda elden.

Högriskområde utgör även tallskogen eftersom den generellt växer i torrare miljöer, i synnerhet den unga tallskogen (upp till 10 meters höjd) då dess torra grenverk ofta når ända ned till markytan vilket i sin tur innebär att en låg löpbrand har förutsättningarna att snabbt övergå i en toppbrand. I granskog samt flerskiktad skog bedöms risken för toppbrand som stor vid rätt väderleksförhållande (MSB, 2012).



Figur 3.6. Toppbrand

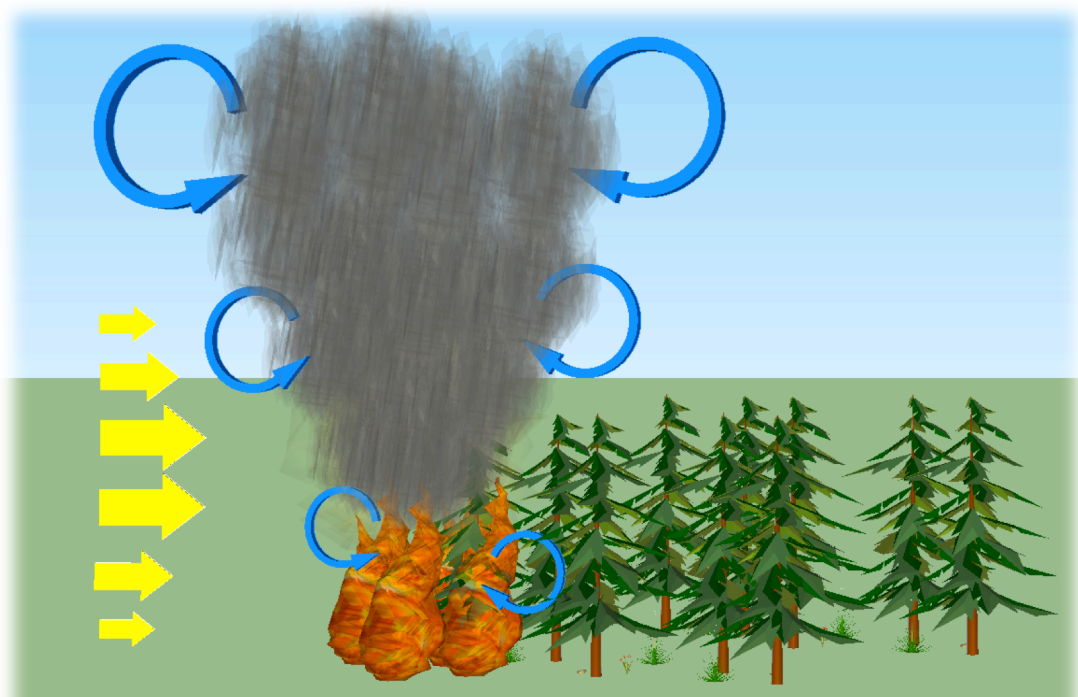
Det finns två typer av toppbränder, där den ena är vindburen och den andra benämns som brandplymsdominerad toppbrand. Den vindburna toppbranden uppstår vid hög vindhastighet i kombination med heta brandgaser samt värmestrålning från angränsande trädtoppar. Spridningen förstärks med hjälp av glödande partiklar, flygbränder, samt brandvirvlar. Brandplymen kommer att lägga sig i vindens riktning, vilket illustreras med hjälp av figur 3.7. På grund av de kraftiga vindbyar som råder kan toppbranden ta sig förbi brandbarriärer som i annat fall skulle vara svårforcerade. Dessutom bör eventuella vindriktningsändringar finnas i åtanke eftersom detta kan förändra brandens fortsatta utveckling dramatiskt.



Figur 3.7. Illustration av vindburen toppbrand, där de gula pilarna visar vindens profil.

Den andra typen, brandplymsdominerad toppbrand, kräver inte lika kraftig vindstyrka utan är istället beroende av en hög bränslekontinuitet med låg fukthalt. Karakteristiskt är också den tydliga rökplymen ovanför branden, se figur 3.8, vilket förklarar dess smeknamn "blow-up". Den brandplymsdominerade toppbranden sprids på två olika sätt, antingen genom konvektion eller genom starkt nedåtriktade vindar. Det förstnämnda spridningssättet innebär att brandgaserna viker tillbaka ner mot eldhärdens sidor till följd av de starkt uppåtriktade rörelserna, vilket leder till ökad turbulens i marknivå samt förhöjd effektutveckling. En synergieffekt till följd av händelseförloppet är det faktum att bränslet i brandens närområde förvärmats ytterligare. Detta resulterar i att processen kommer vara självförsörjande, det vill säga toppbranden kommer bli större och större alltefter som brandplymen expanderar. Det andra spridningssättet, som sker

med hjälp av starkt nedåtriktade vindar, uppstår på grund av att stora mängder luft och rök kyls ner snabbt vilket leder till att gasmassorna kommer störta ner mot branden. Denna speciella händelseutveckling komplicerar en eventuell släckinsats eftersom brandens beteende blir, mer eller mindre, oförutsägbart. Då den här typen av spridning kan vara oerhört farlig för insatspersonal finns vissa varningstecken nämligen växande brandplym, nederbörd över området eller det faktum att det blir helt vindstilla precis innan de nedåtriktade vindarna rusar mot markytan. Anledningen till nederbörden är den fukt som ovan nämnda rök- och luftmassorna innehåller och som frigörs genom kondensation. Sammanfattningsvis har den brandplymsdominerade toppbranden störst effektutveckling medan den vindburna har högst spridningshastighet (Hansen, 2003).

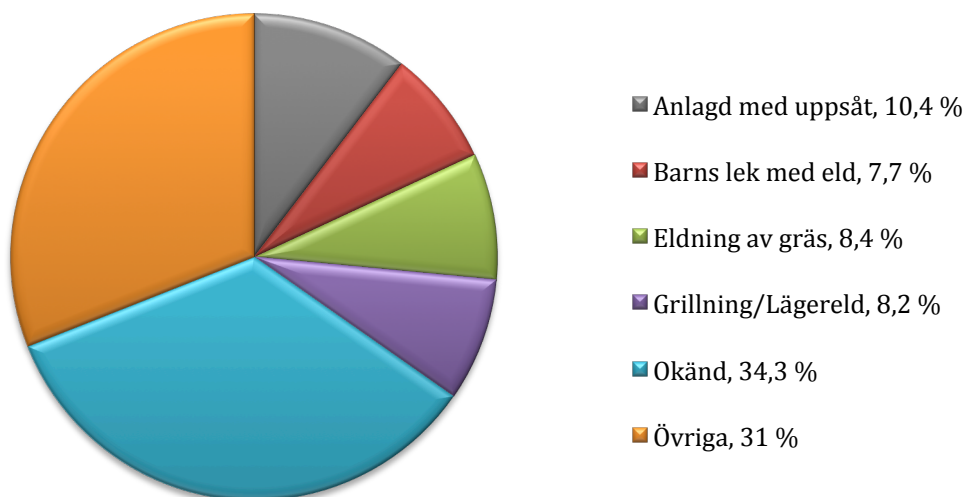


Figur 3.8. Bilden åskådliggör den brandplymsdominerade toppbranden, där de gula pilarna indikerar vindprofilen och de blå brandens egen turbulens.

3.4 Brandorsak

Som nämnts i tidigare avsnitt krävs vissa förutsättningar i form av topografi, vegetation och klimat för att en större skogsbrand ska kunna inträffa. Dock måste brandförloppet börja på något sätt. Vilka potentiella antändningskällor finns i skog och mark och vilka är de vanligaste? Detta är några av de frågeställningar som besvaras i detta avsnitt. Om inget annat anges är allt statistiskt underlag, i denna del av rapporten, hämtat från MSB:s databas IDA (MSB 1). Det är viktigt att vara medveten om att MSB:s statistik bygger på räddningstjänsternas dokumenterade insatser. Antagligen sker det fler bränder i skog och mark som aldrig rapporteras eftersom de hinner släckas innan räddningstjänsten inkallas.

Den vanligaste orsaken till brand i skog och mark, under det senaste decenniet, utgörs av mänsklig aktivitet med hela 34,7 procent vilket åskådliggörs i figur 3.9. Denna kategori består av undergrupperna "anlagd med uppsåt", "barns lek med eld", "eldning av gräs" samt "grillning/lägereld". En knapp tredjedel kategoriseras som "övrigt", vilket exempelvis innefattar naturfenomen som blixtnedslag och 34,3 procent av bränderna är av okänd karaktär. Cirkeldiagrammet nedan presenterar ovan nämnda data för åren 2004-2013.

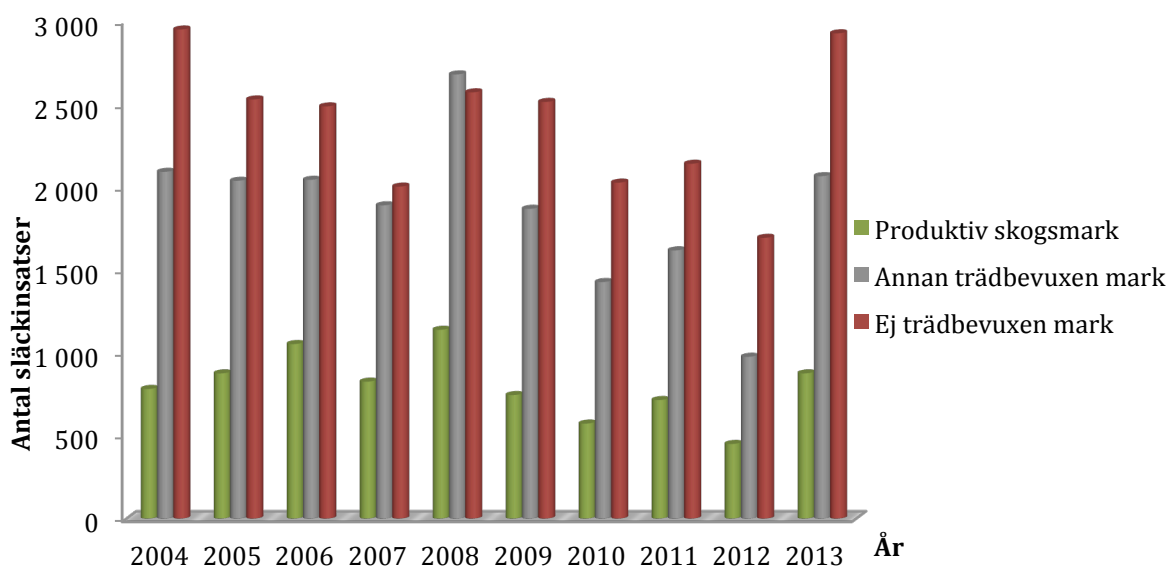


Figur 3.9. Brandorsaker i skog och mark under åren 2004-2013.

3.5 Skogsbranden i siffror

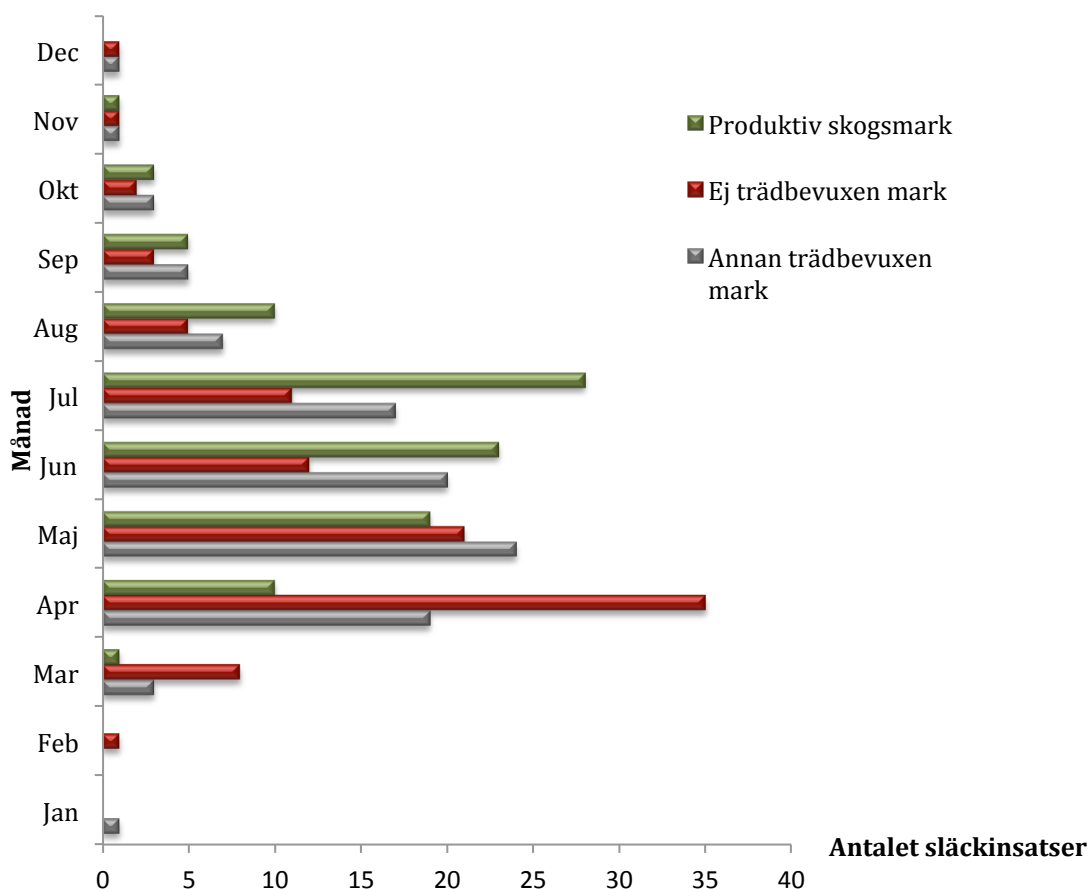
När det talas om bränder i skog och mark delas händelserna vanligen upp i gräsbränder respektive skogsbränder. Antalet insatser för så väl gräsbränder som skogsbränder varierar kraftigt beroende på vilken årstid som råder men också från år till år. Den först nämnda brandtypen inträffar mest frekvent under våren och där månaden april har flest incidenter. Gällande bränder i skog noteras flest släckinsatser någonstans mellan maj och juli (MSB1). I genomsnitt inträffar varje år 3000 – 4000 bränder i skog och mark i landet. Trots stora ekonomiska och miljörelaterade kostnader får Sverige anses vara relativt förskonade ur ett internationellt perspektiv menar SMHI. I jämförelse med Australien, Ryssland, Nordamerika och länder kring medelhavsområdet där bränderna ofta är betydligt mer omfattande och allvarliga (SMHI, 2003).

I figur 3.10 åskådliggörs antalet svenska räddningsinsatser indelat efter markttyp (produktiv skogsmark, annan trädbevuxen mark samt ej trädbevuxen mark) som genomförts under det gångna decenniet 2004-2013 (MSB 1).



Figur 3.10. Stapeldiagrammet illustrerar antalet släckinsatser vid bränder i skog och mark under tidsperioden 2004-2013.

I nästa diagram, figur 3.11, beskrivs månadsfördelningen för bränder i ovan nämnda marktyster under samma tidsperiod, det vill säga 2004-2013 (MSB 1).



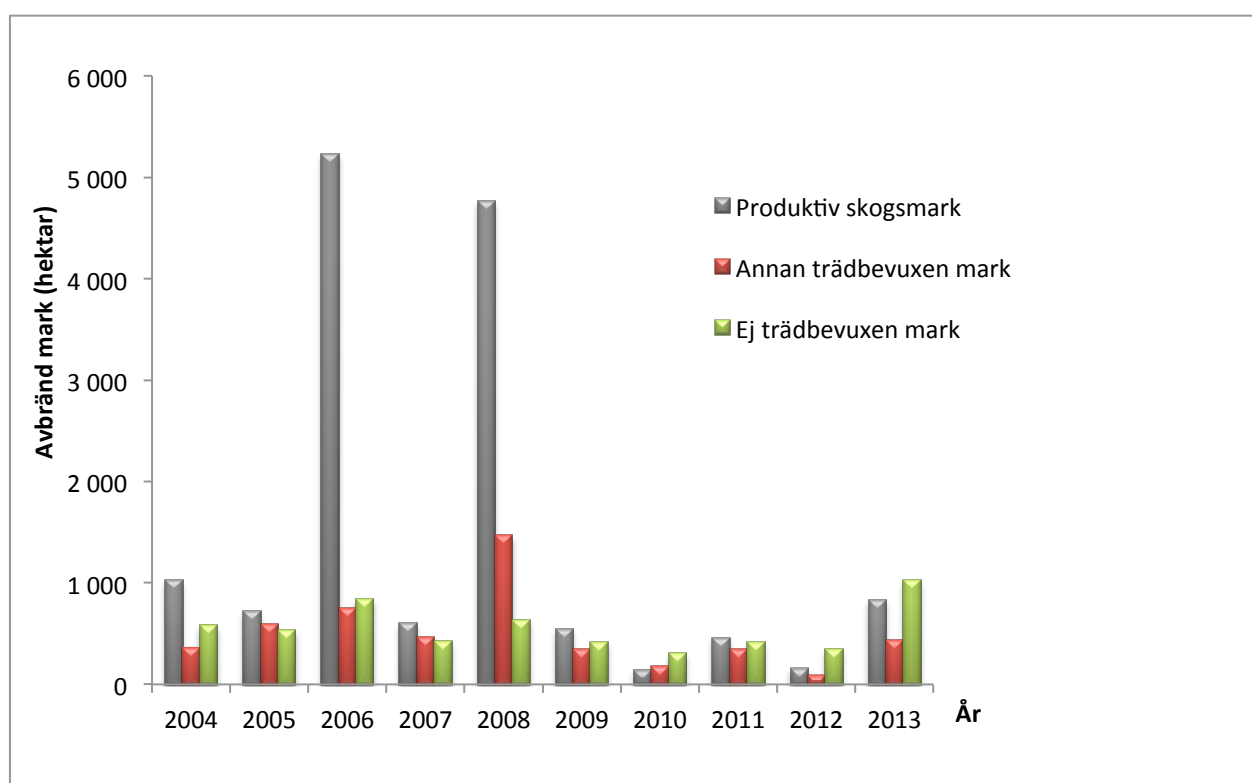
Figur 3.11. I diagrammet ses månadsfördelningen för släckinsatser vid brand i skog och mark under tioårsperioden 2004-2013.

Som ses i figur 3.10, kan antalet släckinsatser variera kraftigt från år till år. För att konkretisera detta kan år 2013 tas som ett exempel, där flera höga värden påträffas för samtliga marktyster åtminstone i jämförelse med närliggande år som 2012, 2011 och 2010 (MSB 1). En bidragande orsak till detta resultat skulle kunna vara den mycket varma sommaren år 2013. SMHI:s väderstationer redovisade nämligen den torraste julimånaden på över ett sekel i vissa delar av landet och torkan beskrivs som besvärande främst i södra Sverige (SMHI 1). Ett annat intressant resultat är att samtliga år, förutom år 2008, har flest släckinsatser gjorts i marktypen "Ej trädbevuxen mark" och att antalet insatser är minst för "Produktiv skogsmark" under hela decenniet (MSB 1). I figur 3.11, konstateras snabbt att skog- och markbränder inträffar betydligt oftare under sommarhalvåret. Vilket har sin logiska förklaring i de missgynnsamma väderförhållanden för branduppkomst som vanligen råder under vintern. Anmärkningsvärt är också att "Ej trädbevuxen mark" har högst värden under våren med april som topp och att skogsmark har toppnoteringar i mitten av sommaren (MSB 1).

När det gäller just skog- och markbränder är dödsfall relativt sällsynta. Från att MSB startade sin statistikdatabas gällande dödsbrandsbevakning 1999 har fem dödsfall registrerats i samband med skog- och markbränder fram till år 2012 (MSB 2). Däremot är skadan på djur och natur ofta mycket större. I figur 3.12 redovisas mängden avbrunnen mark, uttryckt i enheten hektar, under åren 2004-2013. Som ses i figuren är fördelningen mellan de olika marktysterna relativt jämn. Detta är ett intressant resultat eftersom antalet släckinsatser för "Ej trädbevuxen mark" var betydligt högre än för "Produktiv skogsmark". Därmed kan slutsatsen dras att gräsbränder generellt sett sker oftare men att omfattningen av dessa bränder överlag blir mindre. Medan skogsbränder

sker mindre frekvent, men när de väl inträffar blir konsekvenserna ofta stora. Noterbara toppar ses år 2006 med 5230 hektar avbrunnen produktiv skogsmark respektive år 2008 med 4765 hektar (MSB 1). Ett stort bidrag till toppvärdet år 2006 är branden i Bodträskfors som enskild händelse brände av 1900 hektar mark. År 2008 återfinns också ett antal mer omfattande bränder som skogsbränderna i Hassela, Kinda och Finspång (MSB 3).

Då bränderna i produktiva skogsmarker uppenbarligen orsakar stora skador är det av stor vikt att orsaken till uppkomsten utreds vidare. De svenska fallstudier som senare kommer behandlas i rapporten, det vill säga skogsbranden i Västmanland (Sveriges radio 1) respektive Boden (Länsstyrelsen Norrbotten, 2009), utgörs båda av områden med produktiv skogsmark och i båda fallen tros uppkomstkällan vara gnistbildning från en skogsmaskin. Det kan konstateras att all form av skogsskötsel som genomförs har en direkt eller indirekt påverkan på skogsbrandssituationen (Granström, 1998). Det är därmed av stor vikt att det sätts upp tydliga riktlinjer/policys för hur och när markberedning får bedrivas. Sådana riktlinjer och förordningar har implementerats med gott resultat i västra USA (Hudson, 2011).



Figur 3.12. I stapeldiagrammet åskådliggörs avbränd mark för respektive markttyp under åren 2004-2013.

4. Släckinsatsen

I detta kapitel utreds en central del av hanteringen vid en skogsbrand, nämligen släckinsatsen. Vilka praktiska metoder används idag i Sverige för att släcka eller åtminstone dämpa en skogsbrand? De angreppsmetoder som presenteras ser författarna som generella metoder som används över hela landet men givetvis kan avvikelser från dessa taktiker- och tekniker förekomma vid särskilda omständigheter.

4.1 Angreppssätt

Det finns flera olika sätt att angripa en skogsbrand, vilken taktik som används beror främst på brandens storlek och tillgängliga resurser. I detta avsnitt presenteras såväl direkt som indirekt angrepp och dess respektive för- och nackdelar. Vid större skogsbränder måste också hänsyn tas till upprättandet av lämpliga brytpunkter, avspärrningar samt sektorindelningar. Läsare som inte känner sig fullt bekväma med skogsbrandsterminologi kan med fördel studera figur 3.1 samtidigt som detta kapitel läses.

4.1.1 Direkt angrepp

Vid mindre bränder så som gräsbränder och flygbränder kan ett direkt angrepp användas med fördel. Det innebär helt enkelt att insatspersonalen går direkt på eldbandet. De positiva vinningarna med denna typ av angrepp är att avbränningsområdet minimeras. Nackdelen är att manskaper utsätts för hälsovådliga brandgaser samt hetta och det finns alltid risk för att branden kan tillta i styrka och således överrumpla personalen. Själva angreppen kan gå till på olika vis, beroende på förutsättningar. Den generella arbetsgången är att angreppet påbörjas vid skogsbrandens rygg för att sedan avancera mot fronten via brandens flanker. Då två släckbilar finns till förfogande kommer således personalen att mötas på mitten framme vid fronten. Men om enbart ett släckningsfordon är delaktigt i insatsen görs ett helt varv som således också avslutas vid brandens rygg, då väljs den väg med mest kritisk flank först. Dessutom finns ett så kallat mobilt angrepp vilket innebär att branden bearbetas med en släckbil som rullar längs med eldbandet samtidigt som en brandman, utrustad med en kortare slang, beskjuter eldhärden. Observera att fordonet med fördel bör vara terränggående och att branden är av det mindre slaget (Hansen, 2003).

4.1.2 Indirekt angrepp

Precis som namnet anger innebär ett indirekt angrepp att fokus inte ligger på att stoppa branden omedelbart utan på att begränsa den. Genom att först inventera vilka naturliga brandbarriärer i form av exempelvis vägar och sjöar som finns kan dessa med fördel användas. Dessa naturliga begränsningslinjer kan sedan förstärkas ytterligare genom borttagande av intilliggande brännbart material, avbränningar samt blötläggning av mark. Detta angreppssätt anses fördelaktigt för personalens säkerhet men den negativa aspekten är att ett stort område bränns av (Hansen, 2003).

Ofta behandlas en större skogsbrand med en kombination av direkta och indirekta attacker. Vid brandens front samt flyglar där en säker åtkomst kan vara svår används indirekta taktiker och vid ryggen samt flankerna direkta. Dessutom kan angreppssätten variera över dygnet. Överlag är branden mindre aktiv under natten och då kan ett direkt arbete vara lättare att genomföra än under dagen (Hansen, 2003). Dock har diskussioner förts kring personalens säkerhet vid nattskift eftersom mörkret kan försvåra arbetssituationen. I vissa delstater i USA, däribland Minnesota, har till och med nattskift varit förbjudet under vissa perioder. Carl Seielstads kommentar till förbudet var kort och gott; *"Bullshit! Any firefighter would rather work at night, because it is simply less risky"*².

² Professor Carl Seielstad, National Center for Landscape Fire Analysis, skogsbrandsseminarium 2014-10-10

Likaså går meningarna isär om vilken typ av attack, indirekt eller direkt, som är farligast ur personalsynpunkt. Medan Hansen (Hansen, 2003) varnar för de direkta angreppen säger Carls Seielstad följande; *"My parents, who knows nothing about fire, would probably say that indirect attack is the best way to work from safety perspective. But the firefighters on the other hand side would definitely say the opposite. The closer you get to the fire, the safer you feel. It is better to work with one foot in the black field."*²

4.1.3 Angreppssätt nära bebyggelse

När skogsbranden hotar bebyggelse blir situationen desto mer komplex, nu står inte bara naturen med dess flora och fauna i fokus utan hänsyn måste tas till människors liv och egendom, se figur 4.1. En av de kanske svåraste frågorna är huruvida utrymning och evakuering ska ske eller inte. Spontant är kanske tanken att "det säkra ska tas före det osäkra" men följden kan istället bli den motsatta. Ett tragiskt exempel på detta är vid en skogsbrand i Oakland i Kalifornien 1991 då utrymning beordrades. Konsekvensen blev istället att räddningstjänstens fordon inte kunde ta sig fram i det trafikchaos som utbröt och många människor förolyckades på grund av detta.



Figur 4.1. När en skogsbrand närmar sig civilisationen kan släckinsatsen komma att ändra fokus.

Vid skyddande av bebyggelse kan antingen en defensiv eller en offensiv taktik nyttjas, den först nämnda tillämpas vid tids- och resursbrist. Kort förklarar går teorin ut på att en brandgata (begreppet behandlas senare i rapporten) upprättas runt byggnaderna, mängden brännbart material i närområdet reduceras och vissa ytor i området blötläggs. Dock bör blötläggning inte ske för tidigt på grund av avdunstning. En tumregel är att husfasaden inte bör vätas förrän brandfronten befinner sig mindre än en halvtimme bort. Däremot kan skum appliceras tidigare eftersom dess vätnande effekt är mer långvarig än vattens. När dessa förberedelser vidtagits inväntar personalen, som är utrustade med strålrör, branden. Om situationen skulle eskalera och fara finns för personalens liv retireras insatsen och ett sista ingrepp kan vara att applicera ett skumsegel som täcker byggnaderna för att de bättre ska stå emot branden.

När mer tid och resurser finns tillgängliga används den offensiva taktiken vilken innebär att bekämpning sker innan branden når fram till det bebyggda området. Brandgator anläggs nu med större avstånd från husen och en aktiv bekämpning mot brandfronten sker. I synnerhet är personalens uppgift att utplåna eventuella flygbränder som kan ta sig över brandgatan samt att vara redo ifall en defensiv strategi måste vidtas vid ett eskalerande brandförlopp. Men grundidén med den offensiva metoden är sammanfattningsvis att skogsbranden aldrig ska komma i närheten av skyddsvärda objekt (Hansen, 2003).

4.1.4 Strategiska punkter och indelningar

Vid stora skogsbänder är det viktigt att insatspersonalen snabbt får fasta rutiner för att organisationen ska fungera på ett smidigt sätt (Hansen, 2003). Därför upprättas vanligen så kallade brytpunkter vid sådana händelser, uttrycket definieras enligt följande "Plats dit räddningsenheter dirigeras innan insatsen påbörjas. Plats där planerad kursändring görs vid sjöfart eller luftfart" (Krisinformation 1). Brytpunkter blir också den plats där personal byter av varandra vid längre insatser. Vid skogsbränder som innefattar stora ytor kan flera brytpunkter förekomma för att effektivisera arbetet (Hansen, 2003).

Vid större skogsbränder är det vanligt att flera aktörer är inblandade i ett initialt läge och problem kan då uppstå vid val av brytpunkt eftersom respektive organisation har olika behov. En placering som anses optimal ur räddningstjänstens synpunkt behöver inte vara det ur ambulanspersonalens och vice versa. Denna förvirring kan i sin tur innebära onödig tidsåtgång (Berlin & Carlström, 2009). Förutom val av lämpliga brytpunkter kan skogsbranden med fördel delas upp i flera sektorer för att underlätta arbetet. Vanligen delas den mest kritiska delen, brandfronten, in i två sektorer. Flygande resurser så som helikoptrar, skogsbrandflyg och liknande kan ses som en egen sektor (Hansen, 2003). Ibland genomförs även avspärrningar och evakueringar av skogsområden för att förenkla insatspersonalens arbete. Ett sådant beslut innebär ett ingrepp i annans rätt och tas av räddningsledaren (LSO 2003:778).

4.2 Släckmetoder från marken

Oavsett om ett direkt eller indirekt angrepp väljs eller en kombination av de båda, så mynnar det valet sedan ut i fler möjliga släckmetoder. Det finns operationer som sker på marknivå men vid större skogsbränder är lufrummet ytterligare en viktig arbetsplats. I detta avsnitt ligger fokus på det arbete som sker på marknivå och vilka för- respektive nackdelar varje metod medför. I huvudsak kan alla insatser delas in i två kategorier, den våta respektive den torra principen.

4.2.1 Den våta metoden

Vid de flesta skogsbränder, i synnerhet de av större karaktär, tillämpas en kombination av den våta och torra metoden eftersom de kompletterar varandra. Den våta principen kräver dock att tillgången samt närheten till vatten är god. Arbetet inleds med en progressiv slangutläggning, längs med skogsbrandens ena eller båda flanker, som har sitt ursprung i en så kallad ankarpunkt. Denna punkt är vanligen lågt belägen i förhållande till omgivande terräng, stationerad vid en väg eller i det avbrända området vid brandens rygg (Hansen, 2003). En ankarpunkts lokalisering ska inte direkt eller inom närmsta framtid hotas av skogsbrandens framskridning. Med andra ord en strategiskt vald startpunkt som kan upprätthållas helst under hela insatsen eller åtminstone under stora delar av den (Wildland firefighting essentials, 1992). Vattenuttag görs med hjälp av grenrör för smalslang och strålrör med ungefär 50 meters mellanrum. Vid skogsbrandsinsatser är det främst vatten som används men skumvätskor samt retardenter (begreppet behandlas senare i rapporten) förekommer. Där den sistnämnda släckmedelstillsatsen sällan ses i Sverige men används desto mer i södra Europa samt Nordamerika. De olika släckmedlen behandlas mer detaljerat i avsnitt 4.4. Det faktum att strålföraren riskerar att sprida glöd med hjälp av vattenstrålen bör beaktas och ur den synpunkten är det säkrast om brandmannen står på obränd mark och beskjuter det brandpåverkade området, se figur 4.2. Vid den våta metoden används vanligen ett lågt tryck i slangsystemet på omkring fyra till fem bar för att vattnet ska räckta till samtliga strålrör. För ju grövre dimensionerna är på slangen desto mer tryck krävs och ju större blir släckmedelsåtgången vilket kan, som tidigare nämnts, vara en bristvara vid just skogsbränder. Vattenåtgången varierar också med angreppssätt. Ett direkt angrepp mot själva eldbandet kräver ett flöde på omkring tre till fem liter per kvadratmeter, medan det endast krävs en liter per kvadratmeter för att upprätthålla en begränsningslinje varför den sistnämnda taktiken rekommenderas vid vattenbrist. Dock måste vattnet som är till för att våta omkringliggande natur påföras vid rätt tidpunkt så att det inte avdunstar innan den kraftigaste brandhärden nått fram. Ett annat knep för att utnyttja vattnets släckeffekt maximalt är att strålföraren använder en spridd stråle. En samlad stråle bör enbart användas vid bekämpning mot högre höjder, så som brand i höga grenpartier. Dessutom är det av stor vikt att släckmedelsreservoarerna koordineras på ett smidigt sätt så att inte samtliga enheter får slut på vatten samtidigt (Hansen, 2003).



Figur 4.2. En del av den våta metoden innebär direkta attacker från marknivå (Fotograf: Pontus Willegard).

I kombination med det aktiva släckarbetet används begränsningslinjer, vilket innebär ytor där mer eller mindre all vegetation tagits bort för att branden inte ska få tillgång till något bränsle. I huvudsak nyttjas naturliga barriärer så som vattendrag, vägar, stigar, klippor och kraftledningsgator. Precis som namnet anger är linjerna till för att omringa och således begränsa brandspridningen (CSFM). Linjerna dras med fördel genom finfördelat bränsle så som gräs samt buskage eftersom branden har större chans att bromsas då än vid gränsdragning i kompakt vegetation. Begränsningslinjer bör absolut inte förläggas i kalhyggen då brandbelastningen, i form av död vegetation, är extremt hög där. En begränsningslinje kan också skapas med hjälp av ett mobilt sprinklersystem som placeras ut i terrängen (Hansen, 2003).

Till sist bör det också påpekas att den våta metoden kräver mer utrustning än bara slang och strålrör däribland yxor, skyfflar, krattor, hackor etcetera (Hansen, 2003).

4.2.2 Den torra metoden

När det talas om den torra släckmetoden menas oftast avskiljning, det vill säga bränslet separeras från branden. Detta kan göras på olika sätt men vanligen anläggs så kallade brandgator. Precis som vid placering av begränsningslinjer används ofta befintliga barriärer i landskapet så som vattendrag och höjdskillnader. Om inte sådana naturliga formationer utnyttjas blir personalens insats desto mer omfattande eftersom brandgatorna måste göras betydligt bredare. I övrigt anpassas bredden efter väderlek, eventuell marklutning, bränsletyp samt brandens uppskattade effektutveckling. I praktiken brukas den generella regeln att gatans bredd ska vara minst 1 – 1,5 gånger den omgivande vegetationens högsta höjd. Vid gräsbränder eller brandförlopp bland mer finfördelat bränsle så som lav, mossa eller barr rekommenderas en spadbredd (ca 20 centimeter). Dessa riktvärden gäller brandfronten. Vid flankerna och andra mindre kritiska områden kan bredden reduceras. Men tumregler bör alltid användas med största försiktighet eftersom varje brandförlopp är unikt. Beroende på resurstillgångar kan antingen all brännbar vegetation tas bort eller kan fokus ligga på bortförande av det bränsle som är av större och mer kompakt karaktär. För att ytterligare förstärka effekten av brandgatan kan vatten och skum placeras längs med brandgatans båda sidor. Ibland görs dessutom så kallade skyddsavbränningar, det vill säga området längs med brandgatan bränns av för att den annalkande branden inte ska ha tillgång till bränsle. Skyddsavbränningen görs på den sida som vetter mot branden. En annan kompletterande metod är att dra nytta av den uppgrävda jorden som dels kan kastas mot brandens bas dels fungera som ett täckande lager på kompakt bränsle som ej forslats bort så som stubbar etcetera. Dock är det av stor vikt att allt som täckts också friläggs när branden väl är under kontroll, annars finns det risk för pyrande glödbränder under jordlagret.

I princip kan samtliga brandgator delas upp i två huvudgrupper, vanliga platta brandgator samt V-formade. Den sistnämnda typen används främst vid brand i sluttningar vars avsikt är att fånga upp nedrullande glöd och således förhindra brandspridning nedanför styrkan.

Ett annat råd då den torra metoden med brandgator tillämpas är att inte lämna obrända ytor innanför begränsningslinjerna utan att bränna av dessa områden när tid och möjlighet finns. Likaså bör en och samma brandgata även omringa eventuella flygbränder eftersom en separat indelning anses mer belastande ur personalsynpunkt. Förutom att det kan vara mer tidskrävande så anses det negativt att dela upp manskapet i för många grupper, dels för att arbetet blir svårare att överblicka men också ur säkerhetssynpunkt. Brandgator bör också uppföras med tanken att styra branden mot mer fördelaktiga områden om så är möjligt. Rent praktiskt innebär detta att skogspartier med lägre fuktinnehåll och ytor med större kvantitet bränsle (i synnerhet hyggen) bör undvikas. Då brandgatan är helt iordningställd ska det finnas personal längs med gatan för övervakning och, om situationen så kräver, ingripande. Om den torra metoden med brandgata åberopas bör det finnas i åtanke att planeringen av en sådan kan vara tidskrävande och att det är oerhört viktigt att gatan är komplett vid brandfrontens ankomst. Därav bör en uppskattning av brandförloppet spridningshastighet göras initialt (Hansen, 2003).

4.2.3 Avbränning och moteld

Det finns även andra taktiker, än den våta och torra, som dock är mindre beprövade i Sverige, bland annat skyddsavbränningar och den så kallade moteldsprincipen. I Sverige är den traditionella uppfattningen att dessa metoder först ska användas i lägen när den torra och våta metoden anses otillräcklig, vid extrema brandscenarion med höga värden på effektutveckling och hastighet. Avbränningar görs som nämnts i tidigare avsnitt vid indirekta angrepp i syfte att förhindra vidare brandspridning och anläggs längs med begränsningslinjerna. I Sverige färdigställs avbränningarna oftast av naturvårdsbrännare, och inte av räddningstjänsten, eftersom de generellt sett anses ha bättre kännedom om arbetsrutinerna (Hansen, 2003).

Att bekämpa eld med eld är inte riskfritt, exempelvis kan de anlagda partierna sprida sig i helt motsatt riktning än den ursprungliga planen vilket i sin tur kan innebära ett förvärrat brandförlopp. Motelden appliceras mellan skogsbranden och skyddsavbränningen och meningen är att den ska sugas in mot den annalkande branden på grund av dess tilluftsflöden från sidorna. Detta leder i sin tur till ett självutplånande, då motelden kolliderar med skogsbranden. Tändningsmetoderna är flera, bland annat finns principer för såväl med- som motvind, för punktvis tändning, för tändning i halvcirkel samt tändning för att skydda bebyggelse. Beroende på situation tillämpas de olika metoderna med större respektive mindre framgång. Det finns som sagt flera riskmoment som bör beaktas vid avbränning och moteld, däribland uppkomsten av flygbränder samt ändringar i vindstyrka och -riktning. Insatspersonalen kan också bli innesluten i brandförloppet på grund av bristande organisation och skogsbrandens effektutveckling skulle kunna öka om motelden anbringas på fel sätt vilket i sin tur innebär att skogsbrandens område expanderar (NWCG, 1991).

4.3 Släckmetoder från lufterummet

I huvudsak används helikoptern vid skogsbrandsbekämpning i Sverige, men även flygplan är en tillgänglig resurs som bland annat nyttjades vid branden i Västmanland sommaren 2014.

4.3.1 Helikopter

Vid större skogsbränder används ofta helikoptrar som ett komplement till släckinsatsen på marknivå. Det är just samverkan mellan mark- och luftinsatsen som är viktig enligt Carl Seielstad. *"In US we use helicopters as a great complement to the ongoing attack at the ground. If we would not have a crew at the ground to support the helicopters there would be no meaning to use them. A successful attack is a united attack"*². Ansvariga för denna samverkan är vanligen en representant från räddningstjänsten och en av piloterna som utses till en så kallad ACO, Aircraft Co-ordinator. Helikopterns främsta egenskap är att den är oerhört flexibel, den kan byta strategi snabbt och påverkas i väldigt liten utsträckning av svårforcerad terräng i jämförelse med markfordon. Vid insats kan helikoptern användas till flera uppgifter förutom släckmedelsbombning nämligen; sondering av terräng och brandförlopp, transport av utrustning och personal samt fungera som hjälpmedel vid skyddsavbränning (Hansen, 2003).

När väl helikopterresurser kommit på plats bör räddningsledaren följa med upp i lufterummet för en första rekognoscering av brandområdet för att skapa sig en helhetsbild. Med fördel dokumenteras branden i bild och med värmekamera. När kommunikation, i form av radio eller liknande, mellan mark- samt flygresurser upprättats kan helikopterresurserna ledas in i det drabbade området. Det finns flera olika sätt att göra detta på, bland annat kan karakteristiska landformationer användas som riktmärken eller kan markpersonalen märka ut med snitslar var fällningar ska ske (Hansen, 2003). När de luftburna resurserna har letts in i området kan angreppet startas, antingen genom en indirekt eller direkt attack. Förutom informationen som fås från markpersonal kan piloten bilda sig en uppfattning om brandens beteende genom att granska rökens rörelsemönster och dess färg. Om röken tenderar att anta en turbulent strömning kan ett häftigare brandförlopp förväntas. Vid ett indirekt angrepp släpps oftast omkring hälften av släckmedlet direkt på eldhärden medan den andra hälften fälls precis framför eldbandet i syfte att väta det framförvarande bränslet. Direkta metoder kan användas mot brandens flanker, fronten samt flygbränder och andra plötsliga uppflammanden. Arbetsgången varierar beroende på var ingreppet sker, exempelvis kan i stort sett bara frontalangrepp ske mot mindre bränder. Görs en sådan attack mot en större brand kommer effekten vara ringa men ibland brukas metoden i syfte att splittra fronten. Vid flankangrepp däremot ligger fokus på en överlappande metodik för att tränga ihop brandfronten. Anledningen till att flygbränder ofta angrips omgående beror på att när branden väl börjar sprida flygbränder kan situationen snabbt eskalera och det smidigaste sättet att göra en snabb punktinsats är med helikopter. Vid indirekta angrepp görs fällningar istället på den vegetation som fortfarande finns i anslutning till brandgatan. Detta arbetssätt väljs när skogsbranden anses vara för omfattande för ett direkt angrepp. När resurser finns väljs generellt en kombination av det direkta och indirekta angreppssättet. Förutom de olika taktiker som nämnts ovan kommer valen av var, hur och när fällningarna ska ske också bero på aspekter som topografi, vegetation och väderlek. Resultaten av bekämpningen beror sedan i sin tur på pilotens precision, helikopterns hastighet samt dess höjd. Omloppstiden, det vill säga den tid det tar för helikoptern att hämta vatten från förutbestämt vattendrag till branden, måste också finnas med vid val av taktik och teknik (NWCG, 1995).

De helikoptrar vi har till förfogande i Sverige tillhandahålls främst av Försvarsmakten och privata aktörer. Det är vanliga helikoptrar som anpassas för tillfället med extern utrustning så som släckmedelskärl och linor. Men i andra länder, främst södra Europa, Nordamerika och Australien finns specialanpassade enheter för just brand i skog och mark³.

³ Sven Stenvall, Kallaxflyg, skogsbrandsseminarium 2014-10-09

4.3.2 Flygplan

Flygplan används sällan vid brand i svensk skog och mark men det har förekommit. I princip finns det två typer av flygplan, vattenbombande och skopande, där den stora skillnaden är att det förstnämnda planet måste landa varje gång den ska fylla upp sina släckmedelstankar. Detta behöver inte ett skopande plan göra, utan det kan istället svepa ner över ett närliggande vattendrag. Tidsåtgången för skopningen ligger på tolv sekunder och tömningen varierar mellan två till fem sekunder. Fällning kan göras i etapper och med olika hastighet för att uppnå önskat resultat. Ett vattenbombande flygplan tar ungefär 3000 liter vatten samt 70 liter skumvätska medan ett skopande flygplan ligger på omkring 6000 liter vatten. Gällande taktik och teknik vid bekämpning med flygplan gäller mer eller mindre samma regler och råd som nämnts ovan för helikoptrar. Den största avvikelserna är anflygningen som kan genomföras på två olika sätt, antingen genom angrepp på konstant höjd (säkrast ur personalsynpunkt) eller i en nedåtriktad flygbana så kallad störtbombning vilket resulterar i bättre översikt för piloten (Hansen, 2003).

Om behov finns av flygplan vid skogsbrandsläckning i landet kan Sverige åberopa hjälp genom EU kommissionen. EU har upprättat en form av gemenskapsförteckning över medlemsländers utrustning, expertis och andra resurser vid omfattande och komplexa händelser, dock har det tillfrågade landet möjlighet att neka begäran⁴. Diskussioner har förts i Sverige, inte minst efter branden i Västmanland, om det vore meningsfullt att investera i vattenbombande flygplan (Ivansson, 3). Det har tidigare gjorts utredningar inom ämnet som tyder på att sådana flygande resurser ger stora resursbesparingar om de används vid rätt tidpunkt i ett brandförlopp (Jansson & Lindén, 1997). Medan andra är mer kritiska till sådana satsningar och menar på att kostanden är större än nyttan samt att flygplanen skulle användas i alldeles för liten utsträckning för att personalen skulle känna sig bekväm vid skarpt läge (Ivansson, 3).

⁴ MSB representanter, MSB, skogsbrandsseminarium 2014-10-09

4.4 Släckmedel

Vid en skogsbrand används främst vatten som släckmedel men skum och retardenter används i viss utsträckning. Precis som nämnts tidigare i avsnitt 4.1 är tanken att det släckmedel som anses vara mest lämpat, i förhållande till nytta-kostnads perspektivet, väljs. Kostnader vid skogsbrand symboliseras i detta fall av de skador på natur och djur som ett släckmedel kan ge upphov till. Förutom val av släckmedel är det också viktigt att påföringstekniken är den rätta, vilken påföringshastighet och vinkel som väljs kan ha avgörande betydelse. Utförligare resonemang kring påföring och åtgång av släckmedel återfinns inte i detta avsnitt utan följer senare i rapporten.

4.4.1 Vatten

Vatten har blivit det vanligaste släckmedlet, dels för att tillgången och tillgängligheten är stor dels för att vatten är relativt billigt. Vatten är lätt att transportera och har flera goda släckegenskaper så som ett högt ångbildningsvärme, 2260 kJ/kg. Detta innebär rent praktiskt att det går åt mycket energi för att vattnet ska omvandlas från vätskefas till ånga. Energi som i detta fall tas från skogsbranden. Som tidigare nämdes finns vatten i stort sett överallt och i mer eller mindre obegränsad mängd men vattenförsörjningsproblematik har faktiskt uppstått vid vissa specifika situationer däribland skogsbrandsförlopp. Detta på grund av att slangsystemet snabbt blir oöverblickbart vilket i sin tur kan innebära att allt för många ledningar och strålrör kopplas till en och samma källa. Således blir pumpen överbelastad och därmed kommer vissa strålrör att stå utan vatten (Särdqvist, 2013). Annars är Sverige som land rustat med många sjöar, älvar och andra vattendrag som kan vara till god hjälp vid bränder utomhus. Men det bör tilläggas att det behövs viss utrustning vid upptagandet samt att släckfordonet ska kunna komma nära vattenkällan på ett säkert och snabbt sätt vilket inte alltid är en självklar förutsättning. På grund av sådana komplikationer har det ansetts vara av stor vikt att fortlöpande utreda möjligheter till ett maximalt utnyttjande av den tillgängliga vattenmängden (Andersson & Rosvall, 1995).

4.4.2 Tillsatsmedel

Idag finns det flera olika tillsatsmedel, avsedda som ett komplement till släckningsarbetet, på marknaden. Beroende på typ av tillsats blandas olika proportioner av ämnet med vatten. Den vanligaste tillsatsen vid brand i skog och mark är skum som behandlas mer ingående nedan. Även retardenter används i viss utsträckning, dock främst utomlands. Effektivitetstester av släckmedeltillsatser har påvisat att den maximala släckeffekten erhålls då skum kombineras med en retardent. Då denna kombination erhåller så väl skummets goda initiala släckeffekt som retardenternas långtidsverkan (Andersson & Rosvall, 1995). Flera tillsatsmedel är mer kända under sina unika varumärken så som Burnblock, X-fog, Flovan CWF och F-5000 för att nämna några. De olika medlens nytta i förhållande till kostnad kan diskuteras, framför allt bör hänsyn tas till påverkan på djur- och naturliv (Hummelgård & Linde, 2014).

Skum

Skum är uppbyggt av ett flertal gasfyllda blåsor som åtskiljs av tunna vägar, se figur 4.3. I brandsammanhang talas det om skummets tre beståndsdelar som utgörs av vatten, gas samt skumbildare. Gasen är vanligen luft men andra gaser så som koldioxid och brandgaser förekommer. En vattendroppe hålls ihop av ytspänningen, genom inblandande av en skumbildare sänks denna mekanism och droppen flyter ut. Skum som släckmedel har olika funktioner beroende på typ av brand, vanligen klassas bränderna som A- respektive B-bränder. Där A-bränder är brand i fibrösa material så som trä och där B-bränder representerar brand i vätskor. Vad gäller insatsen vid en skogsbrand får skum för klass A-bränder anses mest lämpat enligt beskrivningen ovan. Skummets avsikt är då att tränga in i det fibrösa materialet och på så vis väta det ordentligt. Samma blötläggning fås inte med enbart vatten eftersom ytspänningen kommer motverka inträngningen (Särdqvist, 2013). Skum har dessutom en kylande effekt och det är lättare att se var skum har applicerats än vatten. Vanligtvis beräknas inblandningen av skumvätska variera mellan 3 till 6 procent. Dock är inblandningen vid just skogsbrand oftast betydligt lägre, på omkring 0,1 till 1,0 procent. Vid direkta angrepp noteras högre värden inom intervallet i syfte att väta bränslet framför brandens spridningsriktning.

Skuminblandningen är även hög då behov finns att skydda bebyggelse. Vid eftersläckningen av en brand i skog och mark är andelen skum lägre, ungefär 0,3 procent. Tumregler som brukas vid skogsbrand är att det våta skumbältet bör vara 2,5 gånger flamlängden (Hansen, 2003). Skumappliceringen bör ske mellan 5 till 60 minuter innan den annalkande brandfronten når fram till det skyddsvärda området på grund av att skummets vätande egenskaper ska utnyttjas med maximal effekt. Skummet får heller inte anbringas för tidigt eftersom risken för dränering då ökar. Fällningar av skum kan också användas av flygande resurser. Avsikten kan bland annat vara att täcka trädtopparna med ett skumlager och på så sätt erhålla ett strålningsskydd som i sin tur kan förhindra toppbrand (Andersson & Rosvall, 1995).



Figur 4.3. Skum kan vid många tillfällen vara ett effektivt släckmedel så även vid skogsbränder. Huruvida djur och natur påverkas av tillsatsen debatteras dock.

Retardenter

Generellt sett används retardenter främst vid en indirekt angreppsfilosofi och deras främsta egenskap är att verka kylande under en längre tidsperiod. Retardenten placeras på ett ännu obränt område med hjälp av mark- eller luftburna fordon. Då branden kommer i kontakt med retardenten, i försök att nå bränslet, startar ett flertal energikrävande processer. Retardentens innehåll kan variera men utgörs vanligen av ammoniumbaserade kemikalier så som ammoniumfosfat och ammoniumsulfat. Retardenternas verkningstid varierar från 30 minuter ända upp till flera timmar. Ofta tillsätts även ett färgämne så att insatspersonalen vet exakt var retardenter lagts ut. Inblandningen av retardenter i släckvattnet ligger mellan 10 till 20 procent, med andra ord betydligt högre än ovan nämnda skuminblandning. Ur ekonomiskt perspektiv är retardenter dessutom förhållandevis dyra (Andersson & Rosvall, 1995).

4.5 Utrustning

Förutom olika typer av släckfordon så väl luft- som markburna, slangar av olika dimensioner och släckmedel nyttjas en mängd andra redskap och verktyg vid brand i skog och mark. Nedan ses en förteckning över merparten av den materiel som används vid svenska skogsbränder. Listan ska dock inte ses som komplett, varje brandförlopp är unikt och kan därmed kräva annan utrustning.

- Bränsledunkar
- Driptorch
- Elverk
- Grenrör
- Hackor
- Hinkar
- Motorsprutor
- Skuminjektör
- Slangupprullare
- Spade
- Strilkannor
- Strålrör
- Stålkrotta/Stålbörste
- Såg
- Terrängfordon
- Vattenpumpar
- Vattenspridare
- Yxa

Om den kommunala räddningstjänsten inte har tillgång till all utrustning som behövs vid en släckinsats kan förstärkning begäras från andra räddningstjänster inom samma region. Om resursbrister ändå uppstår kan hjälp fås från MSB som kan bistå med så kallade skogsbrandsdepåer, se figur 4.4. Skogsbrandsdepåerna är kostnadsfria och innehållet är ungefär likvärdigt det materiel som listats ovan. En komplett skogsbrandsdepå utgörs av två containrar varför det är av yttersta vikt att paret aldrig separeras. Vid behov av en skogsbrandsdepå tar den berörda räddningstjänsten kontakt med MSB:s TiB (Tjänsteman i beredskap). Depåerna uppdaterades år 2013 och är spridda över hela landet. Nuvarande stationeringsorter är: Bengtsfors, Boden, Dorotea, Högsby, Ljungby, Ludvika, Skellefteå, Strängnäs, Sundsvall, Söderhamn, Vetlanda och Östersund (Gullstrand, 2013). För information om det exakta innehållet i depåerna hänvisas läsaren till Bilaga D.



Figur 4.4. En av de två containrar som tillsammans utgör en skogsbrandsdepå (MSB).

4.6 Eftersläckning och bevakning

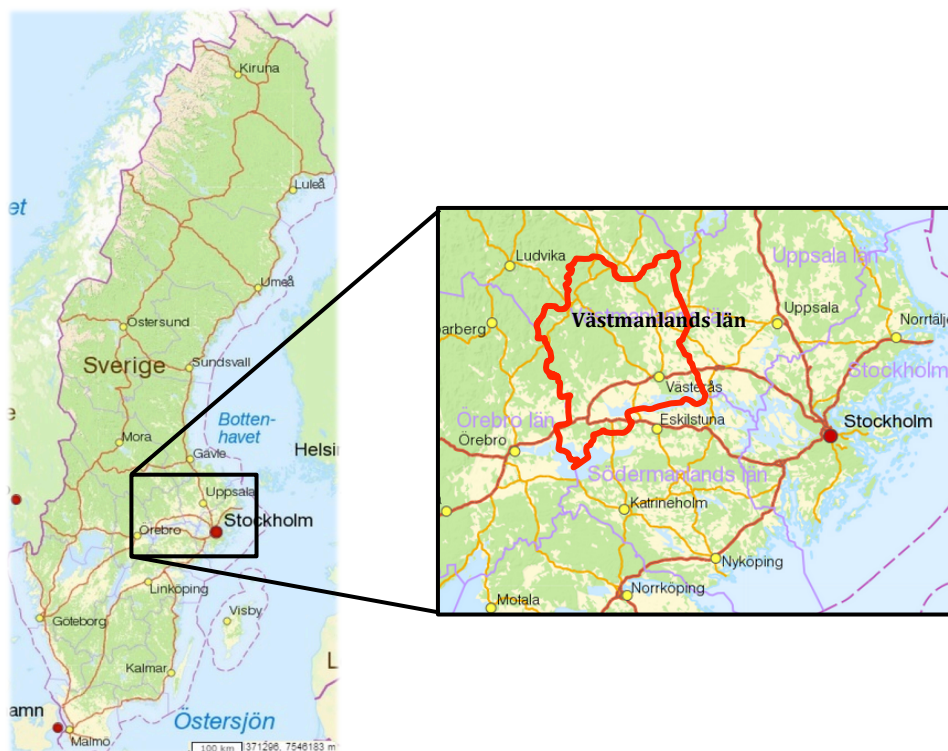
När den mest kritiska situationen lagt sig och skogsbranden får anses vara under kontroll återstår dock mycket arbete i form av eftersläckning och bevakning. Vid eftersläckning börjar angreppet vid brandens kanter, det vill säga vid det tidigare eldbandet, och fortsätter in mot centrum. Det kan vara svårt att hitta glödhärdar som ligger och pyr under vegetation men tecken på värme kan vara vit aska på ytan, svärmande mygg kring ett område eller om strålföraren ser tecken på rökbildning när markytan får kontakt med den spridda vattenstrålen. Brandskadade träd som tenderar att falla huggs ner om de anses utgöra en fara annars bevaras vegetationen så intakt som möjligt eftersom den spelar en stor roll i det ekologiska kretsloppet. En extra kontroll görs av trädens rotsystem eftersom de kan generera en fortsatt spridning under mark vilket i sin tur kan innebära ett torvbrandsförlopp. När räddningstjänsten anser att eftersläckningsarbetet är avslutat övergår situationen till bevakning. Kontrollrundor genomförs då kontinuerligt under en bestämd tidsperiod (Erlandsson, 1990).

5. Skogsbranden i Västmanland

Torsdagen den 31 juli går ett larm om en skogsbrand nordost om Seglingsberg i Västmanlands län. Denna brand kom att bli den största skogsbranden i svensk modern historia. Med cirka 70 deltagande räddningstjänster från hela landet blir branden en riksangelägenhet. I och med brandens aktuella status samt att den kom att innebära ett omfattande släckningsarbete tyckte författarna att den utgjorde en lämplig fallstudie för rapporten som helhet.

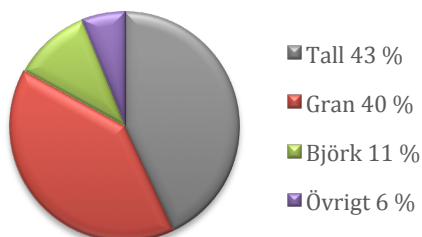
5.1 Platsbeskrivning

Västmanland omfattar kommuner som Fagersta, Norberg, Sala, Skinnskatteberg, Hallstahammar, Surahammar, Västerås, Köping, Kungsör och Arboga. Det bor cirka 250 000 människor i länet och Västerås är den största kommunen sett till befolkningsmängd, men till ytan är Sala den största kommunen. Figur 5.1 visar var i Sverige Västmanlands län är beläget (Skogsstyrelsen 4).



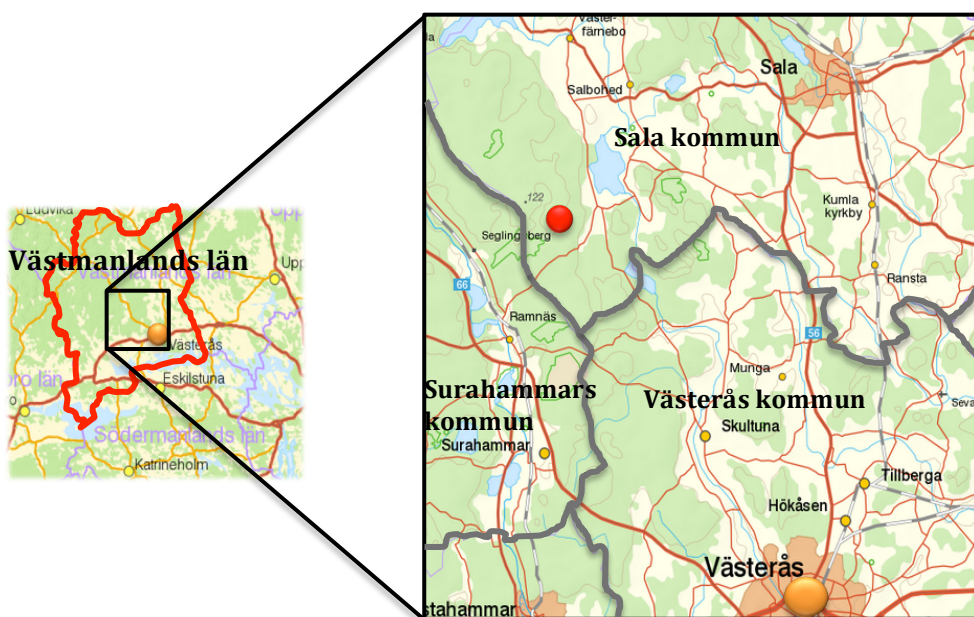
Figur 5.1. Karta över Västmanlands län med angränsande län och kommuner (Karta: Geodata).

Västmanlands län har en skogsareal på cirka 300 000 hektar med ungefär 5 300 skogsägare (Skogsstyrelsen 4). Naturen i länet består av allt från lövskogar runt sjön Mälaren i söder och kuperad barrskog i de norra delarna av länet, i figur 5.2 redovisas fördelningen av trädslag i länet.



Figur 5.2. Cirkeldiagram över trädslagsfördelningen i Västmanland.

Branden startade utanför Seglingsberg i Surahammars kommun. Branden kom att omfatta de fyra kommunerna Surahammar, Sala, Norberg och Skinnskatteberg. Figuren nedan (figur 5.3) anger med röd prick var branden startade.

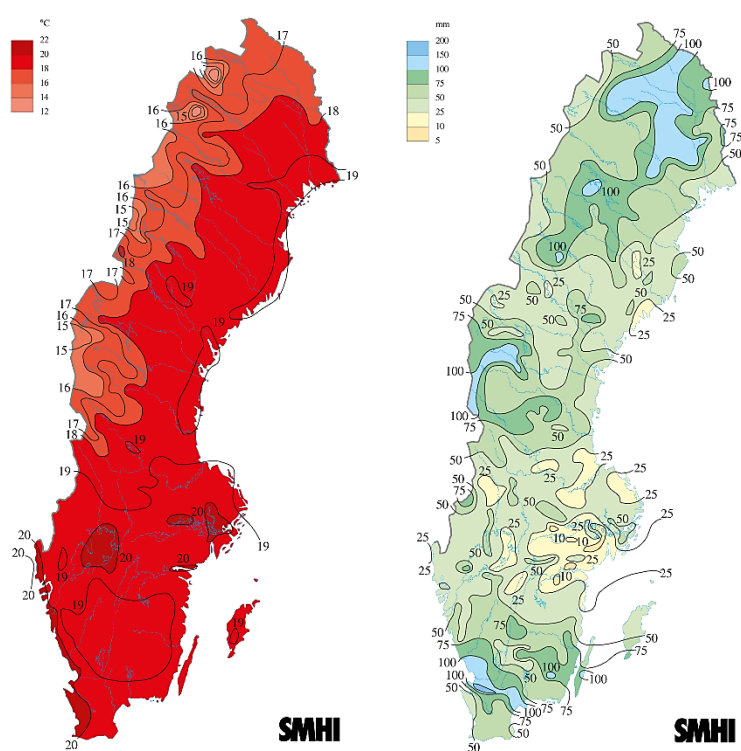


Figur 5.3. Röd prick visar var branden i Västmanland startade (Karta: Geodata).

5.2 Förutsättningar

Den 22 juli utfärdades ett eldningsförbud i kommunerna Västerås, Hallstahammar, Surahammar, Fagersta och Norberg på grund av att skog och mark var extremt torr och brandrisken mycket stor (Länsstyrelsen 1). Även globalt så var augusti en rekordvarm månad. Enligt data från NASA anges att 2014 års globala medeltemperatur låg 0,70 grader Celsius över normalvärdet (SMHI 2).

I juli nådde värmeböljan sin topp och de ökade temperaturerna bidrog också till en hel del åskväder. Den 21 juli utfärdade SMHI en varning för mycket höga temperaturer och i Svealand pågick mycket åskväder och på några håll drabbades kommuner av skyfall och översvämningar. Nederbörden över Västmanlands brandområde var nästintill obefintlig i juli månad och de höga temperaturerna gav extrema vädervärden efter en lång torka samt mycket låg relativ luftfuktighet. Figur 5.4 nedan presenterar värden för juli månad där den första kartbilden anger medeltemperatur och kartbild två anger nederbörden i millimeter (SMHI 3).



Figur 5.4. Kartbild 1: medeltemperatur [C°], kartbild 2: nederbörd [mm] (Källa: SMHI 3).

Trots detta var orsaken till att branden i Västmanland startade på ett hygge i Surahammars kommun inte en blixurladdning. Skogarna i Västmanland består till största del av barrskog och i brandområdet var bränslet främst öppen tallskog som gynnade branden samt en relativt platt topografi. I tabell 2.1 i avsnitt 2.2.3 kan utläsas att förhållandena i Västmanland motsvarar de nedersta raderna i tabellen eftersom det rådde mycket låg relativ luftfuktighet och bränslefukthalt. På så vis kan utläsas vilket förväntat brandförlopp de beskrivna förutsättningarna kunde komma att skapa i slutet av juli 2014.



Figur 5.5. På kartan är sjön Snyten inringad (Karta: Geodata).

Som tidigare nämnts i avsnitt 2.3 påverkas en stor brand inte lika mycket av yttre faktorer som en mindre brand gör. För skogsbranden i Västmanland, som växte sig större och större, innebar det att de naturliga brandbarriärerna inte hade mycket att sätta emot under de mest kritiska dagarna. Branden kom bland annat att hoppa över en 1,8 kilometer bred sjö, Snyten (se figur 5.5 och 5.6) (Ivansson 2, 2014).



Figur 5.6. Sjön Snyten i Ängelsberg som branden hoppade över.

5.2.1 Brandriskprognos

Som tidigare nämnts var förutsättningarna med väder och bränsle optimala för att understödja en brand med hög intensitet. Framställningen i detta avsnitt bygger på, om inget annat anges, på en intervju med Annie Johansson⁵. Enligt data från Annie Johansson, se Bilaga A, kan utläsas att förhållandena var torra under sommaren 2014 och extrema under skogsbranden. För att bryta ner all information och få en bra översikt har författarna valt att titta närmre på de värden som uppmättes för dagen då branden startade (torsdag 31 juli) och den dag där branden kom att växa sig mycket stor (måndag 4 augusti), detta för att ge läsaren en förståelse för vilka förutsättningar som rådde vid tidpunkten för skogsbranden. Brandförloppet beskrivs utförligt i avsnitt 5.3. I tabellen nedan är de nämnda dagarna presenterade under "tidpunkt" samt respektive värden, se tabell 5.1. I den nedersta raden kan det kritiska värdet utläsas. Vid jämförelse av de två tidpunkterna noteras att i princip alla värden förvärrats från dagen då branden startade. Det kan även noteras att värdena är, för de flesta punkter, långt över de kritiska. För fullständig datatabell och variabeltolkning hänvisas läsaren till Bilaga A och för utförlig förklaring för vad varje värde anger hänvisas till Bilaga B.

Tidpunkt	Temp	RH	Vind	Vindriktning	Nederbörd	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI	FWI-index	HBV	HBV-index
2014-07-31 14:00	24.2	38	5.2	VSV	0.0	90.2	55.4	453.1	11.3	84.9	31.5	6	30.0	5
2014-08-04 14:00	33.9	27	4.3	SO	0.0	93.8	69.5	485.3	15.9	102.4	43.1	6	26.0	6
Kritiskt värde						89	20	300	12	80	25			

Tabell 5.1. Tabellen presenterar två tidpunkter i relation till kritiskt värde.

Dessa värden innebär för

- FFMC > 90: Hög risk för gnistantändning. Extremt högt värde.
- DMC > 60: Extremt högt värde.
- DC > 500: Kraftigt djup brand. Extremt högt värde.
- ISI > 15: Risk för kronbrand. ISI > 18: Extremt högt värde.
- BUI > 80: Potentiella brandbeteendeproblem i djupa bränslen. BUI > 90: Involverar tjocka bränsleskikt och grova grenar. Extremt högt värde.

FFMC 90 är det värde där spridningen ökar drastiskt, vilket beror på att gnistor från brandfronten lättare antänder och "småeldar" påskyndar brandförloppet. FFMC 85 är den lägre gränsen för att brandspridning ska kunna ske. Spridningshastigheten ökar sedan starkt mellan FFMC-värdet 85 och 92. Sammandraget kan tolkning av värdena i tabell 5.1 göras som att markförhållandena var extremt torra och värdena för brandriskprognosernas indata extremt höga. Då kan förväntas en mycket svårsläckt och intensiv brand, som kommer bli kraftigt djupgående i markskikten.

⁵ Wildland Fire Behavior Specialist (WFBS), Annie Johansson, Kyllesjö Skog, intervju 2014-11-10

5.3 Brandförloppet

I detta avsnitt beskrivs brandens förlopp och dess utbredning i Västmanlands skogar från starten den 31 juli till dess att situationen officiellt ansågs vara under kontroll den 11 augusti. Räddningsinsatsen avslutades formellt den 11 september men efterarbetet kommer att fortgå långt framöver, i skrivande stund finns inget slutdatum. Förutom själva brandförloppet kommer övergripande taktiska beslut att presenteras tillsammans med övrig information som författarna anser kan vara av intresse för rapportens transparens. För att erhålla en bättre helhetsbild över brandförloppet hänvisas läsaren till att studera figur 5.7 samtidigt som loggen nedan läses.

Torsdag, 31 juli

Den sista juli 2014 bröt det som kom att kallas för den största skogsbranden i modern svensk historia ut. Förloppet startade i nordöstra delarna av Surahammars kommun, mellan Seglingsberg och Öjesjön. Brandens uppkomst bedöms ha uppstått i samband med den markberedning som stora Enso genomförde vid tillfället i området. Det bör även tilläggas att de yttre förutsättningar för skogsbrand, som nämnts ovan, var optimala. Marken var oerhört torr på grund av sommarens värmebölja i kombination med kraftiga vindar (Sveriges Radio 1). Larmet inkom 13.31 till SOS Alarm, brandens storlek bedömdes initialt till cirka 30 × 30 meter. Först på plats var deltidsstyrkorna från Virsbo och Surahammar, senare kommer även en styrka från Västerås räddningstjänst att anlända. Insatsen fördröjdes med cirka 15 – 20 minuter eftersom fel koordinatangivelser erhöles och styrkorna hamnade därmed på fel skogsväg. Insatspersonalen tvingades åka runt kalhygget till andra sidan och då hade elden nått ett risupplag. Omkring 17.30 tar Sala-Heby räddningstjänst vid sedan branden passerat gränsen till Sala kommun. Insatsledare är nu Jan Lindberg och under hans ledning har fokus varit på iordningställande av begränsningslinjer, det indirekta arbetet har fungerat med tillfredsställande resultat på södra sidan ner mot Öjesjön men i nordlig riktning är läget fortfarande kritiskt (Ivansson 1, 2014). Sent på kvällen, vid 22-tiden, uppskattar Jan Lindberg att ett manskap på 30 personer arbetar aktivt mot branden. Gällande luftburna resurser är en helikopter verksam som uppskattar skogsbrandens nuvarande storlek till 1500 × 400 meter. Helikoptern är ett viktigt verktyg mot brandbekämpningen och avsikten är att hålla den i luften så länge som möjligt ända tills piloten bedömer att sikten inte längre är tillräcklig (Sveriges radio 1).

Fredag, 1 augusti

På morgonen konstaterar Jan Lindberg att nattens insatser varit gynnsamma. Begränsningslinjerna är intakta, vinden har avtagit och väderleken är något fuktigare. "Jag kan inte säga att branden är helt under kontroll. Ena riktningen är fortfarande lite tveksam men vi är en bra bit på vägen" utvecklar han (Sveriges Radio 1). Under fredagsmorgonen anländer Försvarmaktens helikopter 10, eller Eurocopter AS332 Super Puma som den benämns internationellt, till området med en släckkapacitet på 2 m³ (Försvarmakten). Totalt anländer tre helikoptrar till skadeområdet under dagen. Under förmiddagen blir Jan Lindberg avlöst av sin kollega Göran Cederholm. Skogsbrandens utbredningsområde ökar med 25 procent, från 60 hektar till 75 hektar (Sveriges Radio 1). Dessutom erbjuder Sits, ett företag inom naturvårdsbränning, sin hjälp och räddningstjänsten Sala-Heby tackar ja. En skogsbrandsstyrka på 28 personer tillkallas som börjar anlända redan samma kväll. Ansvarig för skyddsavbränningarna är Tomas Aronsson som kommenterar läget med "En så här stor brand är nästan omöjlig att släcka med enbart vatten. Man måste få bort bränslet framför brandfronten" (Ivansson 1, 2014).

Lördag, 2 augusti

Under dagen går en av Försvarmaktens helikoptrar sönder men förstärkning fås gällande luftburna resurser i form av fyra helikoptrar från en privat aktör. Branden tar sig dessutom förbi en av de begränsningslinjer som upprättats och problematik ligger också i det faktum att terrängen är svårtillgänglig. Ett annat dilemma är den kraftiga vind som råder. Ett 70-tal personer är involverade i insatsen och brandmän från Sala, Västerås, Strängnäs, Stockholm, Uppsala samt Enköping finns representerade. Förstärkning har även fått från bönder i närområdet som bistår släckinsatsen med stora vattenkärl (Sveriges Radio 1). Dessutom har arbetet gällande skyddsavbränningarna satts igång på allvar men problemet ligger i det faktum att branden är så pass stor att den istället letar sig förbi vid sidan om avbränningen (Ivansson 1, 2014).

Söndag, 3 augusti

Tillväxten fortsätter även på söndagen och Göran Cederholm berättar att vanliga naturliga begränsningslinjer så som lövskogsbälten, sankmarker, sjöar och vattendrag inte räcker till för den här branden, "..elden bara far förbi" konstaterar han (Ivansson 1, 2014). Branden har till exempel tagit sig förbi brandgator som är 150 meter breda (Sveriges Radio 1). Göran berättar vidare att Sala-Heby räddningstjänst släckt skogsbränder som haft samma index på brandriskskalan som detta förlopp, det vill säga 5E, tidigare under sommaren. Trots att liknande metoder används som vid andra tillbud så tycks ansträngningarna inte verka lika effektivt den här gången (Ivansson 1, 2014). Under söndagen anländer Annie Johansson, expert inom skogsbrandsfenomenet. Hennes funktion blir att beskriva vad hon anser kommer hända näst efter att hon noga granskat rådande förutsättningar i form av faktorerna topografi, väder och bränsle med hjälp av FWI modellen. Annies prognoser fungerade som en del av beslutsunderlaget gällande angreppsmetodiker vid släckningsarbetet. "Jag talade om på morgonen och det här förväntar jag mig att branden gör på förmiddagen, det här under eftermiddagen och det här är mitt skräckscenario för eftermiddagen" förtydligar Annie (Ivansson 2, 2014). I och med att väderprognosen för söndageftermiddagen angav temperaturer runt 30 grader, sol samt låg luftfuktighet befarades risken för uppblossande brand i trädkronor, det vill säga toppbrand. För tillfället arbetar omkring 100 personer aktivt med att stoppa branden som nu ökat till en area om 2500 hektar (Sveriges Radio 1).

Måndag, 4 augusti

På en dag växer branden från en yta på cirka 2 500 hektar till 14 000 hektar och insatspersonalen står inför Sveriges största naturkatastrof i modern tid. Under dagen evakueras människor från Gammelby, Västervåla samt Ängelsberg. För att hjälpa personer som inte har någonstans att ta vägen upprättas temporära övernattningsmöjligheter i Hammarskolan i Surahammar, Västerfärnebo kommunhus samt i Fagersta kommunhus (Länsstyrelsen 2). De boende i Hörnsjöfors, Stenbroviken samt Sörhörende har också evakuerats och totalt rör det sig omkring 1000 evakuerade. Det finns även diskussioner kring evakuering av orten Norberg (Sveriges Radio 1). Dessutom fås besked om att de vattenbombande flygplan vars ankomst skulle ske under måndagen inte kommer att anlända förrän nästa dag, tisdag. Totalt arbetar nu 13 helikoptrar mot skogsbranden och den största problematiken för piloterna är sviktande sikt på grund av brandfrontens kraftiga rökutveckling (Länsstyrelsen 2).

Väderleken är heller inte på släckarbetarnas sida, med toppnoteringar för Sverige (2014) med 34,4 grader Celsius blir arbetet än mer komplext (Sveriges Radio 1). Under eftermiddagen från omkring 12.30 till 19.00 går skogsbrandsförloppet in i sin mest kritiska fas (Ivansson 2, 2014). På enbart fyra timmar fördubblas branden sin yta. Vid denna tidpunkt ligger brandens spridningshastighet på omkring 3 kilometer per timme (Ivansson 3, 2014). När branden sedan avtar under kvällen tros detta till stor del bero på den ganska kraftiga utförsbacke som vetter mot sjön Snyten. Lutningen är nordlig vilket i sin tur genererar att området utsätts för mindre solljus och bränslet är därmed något fuktigare. Likaså växer det en annan typ av vegetation i norrsluttningar som inte utgör lika bra bränsle som de tidigare skogspartier där branden dragit fram. Dessutom höjs luftfuktigheten mot kvällen och natten vilket också var en bidragande orsak till brandens dämpning. Kombination av nämnda faktorer gav insatspersonalen ett mer gynnsamt läge

än tidigare men med lite andra förutsättningar kunde branden fortgått ännu längre. När branden till sist nådde sjön Snyten tog den sig förbi även denna 1,8 kilometer breda begränsningslinje men nu var personalen väl förberedda och genom en koncentrerad punktinsats kunde flygbränderna snabbt slås ner. Under det mest kritiska dygnet har Annie Johanssons brandspridningsprognoser varit en viktig punkt på stabsmötenas agenda. "Det är först när man vet var branden tar vägen och hur den kommer att bete sig som det går att göra bedömningar om släckningstaktik. Kan man förutspå sådana spridningar som under måndagen ska fokus vara personalens säkerhet och inte släckningen." Senare kommer såväl Annie som Lars-Göran uttala sig om att det brandförlopp som utbröt under måndagseftermiddagen hade antagligen inga flygplan eller helikoptrar i världen kunnat stoppa (Ivansson 2, 2014). I det läget var det redan för sent, men luftresurserna hade nog kunnat spela en stor roll om de anlät innan måndagen menar Lars-Göran (Ivansson 3, 2014).

Nio personer fick räddas under eftermiddagen med hjälp av helikopter eftersom de var inringade av branden mellan Nyckelmossen och Hökmossen. Personerna angavs vara delaktiga i det frivilliga arbetet som innebar att tillhandahålla insatspersonalen med släckvatten. Senare kom dock uppgifter om att de gett sig ut i området utan räddningstjänstens vetskap. Områdets infrastruktur har också påverkats starkt, bland annat är vissa partier på vägarna 681, 685 och 668 avstängda och all tågtrafik mellan Västerås och Fagersta är för tillfället inställd. Vissa bostäder i närområdet är också strömlösa (Sveriges Radio 1).

Tisdag, 5 augusti

Under natten mot tisdagen påträffas skogsbrandens första offer, en man i 30-års åldern som hittas längs med väg 668 norr om Stabäck (Sveriges Radio 1). Han tros ha omkommit under gårdagens kritiska eftermiddag (Ivansson 2, 2014). En 42-årig man räddades med svåra brännskador i samma område och räddningstjänsten tror att de båda männen arbetade tillsammans med timmerhantering när de omringades av elden. Ett antal personer fick också fly under morgonen från Stabäck (Sverige Radio 1).

Klockan 11.21 bekräftar Länsstyrelsen för Västmanlands län på sin hemsida att de övertagit insatsen från den kommunala räddningstjänsten (Länsstyrelsen 2). Men redan strax efter 10 har Lars-Göran Uddholm utsetts som den nya formella räddningsledaren. Hans fokus kommer ligga på samverkan och ett kontinuerligt ledarskap. När branden går från att vara en "vanlig skogsbrand" till en situation som påverkar hela samhället då får samordningsansvaret en helt ny dimension menar Lars-Göran Uddholm. "I det här läget handlar det inte längre om att släcka en brand och sköta någonting annat vid sidan av, utan då handlar det om att sköta något annat och släcka en brand vid sidan av" klagör Lars-Göran (Ivansson 3, 2014).

De vattenbombande planen från Italien har ännu inte anlät, deras försening beror på dålig väderlek och de är för tillfället strandade i Polen. Ankomst beräknas ske imorgon, onsdag. Dock beräknas franska flygplan anlända redan ikväll. Flygplanen kommer vara till stor hjälp menar Lars-Göran eftersom de har möjlighet att transportera en väldigt stor vattenmängd åt gången. "De kommer mer än fördubbla vår vattenbekämpning från luften" säger han. Förstärkning efterlyses även på marknivå och förfrågningar har i första hand vänts till Försvarsmakten och kommunala räddningstjänster runt om i landet. Uppskattningsvis jobbar för tillfället ett manskap på 200 personer mot branden (Sverige Radio 1).

Onsdag, 6 augusti

På onsdagen råder mer gynnsamma förutsättningar och släckningsarbetet kan fortgå med goda resultat. I vissa områden är branden till synes helt släckt men det finns fortfarande partiklar som ligger och glöder under marken och detta är något personalen först kan bearbeta när fokus gått från räddning till efterarbete och bevakning. En överhängande risk för uppblussning finns i sådana skogspartier. Men i andra delar, främst i nordlig och östlig riktning, av det drabbade området syns fortfarande öppna flamfronter och här arbetar personalen med att förstärka redan befintliga begränsningslinjer. En regnskur som kom under dagen har också dämpat brandens spridningshastighet (Länsstyrelsen 2).

Vid 18.00 kunde de fyra utländska flygplanen från Frankrike och Italien påbörja sin vattenbombning och tanken är att planen i första hand ska hämta vatten från Åmänningen eller Granfjärden i Mälaren varför människor uppmanas att hålla sig på avstånd från avspärrade områden. Vid flera andra vattendrag så som Virsbosjön, Hörendsjön, Snyten, Fläcksjön och Långsjön råder också tillträdesförbud. Planen hann bara vara i luften i två timmar inte mörkret gjorde att de var tvungna att bryta för dagen och under den tiden släpptes knappt 700 000 liter vatten. I nuläget används enbart vatten från de flygande resurserna, skum är än så länge inte aktuellt eftersom det kan komma att påverka flora och fauna (Sveriges Radio 1).

Det bör även tilläggas att allt fler aktörer är delaktiga i arbetet, förutom räddningstjänsten, polisen, försvarsmakten, hemvärnet, MSB och liknande myndigheter så är även många frivilliga organisationer engagerade. Exempelvis anlände ett 15-tal bandvagnar under onsdagskvällen som frivilliga automobilkåren tillhandahöll (Sveriges Radio 1).

Torsdag, 7 augusti

Skogsbranden har nu pågått i en vecka och lägesbilden blir allt mer stabil. Natten till torsdagen har varit lugn med enbart några enstaka mindre glödbränder som flammat upp men som personalen snabbt har kunnat släcka. Redan klockan 04.00 på morgonen började de första helikoptrarna sitt arbetspass och ett par timmar senare var även flygplanen igång. De fyra planen som flyger på en höjd av 30 meter har tillsammans kapacitet att släppa 24 ton vatten var tredje minut över området. Vid dagens slut kan det konstateras att de flygande resurserna varit i drift i 14 timmar och att de bidragit med 3 miljoner liter vatten under denna period. Under dagen arbetar 120-140 personer med själva brandbekämpningen, 100 personer med logistik samt 30-40 personer som håller på med övrigt arbete ute på skadeplats (Länsstyrelsen 2).

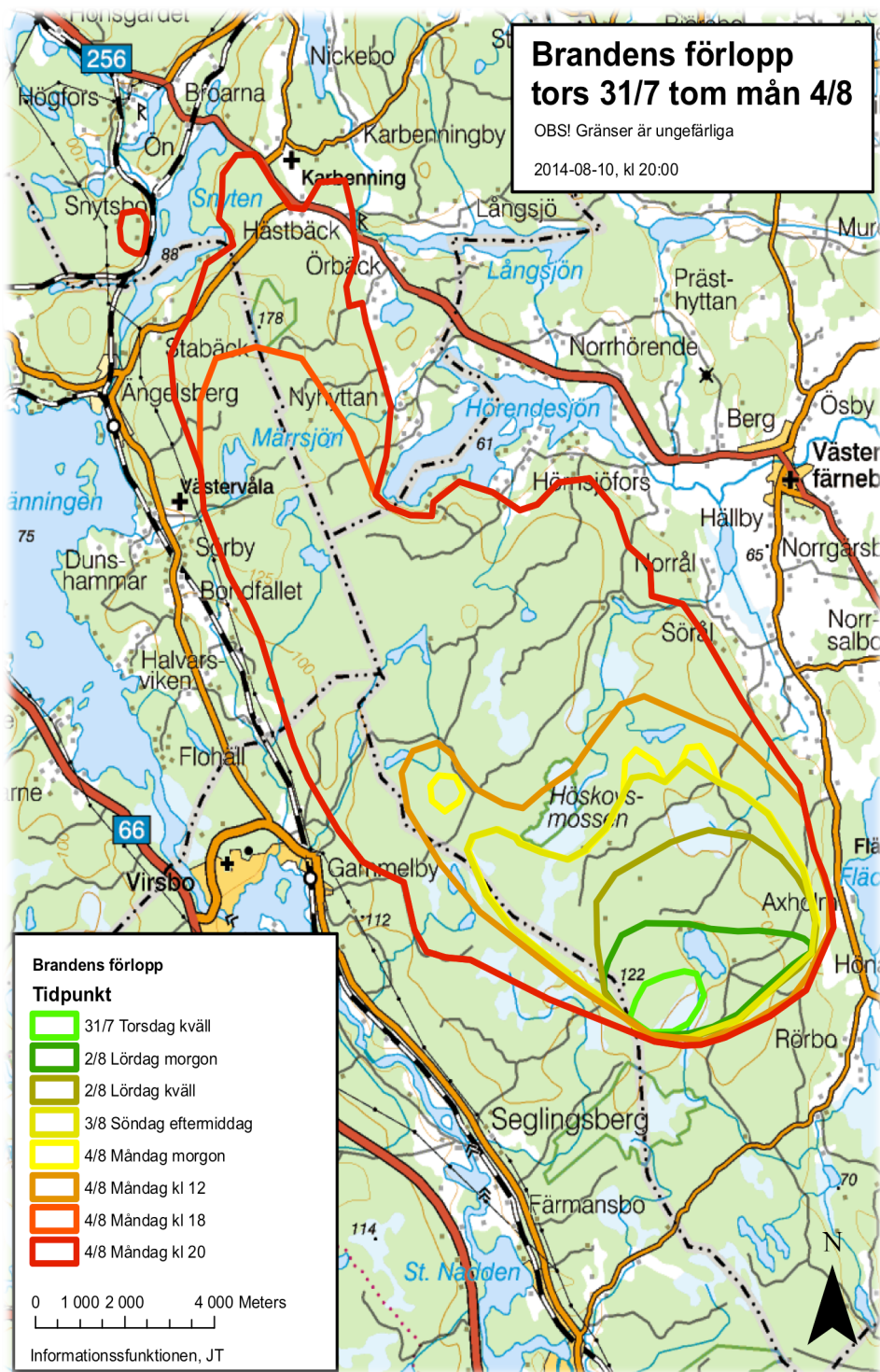
Fredag, 8 augusti – måndag, 11 augusti

I slutet på vecka 32 kan insatspersonalen konstatera att läget är allt mer stabilt, begränsningslinjerna håller och även om uppblussande sker i samband med kraftiga vindbyar släcks dessa ned omedelbart antingen från luften eller marken. Evakuerade individer börjar få möjlighet att återvända hem under helgen med restriktioner om att de måste vara beredda på att utrymma igen om lägesbilden skulle ändras (Länsstyrelsen 2). På lördagen är väderleken återigen torr och varm och Lars-Göran Uddholm befarar att eftermiddagen kan bli tuff. "Just nu står vi inför den största utmaningen vi har haft sen i måndags. Vi har ett väder som absolut inte är optimalt för brandsläckning och vi kommer sättas på prov i eftermiddag, jag är helt övertygad om det" säger Lars-Göran (Sveriges Radio 1). Trots de svåra förutsättningarna fortsätter släckningsarbetet med önskat resultat och under söndagen ändras de vattenbombande planens strategi. Från att ha varit högst delaktiga i släckningsarbetet och mer eller mindre kört skytteltrafik mellan brandfronten och vattendrag används de nu främst som punktinsatser vid uppblussande om så behövs. Endast ett flygplan är i kontinuerlig drift medan de andra tre står i stand-by läge i Västerås. I detta läge görs bedömningen, i samråd med de italienska och franska piloterna, att branden bäst bekämpas från marknivå eftersom branden nu övergått till en glödbland som pyr under jorden. På söndagskvällen avtackas så väl de fyra utländska vattenbombande planen som de norska helikoptrarna. De svenska flygresurserna kommer dock finnas tillgängliga ytterligare en tid men deras

funktion kommer främst vara som transportmedel och inte som ett verktyg i släckningsproceduren. På marknivå ligger fokus längs med skogsbrandens eldband mil efter mil, så småningom kommer insatspersonalen succesivt arbeta sig inåt (Länsstyrelsen 2). På måndagen förklarar Lars-Göran officiellt att branden är under kontroll (Sveriges Radio 1).

Efterarbete och bevakning

Själva räddningsinsatsen kom, om än i mindre skala, att fortgå i ytterligare en månad till den 11 september. Då avslutade räddningsledaren Lars-Göran Uddholm operationen officiellt vilket rent praktiskt innebär att staten lämnar över ansvaret för det berörda området till skogsägarna själva, enligt LSO 4 kap 7 §. Insatsen har varit svår att avsluta eftersom det är väldigt många aktörer inblandade. Viss eftersläckning återstår men främst handlar det om bevakning i form av kontrollrundor (Krisinformation 2). Exakt när hela branden är släckt är mer eller mindre omöjligt att säga eftersom glödbränder under marken kan fortgå under mycket lång tid. "Mycket regn är något som vi normalt sett förknippar med hösten så det kan ju vara så att den här själva släckande delen, den kommer nog pågå fram emot årsskiftet" är Lars-Görans kommentar till situationen (Sveriges Radio 1). Men det kommer inte enbart vara Länsstyrelsen för Västmanlands län tillsammans med privata aktörer som är engagerade i efterarbetet. Exempelvis kommer MSB ha representanter från sin organisation som hjälper till att samla in och återställa materiel och utrustning. Thomas Degeryd från MSB insatsenhet uttrycker sig enligt följande om det återstående arbetet "Hur mycket av de drygt 15 mil slang som kan återanvändas är oklart men det kommer bli mång mil slang som ska tvättas, torkas och provtryckas. Målet är att allt ska vara återställt och klart till nästa skogsbrandssäsong" (MSB 5).



Figur 5.7. Brandens utbredningsområde från den 31:e juli till den 4:e augusti (Länsstyrelsen Västmanlands län).

5.4 Hanteringen av skogsbranden

Att hantera ett skogsbrandsförlopp som det i Västmanland sommaren 2014 var en uppgift Sverige aldrig tidigare ställt inför. En mängd material, utrustning och expertis krävdes för att släcka branden. I och med de avgränsningar som gjorts initialt i rapporten kommer fokus att ligga på den praktiska hanteringen ute på fältet och inte på det administrativa. I denna del av rapporten kommer således valda metodiker och hjälpmedel som applicerades ute på skadeplats att listas. Observera att strategierna inte kommer förklaras, utan om utförligare beskrivning önskas hänvisas läsaren till tidigare kapitel (kapitel 4), där de olika begreppen klargörs tydligare. Informationen i avsnittet bygger till viss del på litteraturstudier men också till stor del på det intervjuunderlag som författarna samlat in. Författarnas ursprungsplan var att intervjua de fyra stationer som var delaktiga från början till slut i branden, det vill säga Virsbo, Surahammar, Västerås och samt Sala-Heby. Tyvärr kunde/ville enbart tre stationer medverka och den sistnämnda stationen intervjuades därmed aldrig. De intervjuade individerna har valt att vara anonyma. Om inget annat anges utgör dessa samtal underlag till angiven data⁶.

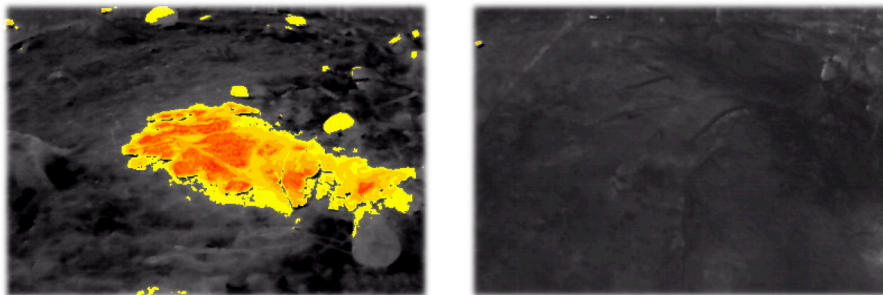
5.4.1 Släckinsatsen

Precis som brandens beteende och utbredning varierar beroende på plats och tidpunkt så kommer släckinsatsen vara tvungen att anpassas utefter det. De första styrkorna som var på plats började med en direkt attack men ganska snabbt övergår angreppet till en kombinerad version av så väl indirekta som direkta inslag. Det vill säga beroende på i vilket skede ett brandförlopp är måste anpassningar göras utefter det. Likaså måste hänsyn tas till de yttre rådande och framtida förutsättningarna i form av vegetation, väder och topografi. På grund av ständigt förändrande förutsättningar är det svårt att ge en rättvis beskrivning av hela släckinsatsen och således ska beskrivningarna nedan ses som generella metodiker som i stora drag användes över större delarna av det branddrabbade området. Avvikelser i arbetet kan ha förekommit på specifika platser vid särskilda tidpunkter.

- En kombinerad arbetsmetodik tillämpas relativt tidigt (torsdag eftermiddag/kväll), med både indirekta och direkta angrepp. Direkta attacker genomförs från så väl mark som luft, där luftburna fordon spelar en allt mer central roll några dagar in i förloppet. Det indirekta arbetet består främst av iordningställande av brandgator och förebyggande bevattning med så väl brandslang som vattenspridare. Den kombinerade metoden fortlöper under hela förloppet. Hur personal och utrustning ska placeras samt fördelas styrs till stor del av staben i Ramnäs. Styrkorna placeras utefter brandens sektorsindelning.
- Avbränningsmetoden tillämpas men då främst av privata aktörer. Vissa av räddningstjänstens arbetare kom dock att hjälpa till.
- Släckmedel utgörs i huvudsak av vatten som hämtas från närliggande sjöar eller brandposter. De sjöar som omnämns är Virsbosjön, Seglingsbergssjön, Hörendssjön, Fläcksjön, Långsjön, Snyten och Gottricken. Virsbos styrkor hämtar även från den egna stationen.

⁶ Personal från stationerna Surahammar, Virsbo samt Västerås, MBR, 2014-11-01—2014-11-26

- I begränsad utsträckning används även skum och andra tillsatsmedel i släckvattnet. Ett av de medel som nyttjas går under varumärket X-fog. I figur 5.8 åskådliggörs medlets verkan, med hjälp av värmekamera, på ett område under branden i Västmanland. I den vänstra bilden har enbart vatten använts som släckmedel och bilden är tagen ungefär 30 minuter efter släckinsats. Kameran påvisar en ännu stark värmepåverkan på marken och rökalstring observeras. I den högra bilden har 1 procent X-fog blandats in i släckvattnet (återigen är bilden tagen ungefär en halvtimme efter släckinsats). Ingen större värmepåverkan samt inga observerade rökgaser⁷. I vilken utsträckning olika tillsatsmedel påverkar natur och djur är något som debatteras och som måste analyseras vidare innan sådana tillsatser används i större skala.
- Vanligaste arbetsuppgifterna var att bygga slangsystem, röja vägar från träd, direkta punktinsatser i form av släckning med brandslang, bevakning samt iordningställande av brandgator. Dessutom användes så kallade pyts-sprutor och stålborstar för att kunna borsta tillbaka glödande partiklar till redan bränd mark. Andra arbetsuppgifter som omnämns vid intervjuerna men som genomfördes i mindre utsträckning var livräddning samt evakuering.



Figur 5.8. Fotografiet till vänster illustrerar markens värmepåverkan efter 30 min då enbart vatten använts som släckmedel. Den högra bilden visar påverkan vid 1 % tillsats av X-fog i släckvattnet (Fotografi: Richard Qvarfell).

⁷ Richard Qvarfell, X-Fire AB, intervju 2014-10-17

5.4.2 Resursförteckning

Nedan ses en förteckning över de resurser som nyttjades under skogsbrandsförloppet. Om inget annat anges bygger sammanställningen på information som är hämtad från försvarsmakten (Lundgren, 2014), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (Gullstrand, 2013) och (Ivansson 1, 2014) samt Länsstyrelsen för Västmanlands län (Länsstyrelsen 2). Överlag upplevde de intervjuade brandmännen att det fanns god tillgång till materiel, det som dock saknades i många fall var slang. Dessutom påpekades önskan om fler terränggående fordon.

Fordon/fordonstillbehör

- 4 Vattenbombande flygplan och 14 helikoptrar
- Tankbilar
- Ledningsbilar
- Terrängfordon
- Bandvagnar och bandvagnsambulans
- Flakvagnsväxlare
- Drivmedelsflak
- Skogsmaskin
- Släpbilar
- RIB-båtar

Släckutrustning

- Slangsystem i olika dimensioner, uppskattningsvis 60-70 mil slang (Delin, 2014). Olika typer av tillhörande strålrör.
- 7 skogsbrandsdepåer från MSB (se bilaga D).
- Mycket av det innehåll som återfinns i skogsbrandsdepåerna erhöles i större kvantiteter från kommunala räddningstjänster runt om i landet som hade möjlighet att avvara sådana resurser.

Släckmedel

- Vatten
- Skum
- Tillsatsmedel

Övrig utrustning

- Gis-material, kartor och satellitbilder.
- Brandriskprognoser
- Datorer, Rakelmobiler och mobil basstation för Rakel.
- Containrar och reservkraftverk.
- Bränsle (avbränningsmetoden).
- Fältinventeringssystem i begränsad utsträckning.

Personal

- Insatsen omfattade över 1500 människor med diverse expertis och i ledningsposition fanns omkring 80 personer.

5.4.3 Problematik under släckinsatsen

I denna del omnämns de orosmoment och problem som upplevdes under brandförloppet. Om inget annat anges byggs underlaget på information från de intervjuade brandmännen⁸.

- Det faktum att vinden gjorde kraftiga riktningssändringar tidigt i förloppet (under lördagen) som inte personalen var beredda på kom att generera stor problematik. Detta innebar att branden kom att få en mycket bredare front, se figur 5.9. Hade denna information om förväntad riktningssändring av vinden erhållits hade kanske släckinsatsen haft ett annat fokus. Djupare resonemang kring detta följer senare i rapporten.



Figur 5.9. En ändring i vindriktning kan få ödesdigra konsekvenser om inte personalen är förberedd på detta. Som ses i figuren kan en brand helt plötsligt gå från att ha en väldigt smal och liten front till en bred och stor. (Pilarna indikerar vindens riktning.)

- De skogsbrandsdepåer som erhöles från MSB ska alltid komma i par som nämnts i avsnitt 4.5. Denna information försvann någonstans på vägen och depåerna placerades ut en och en för att täcka upp ett så stort område som möjligt. Problemet blev att vissa sektorer stod helt utan något specifikt materiel medan en annan styrka hade mängder av just den utrustningen⁹. Denna incident kan vara en av grundstenarna till att insatspersonalen i vissa fall upplevde en skev resursfördelning.
- Svårigheter i att få tillgång till flera luftburna resurser. Figuren nedan (figur 5.10) visar de franska och italienska planen som på bilderna hämtar vatten från Granfjärden i Mälaren i Västerås.



Figur 5.10. På bilderna ses de vattenbombande flygplanen från Frankrike och Italien som var till stor hjälp under skogsbranden i Västmanland (Foto: Sjöevent i Västerås AB).

⁸ Personal från stationerna Surahammar, Virsbo samt Västerås, MBR, 2014-11-01—2014-11-26

⁹ MSB representanter, MSB, skogsbrandsseminarium 2014-10-09

5.5 Brandens konsekvenser

I detta avsnitt presenteras kort skogsbrandens följder, så väl humana konsekvenser som materiella. För att se bilder från den branddrabbade skogen, se bilaga C.

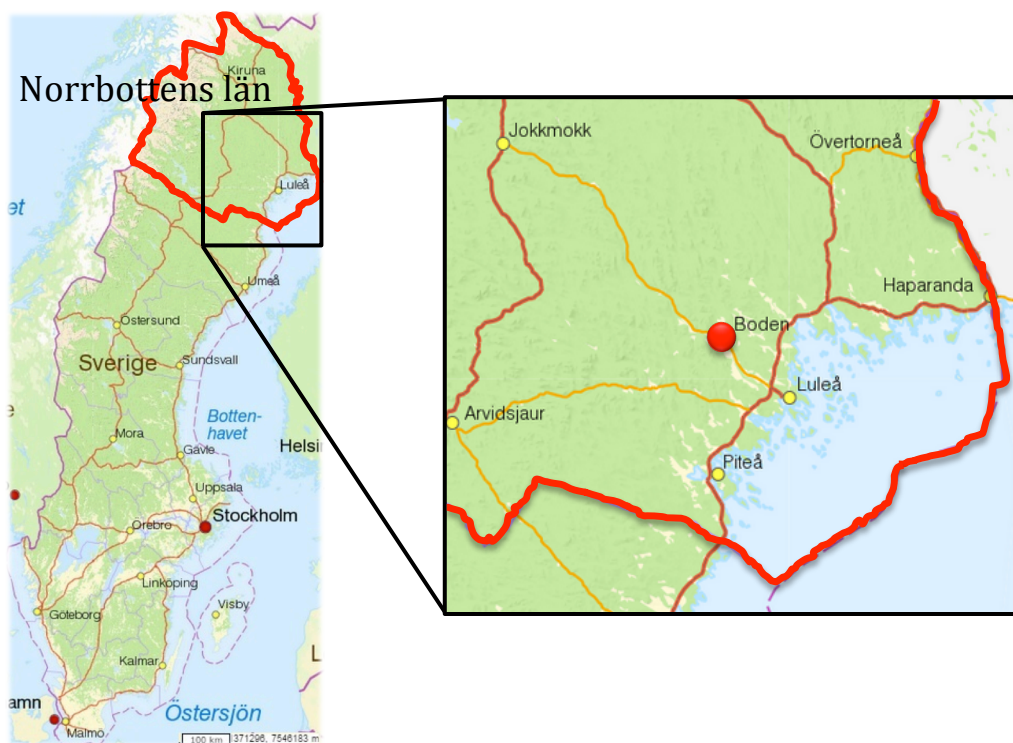
- En individ omkom.
- En individ fick svåra skador.
- Cirka 1000 personer evakuerades.
- 14 000 hektar skogsmark ödelades för ett uppskattat värde av 1 miljard kronor (Ivansson 1, 2014).
- En skogsbrand av denna dignitet kommer att påverka området djur och natur, men i hur stor utsträckning är svårt att säga. En skogsbrand kan även ha en viss positiv påverkan på flora och fauna (WWF).
- Ungefär 25 hus är förstörda (Nielsen, 2014).
- Staten har avsatt 300 miljoner kronor för att täcka kostnader som uppstått för kommunerna, direkt eller indirekt, på grund av räddningsinsatsen. MSB kommer ansvara för fördelningen av 250 miljoner kronor av det totala beloppet och Länsstyrelsen för Västmanlands län för resterande summa (Myrberg, 2014).

6. Skogsbranden i Boden

Ganska exakt åtta år innan inträffandet av skogsbranden i Västmanland så härjade en brand i Bodträskfors, som också kom att tillhöra en av de större bränderna som inträffat i skog och mark i Sverige under de senare decennierna.

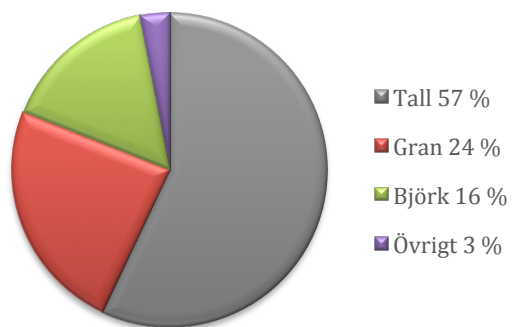
6.1 Platsbeskrivning

Bodträskfors ligger i Bodens kommun i södra Norrbottens län, se figur 6.1. Vegetationen är väldigt varierande eftersom området sträcker sig från Norge till Bottenviken. Här utgörs naturen av fjäll och älvdalar samt en skogsareal på ungefär 1 960 000 hektar (Skogsstyrelsen 9).



Figur 6.1. Sverigekarta med Norrbottens län samt en zoomning av Bodens placering i länet (Karta: Geodata).

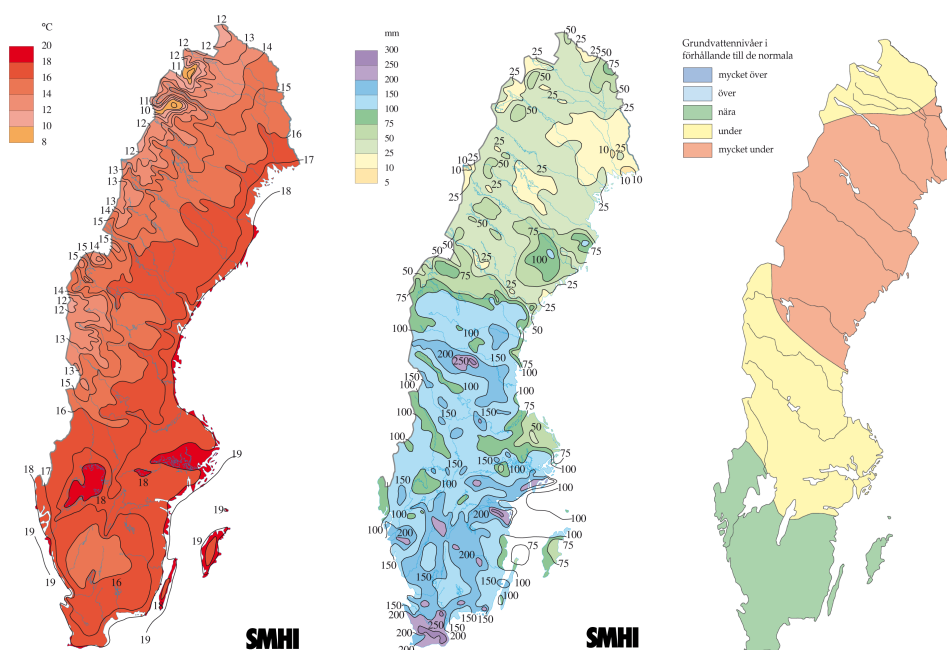
Trädslagen i Södra Norrbotten består till största del av tall följt av gran, se figur 6.2 (Skogsstyrelsen 11). Den 11 augusti år 2006 startade en brand i Bodträskfors, där brandorsaken misstänks vara en skogsmaskin. Branden kom att beröra Bodens kommun i södra Norrbotten, se figur 6.1. Vid samma tidpunkt som branden i Bodträskfors utbröt pågick redan bränder på 260 andra platser i Norrbottens län, vilket innebär att räddningstjänster var i allra högsta grad belastade (Länsstyrelsen Norrbotten, 2009).



Figur 6.2. Fördelning av trädslag i Norrbotten.

6.2 Förutsättningar

Ett eldningsförbud utfärdades från och med den 28 juli 2006 på grund av torra markförhållanden. Förbudet gällde all skog och mark inom kommunen och även omkringliggande kommuner (Bodens kommun 1). I augusti drog det in kraftiga åskväder över Sverige från söder med åtskilliga nederbördsrekord för augusti på flera platser men främst i Skåne. Regnen drog aldrig längre upp än till mellersta Norrland och torkan i norr förvärrades därmed kraftigt (SMHI 4). Vattenföringen, markvattenhalten och grundvattennivån var under eller mycket under den normala för årstiden (SMHI 5). Medeltemperaturen i Södra Norrbotten var fyra grader högre än normalt och brandriskklassen låg på 4-5E (MSB, 2006). Läsaren hänvisas till Kapitel 4 för en utförligare förklaring av begreppen kring brandrisk. Figuren nedan (figur 6.3) visar värden för augusti månad där första kartbilden anger medeltemperaturen, kartbild två visar nederbörden i millimeter över landet och tredje kartbilden visar grundvattennivån i förhållande till den normala.



Figur 6.3. Kartbild 1: medeltemperatur [C°], kartbild 2: nederbörd [mm], kartbild 3: grundvattennivåer i förhållande till de normala (Källa: SMHI).

6.3 Brandförloppet

Sommaren år 2006 brann cirka 3000-5000 hektar skogsmark i Norrbotten och det krävdes 5000-6000 arbetstimmar för att släcka dessa bränder. Totalt pågick 264 skogsbränder i Norrbottens län den sommaren, där fyra av bränderna kom att vara av större karaktär (MSB, 2006). Detta avsnitt beskriver brandförloppet i Bodträskfors, en brand som pågick i fyra veckors tid. Avsnittet baseras på en seminariedokumentation från Bodens kommun (MSB, 2006).

Fredag 11 augusti

Larmet når Räddningstjänsten i Boden klockan 06.05 en fredagsmorgon om en skogsbrand i Bodträskfors. Vid den tidpunkten brinner ett litet område vid Hästmyran, se figur 6.4. En deltidsbrandkår från Harads, med en styrka på fem personer, arbetar med en eftersläckning av en annan skogsbrand och Boden får således själv åka ut på larmet. Tre personer från Harads styrka skickas ändå upp som rekognosceringsgrupp och resterande två stannar kvar för att arbeta vidare med eftersläckningen. Det är svårt att hitta branden och släckning påbörjas klockan 07.00 med den utrustning som finns att tillgå i rekognosceringsfordonet. Branden täcker vid denna tidpunkt ett område som är cirka 300 meter långt och 50 meter brett. En skogsmaskin befinner sig 30 meter från branden och markägare samt maskinägare påkallas för att få den flyttad. Maskinen lämnades vid klockan 01.00 på natten och ingen rök syntes då till, dock hade nattpersonal på en vårdcentral i närheten larmat SOS om att rök kommit från Västbo vid 03.00-tiden. Då troddes röken komma från en tidigare skogsbrand i Odjursberg.



Figur 6.4. Karta över Hästmyran där branden startade (Karta: Geodata).

Efter klockan 07.00 arbetar sex personer och två frivilliga med branden. Det dras slang längs båda sidor om branden. Bodens deltid anländer klockan 10.13 till platsen med en styrka på fem personer i personbil. Branden tycks börja bli under kontroll och de nyligen anlända övertar släckningsarbetet. På höger sida visar sig den ena slangen ha brunnit av och samtliga får återgå till släckningsarbetet.

Plötsligt blåser det till och mitt bland brandmännen börjar det brinna fläckvis med markdelar i vegetation som består av 1,5-2 meter högt sly och även 50-60 meter framför brandmännen. Samtliga flyr undan elden och två brandmän blir svedda i ansiktet, ingen blir allvarligt skadad men ambulans tillkallas.

Nu ropas efter mer resurser då såväl slang som kopplingar brinner inne. Två styrkor från Boden tar vid och en bakre ledning upprättas i Boden med räddningschef i beredskap (RCB). Vid klockan 15.00 på eftermiddagen anländer även Gammelstads räddningstjänst och senare åker även Bodens heltidsbrandkår ut med två bilar och en bandvagn. En helikopter och hemvärnet begärs in och något senare anländer en grupp om 30 hemvärnsmän. Klockan 15.25 görs en ny begäran om helikopter då ingen anslutit till insatsen. Två timmar senare meddelar hemvärnet att de påträffat en toppbrand som de inte kan släcka enbart med deras egen medhavda utrustning. Efter klockan 18.00 anländer helikoptern som varit upptagen i en annan skogsbrand i Överkalix.

Det beslutas om att bredda naturliga brandgator och en skördare påbörjar arbetet. Från helikoptern kan rapporteras att brandgatan ligger bra med hänsyn till vindriktningen och att avståndet till fronten är 800-1000 meter. Ryggen släcks av helikoptern och den lämnar platsen i ungefär en timme för att tanka. På den tiden det tar för helikoptern att tanka hinner avståndet till fronten bli 400 meter och brandområdet beräknas vara 2,4 kilometer långt och 400 meter brett. Helikoptern läser av området och sikten är mycket dålig. Vid 22.00-tiden avlöser Vuollerims deltids styrka och en timme senare anses området vara stabilt och de uppförda begränsningslinjerna tycks hållas.

Lördag 12 augusti

Klockan 05.50 bedöms situationen fortfarande stabil och Gunnarsbyn kommer för att avlösa, även Jokkmokk förbereder utryckning. Klockan 10.00 brinner spridda öar och helikopter begärs in. Fyra större brändes upptäcks och situationen beskrivs som "det brinner överallt". Ny helikopter kan komma tidigast klockan 17.00 men anländer först efter klockan 19.00.

Söndag 13 augusti

Brandområdet har under nattens timmar ökat och är nu cirka 500 hektar stort, insatspersonalen har lagt en begränsande linje runt ett område av 1000 hektar i syfte att motverka fortsatt brandspridning. Brytpunkt upprättas i ett garage i byn Västbo under förmiddagen, där blir även bränsledepå och sambandsplats upprättade. Cirka 20 personer från räddningstjänsterna i Boden, Råneå, Piteå och Älvsbyn tillsammans med 15 hemvärnsmän arbetar med släckning av branden. Vinden har nu tagit en ny vändning och branden börjar spridas med hög hastighet mot Västbo, snart anses den okontrollerbar och boende varnas för en kommande evakuering.

Nya brandgator utförs och både Porjus fiskflyg och Kallaxflyg begärs in för att komplettera luftresurserna. Frivilliga Resursgruppen (FRG) ansluter till insatsen och förbereder evakueringen. Psykiskt och Socialt Omhändertagande vid Olyckor eller Katastrofer (POSOM) tillkallas och totalt evakueras cirka 40 personer från byarna Västbo och Klusån.

Måndag 14 augusti

Under natten arbetar Kalixflyg vid brandfronten och under dagen kommer två helikoptrar från försvaret. I Vuollerim evakueras några personer från ett äldreboende på grund av andningssvårigheter i brandröken från Bodträskfors. Två styrkor begärs in, en tankbil och en helikopter. Skyddsbränning övervägs och materielbehovet är stort. Kommunledningen gör händelsen till en så kallad "extraordinär händelse". Moteld förbereds men genomförs inte på grund av för stora risker. Personal från Finland efterfrågas. I norr är det risk för att branden ska passera en brandgata och därför pågår en vattenbombning i detta område. Likaså upplever personalen problematik i de nordvästra delarna där branden hotar Klusåberget. Däremot anses läget vara under kontroll i de södra partierna.

Tisdag 15 augusti

Det branddrabbade området är nu 800 hektar stort och avgränsningsarbetet fortsätter. Brandfronten är 400 meter från begränsningslinjen och det arbetas med att få tag på fler helikoptrar inför morgondagens släckningsarbete.

Totalt arbetar cirka 60 personer med släckningsarbete och väderrapporter faxas morgon, lunch och eftermiddag från F21.

Vid 15.00 på eftermiddagen hotar branden att hoppa över Bodträskån.

Klockan 16.35 arbetar sju helikoptrar enligt flygledningens rutnät. Insatserna ger resultat och önskvärt skulle vara än större kapacitet från luftrummet men problematik ligger i det faktum att inte fler flygande fordon ryms i utrymmet utan att riskerna blir allt för stora. Senare under kvällen, klockan 22.00, rapporteras en våldsamt brand vid den södra avgränsningen.

Onsdag 16 augusti – lördag 9 september

Ett 3000 hektar stort område är avgränsat och branden börjar bli under kontroll.

Brandområdet uppskattas till en storlek av 1500 hektar. Vid midnatt är läget fortfarande stabilt och det är mer eller mindre vindstilla. Det finns tre vattensystem genom området på totalt 1,2 mil och på eftermiddagen anländer materiel från dåvarande Räddningsverket, nu mera Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), till platsen.

På onsdagen, vilket är sjätte dagen under brandförloppet anses branden vara under kontroll med enbart ett fåtal glödbränder och punktbränder kvar att släcka.

Släckningsarbetet fortsätter dock i ytterligare 23 dagar. Branden har nu nått ända in till Bodträskån men det finns ingen spridningsrisk och släckningen sker utifrån och in. Nedfallna träd och avbrunna elstolpar medför problem med strömmen. Under resten av tiden fortgår arbetet med vattenbombning och den 18 augusti får de boende återvända till sina hem.

Den 23 augusti tilltar bränderna i både norr och söder och det aktiva släckningsarbetet fortsätter därmed i de kritiska områdena men så småningom stabiliseras läget på samtliga platser. Den 25 augusti förbereds markägarna på att överta eftersläcknings- och bevakningsarbetet och den 29 augusti påbörjas materieltransport från området. Materieltransporten tar tre veckor att slutföra och utförs av Harads deltidbrandkår och Bodens räddningstjänst.

Den 9 september förklaras räddningstjänstens insats som officiellt avslutad.

6.4 Hantering av skogsbranden

I detta kapitel beskrivs hanteringen av skogsbranden i Boden, med fokus på det praktiska fältarbetet.

6.4.1 Släckinsatsen

En kombinerad metod applicerades tidigt, med fokus på det indirekta arbetet så som iordningställande av brandgator samt förebyggande bevattning. Direkta punktinsatser förekommer både från ovan och från marknivå. Ett åtta mil långt slangsystem byggs upp för att säkra vattenförsörjningen. Vattnet som används vid släckning tas från Bodträskån och Luleälven. Brandgator i norr, väster och söder avgränsar ett 3000 hektar stort område. Från marken arbetar cirka 100 personer per dygn mot branden under de två mest intensiva veckorna. Markpersonalen delas in i sektorer där varje sektor bemannas med fem personer varav en i befälsposition. Styrkorna gjorde arbetspass om tio till tolv timmar. Gällande luftburna resurser finns tio helikoptrar att tillgå varav åtta används i det direkta släckningsarbetet och två av dem fungerar i rekognoscerande syfte. Även de luftburna styrkorna delas in i sektorer. Moteld planeras som en alternativ släckmetod men anses för riskfylld på grund av väderleken och avblåses därmed (MSB, 2006).

6.4.2 Resurser

Nedan listas de resurser som nyttjades under skogsbranden. Informationen i detta delavsnitt är hämtade från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2006) och Bodens kommun (Bodens kommun 2) om inget annat anges.

Fordon/fordonstillbehör

- 40 motorsprutor på 2 000 liter/minut (dras efter bil)
- 4 långtradare för att frakta tillbaka all materiel
- Bandvagn
- Helikopter
- Fyrhjuling
- Bränsle

Släckutrustning

- 8 mil slang
- 1 flodspruta på 6 000 liter/minut
- 150 strålrör
- 10-tal bärbara sprutor
- 100 piassavakvaster i stål
- 100 kyrkor/förgreningar
- 130-140 vattenkannor

Släckmedel

- Vatten

Personal

- Räddningstjänst från alla kommuner i länet, förutom Kiruna och Pajala hjälpte till under branden.
- Förstärkning från Sundsvall, Örnsköldsvik, Skellefteå, Lycksele, Storuman, Södra Roslagen, Finland, Ånge, Malå och räddningstjänsten från F21.
- Cirka 750 mansdygn arbetade med släckningsarbetet.
- 30 personer per dag från FRG, Frivilliga Resursgruppen, arbetade under insatsen med transport av mat, personal, tanka bilar och så vidare.
- 30 personer från hemvärnet hjälpte till med släckningsarbetet.

6.5 Konsekvenser

Nedan redovisas skogsbrandens konsekvenser. Avsnittet är baserat på information hämtad från Bodens kommun (Bodens kommun 2 & MSB, 2006).

- Slutsumman för kommun, markägare, försäkringsbolag och stat blev 70-75 miljoner kronor.
- 1900 hektar skogsmark ödelades.
- 2500 kubik virke höggs ut (längs 1,6 mil brandgator).
- Flera orter evakuerades samt äldreboende.

7. Hantering av skogsbränder i Sverige

I detta kapitel analyseras den information som erhållits genom litteraturstudier, seminarium, platsbesök och intervjuer. Avsikten är att besvara den första problemformuleringen som ansattes initialt i rapporten, i avsnitt 1.2.1. Det vill säga, hur hanterar svensk räddningstjänst skogsbränder? Det är viktigt att påpeka att analysen till stor del bygger på kvalitativa bedömningar från författarna själva. Författarna har försökt vara så objektiva som möjligt vid värderingen.

En stor del av underlaget i detta avsnitt bygger på de två fallstudierna i rapporten, skogsbranden i Västmanland samt skogsbranden i Boden. Då nämnda bränder är några av de absolut största i landet under modern tid anser författarna att de borde utgöra lämpliga exempel för den svenska räddningstjänstens arbetsätt dock vill författarna ta tillfället i akt att påpeka att andra metoder och resurser med största sannolikhet kan ha använts vid andra skogsbränder i landet.

När tillbud om skogsbrand fås på den kommunala räddningstjänsten bedöms initialt brandens storlek och därefter väljs metod enligt nedan.

1. Vid större brandförlopp väljs generellt sett ett indirekt arbetsätt med inslag av direkta punktinsatser.
2. Vid mindre brandförlopp väljs vanligen ett direkt arbetsätt.

Exakt var gränsen går för ett mindre respektive ett större brandförlopp är en subjektiv bedömning som görs av insatspersonalen. Förutom brandens storlek kan även andra omständigheter så som närliggande byggnader, väder, terräng, brandens spridningssätt etcetera påverka personalens beslut.

Om den kombinerade metoden (1) väljs läggs fokus på att dämpa och begränsa branden med hjälp av följande.

- Naturliga begränsningslinjer.
- Anlagda brandgator.
- Avbränningsmetoden.
- Förebyggande bevattningsmetoder.
- Vid de mest kritiska områdena tillämpas ofta direkta punktinsatser. De direkta attackerna görs med hjälp av såväl luft- som markburna vattenresurser. Gällande flygande fordon används i huvudsak helikoptrar då Sverige inte har tillgång till några egna vattenbombande flygplan.
- I huvudsak utgörs släckmedlet av vatten, men skum och retardenter kan förekomma.

Om ett direkt angreppssätt (2) väljs kommer målet vara att släcka branden med hjälp av markpersonal. Det exakta tillvägagångssättet varierar men vanligen påbörjas attacken vid brandens rygg, fortlöper längs med flankerna för att sedan angripa fronten sist.

När själva släckningsarbetet är igång påbörjas det strategiska planerandet. Brytpunkt fastställs, resurstillgångar och fördelning ses över, kommande väderlek granskas och skogsbrandens troliga fortsatta spridning analyseras med hjälp av brandriskprognoser (i synnerhet med den kanadensiska modellen FWI). Hotade områden och objekt fastställs etcetera. En fungerande administrativ organisation är oerhört viktig vid en skogsbrand, men vanligen kommer den inte igång på allvar förrän en tid in i förloppet.

8. Internationellt perspektiv

För att erhålla en internationell jämförelse till det svenska synsättet på skogsbrandshantering kontaktades sakkunniga individer inom området från ett flertal länder. De nationer som författarna sedan valde att vidare analysera är Australien och Kanada i synnerhet men mindre faktaunderlag finns även från USA och Spanien. Förutom intervjustudier gjordes kompletterande litteraturstudier. I detta kapitel läggs störst fokus på påvisade skillnader då författarna anser att det är där de centrala lärdomarna med största sannolikhet finns.

8.1 Förutsättningar

Som nämnts tidigare i rapporten kommer en skogsbrands utveckling och dess hantering att till viss del bero på rådande omständigheter så som väder, topografi och vegetation. För vidare läsning är det viktigt att vara medveten om att de olika ländernas förutsättningar kan skilja sig enormt gentemot Sveriges och detta kan i sin tur återspeglas i en annan syn på hanteringen. Som ett konkret exempel kan Australien nämnas där det ständigt råder skogsbrandssäsong i någon del av landet på grund av nationens storlek (Lindblad & Westby, 2008). Denna ständiga säsong utgör stark kontrast gentemot Sverige, där bränder utomhus främst inträffar under sommarmånaderna (MSB 1). På samma sätt är Australiens vegetation väldigt olik Sveriges, här är det dominerande trädslaget eukalyptus som vid höga temperaturer avdunstar sin lättantändliga och mycket brandfarliga olja. Om antändning skulle ske i ett sådant område där luften är mättad av oljepartiklar kommer branden sprida sig väldigt fort i form av en toppbrand¹⁰. Detta ska ställas i kontrast till de svenska skog- och marktyperna. Jämförs Australien och Sverige är olikheterna således många medan ett land som Kanada får anses vara relativt likt Sverige ur klimat- och vegetationssynpunkt¹¹. På samma sätt har de spanska och de amerikanska skogsbränderna sina lik- respektive olikheter gentemot de svenska.

8.2 Likheter

Trots ländernas varierande förutsättningar upplevs flera delar i skogsbrandshanteringen ändå som snarlika. Likt Sverige nyttjar de andra länderna antingen ett direkt angreppssätt eller ett indirekt eller en kombination av de båda. Den kombinerade metoden anses generellt sett som den mest effektiva och den tillämpas vid större och mer svårhanterbara bränder. Precis som Sverige vidtar de andra nationerna extra åtgärder nära bebyggelse då liv och egendom hotas. Andra påtagliga likheter är upprättandet av brytpunkter och strategiska sektorsindelningar^{10, 11, 12, 13}.

Förutom likheterna kring själva hanteringen av skogsbranden anser författarna att det är viktigt att belysa det faktum att orsaken till branduppkomsten ofta beror på mänsklig aktivitet i skog och mark även i andra länder. I figur 8.1 nedan redovisas statistiskt underlag gällande brandorsak för Australien, Kanada, USA och Spanien. Vid granskning av statistiken är det viktigt att belysa det faktum att data för de olika nationerna är hämtad från olika tidsperioder. Anledningen till att inte samma tidsintervall används beror på informationsbrist från representativa källor. I vilken utsträckning dessa intervallolikheter påverkar jämförelsen kan diskuteras. Likaså har de olika länderna benämnt kategorierna på varierande sätt vilken också måste tas i beaktning.

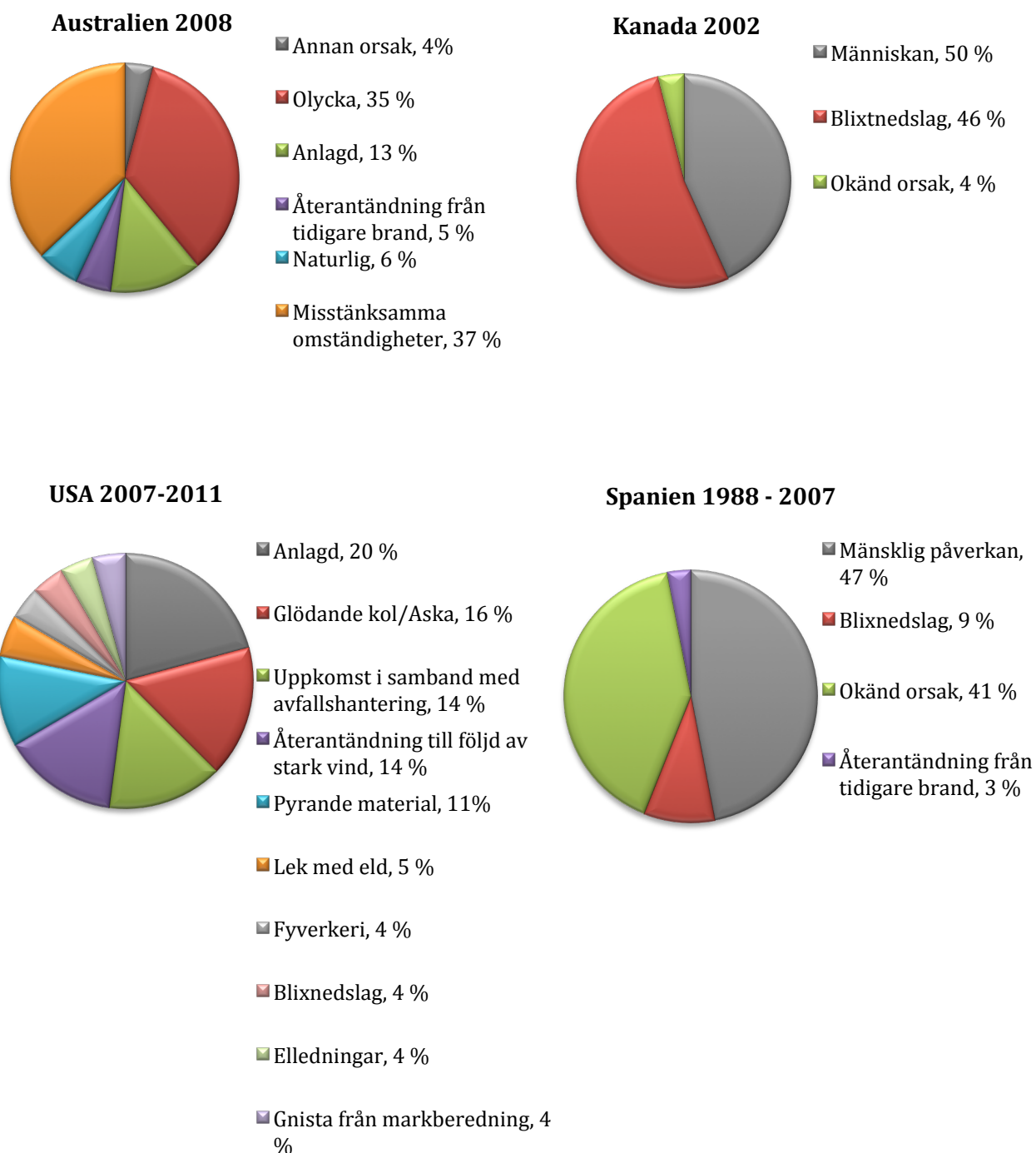
¹⁰ Shan Raffel, brandstation i Brisbane, intervju 2014-11-14

¹¹ Rob McAlpine, Ontario Ministry of Natural Resources, intervju 2014-12-04

¹² Art Arnalich, CEIS Guandaljara, intervju 2014-11-20

¹³ Carl Seielstad, National Center for Landscape Fire Analysis, intervju 2014-11-22

Trots stora skillnader gällande tidsintervall och kategorisättning indikerar ändå samtliga diagram att människan på ett eller annat sätt ofta är orsaken till brandens uppkomst. Liknande resultat ses även för Sverige, se avsnitt 3.4.



Figur 8.1. Statistik gällande orsak till uppkomst av brand i skog och mark i Australien (Australian Government), Kanada (Canada), USA (Ahrens, 2013) samt Spanien (Rodrigues & Riva, 2015).

8.3 Skillnader

Det centrala i den här rapporten är dock inte vilka likheter som påträffats utan vilka skillnader som påvisats. Används några unika metoder som inte nyttjas av den svenska räddningstjänsten och i vilken utsträckning samt på vilket sätt appliceras redan kända taktiker? Det är några av de problemställningar som utreds i detta avsnitt.

8.3.1 Att ligga steget före

I USA används ett Geographical Area Coordination Center (GACC) som över hela landet koordinerar resurser i form av allt från flygresurser till fordon och personal för att gå in och bistå där behovet uppstår. Syftet med gruppen är att kontinuerligt följa de meteorologiska förutsättningarna och brandrisken för att förmedla information och på ett kostnadseffektivt sätt resursförsörja ett område som drabbas av skogsbrand. Denna nationella grupp följer alltså rikstäckande både brandrisk och resursbehov. Gruppen är sedan uppdelad för att områdesvis ge mer specifik information om markförhållandena och vädret (Rolinski, 2006).

En komplex skogsbrand bekämpas inte enbart med vatten utan det gäller att ligga steget före förloppet för att erhålla kontroll över situationen. Ett verktyg för att uppnå detta kan vara att nyttja brandriskprognoser i större utsträckning. Kanada och USA är exempel på två länder som sedan lång tid tillbaka har implementerat prognosverktyg i sitt arbete mot skogsbränder. Under de senaste decennierna har kanadensiska forskare utvecklat brandriskmodeller enormt vilket ger möjlighet att dels bedöma brandrisk och dels prognosticera vidare brandspridning. Dessa nyttjas av både insatspersonal, skogsägare och skogsbolag. De allra flesta av Kanadas provinser och territorier publicerar kontinuerligt information på nätet om brandrisker i deras område för att även tredje man ska kunna hålla sig uppdaterade om läget (Canada, 2012). I förebyggande syfte används prognoserna främst som ett underlag för om markberedning verkligen är lämpligt i ett specifikt område och vid redan utbrutna skogsbränder kan indexen påverka taktiska beslut gällande angreppssätt och släckmetodik (NRCAN 3). Vid användandet av brandriskmodellerna är det oerhört viktigt att vara medveten om att det är just en modell och ingen exakt avbildning av verkligheten och därmed förstå innebörden av medföljande brister och begränsningar. Men de kanadensiska forskarna verkar vara överens om att modellerna utgör ett av framtidens stora verktyg mot bränder i skog och mark (NRCAN 3). I Kanada finns även ett program för att beräkna en brands potentiella omfattning om branden får brinna ut på egen hand, ett beslut som ibland tas i Kanada. Om en brand inte hotar byggnader eller annat skyddsvärt kan det många gånger vara bättre att låta branden ha sin naturliga gång och spara på sina egna resurser för en eventuell brand med annan riskbild (McAlpine & Thomas, 2010). Brandriskmodeller anses ha varit till oerhört stor nytta i skogsbrandshanteringen i Oklahoma, både när det kommer till förebyggande, bekämpning och för naturvård. De nyttjar modeller som tar fram värden timvis och verkar som en realtidsprognos vilket bidrar med ett snabbare agerande när väderförhållandena förändras någonstans i nationen (Carlson et al., 2002). Svårigheten med de modeller som är framtagna i Kanada är hur de ska kunna tillämpas i andra länder med annat klimat och vegetation. CFFDRS är ett system som omprogrammeras för att stämma överens med andra länders förutsättningar. Det som krävs är att direkt applicera systemet och kalibrera det efter landets väder och vegetationstyp, något som testats och genomförts i Kina. Det används bland annat även i Australien och USA (Xiao-rui et al., 2005).

Trots många år av forskning kring brandrisk- och brandspridningsmodeller kvarstår ett svårighetsmoment kring vegetationstyper. Över 70 olika brandriskmodeller har utvecklats och ändå är det några få som används i hantering av skogsbränder världen över. Indata för vind kan också vara en svårighet då det kräver insamling av indata per minuter eller sekunder, och inte dagliga värden som det ofta är i brandmodellerna. I och med de klimatförändringar som sker så är brandriskprognoser ett imperativt verktyg att satsa på att utveckla (Taylor et al., 2013).

Vilken månad som bränderna inträffar är inte lika relevant som det rådande väderförhållandet. Självfallet inträffar flest bränder i det fria under sommarhalvåret och inte under vintern. Men den största faktorn till när bränder uppstår beror av vilka förutsättningar som råder, främst vädret. Bränder som inträffar när det råder hård vind har större andel med stor slutlig areal än övriga bränder (Lundberg & Lindén, 1996). En grekisk analys av stora skogsbränder (bränder större än 1000 ha) anger att den största skillnaden mellan stora bränder och övriga är rådande vindhastighet (stark vind för stora bränder och svagare vind för mindre bränder) och spridnings sätt (toppbrand för stora bränder och löpeld för mindre bränder). Men inga unika egenskaper hos stora skogsbränder kan hittas för att urskilja dem från de små brändernas förutsättningar. Resultatet i rapporten stödjer tesen om att vilken brand som helst har potential att bli riktigt stor under särskilda omständigheter (Dimitrakopoulos et al., 2010).

Ett annat tekniskt hjälpmedel som börjat implementeras vid skogsbrandshanteringen i Australien är så kallade drönare. Än så länge är metoden relativt ny och inte fullt utvecklad men med framtidstron om ett förändrat klimat där skogsbränder kommer vara mer frekvent förekommande och av större karaktär tros drönare bli ett centralt verktyg¹⁰. Drönare är små radiostyrda flygmaskiner som vanligen är utrustade med en kamera. Användningsområdet är vida brett och i fallet då syftet är att dokumentera ett pågående brandförlopp utrustas de även med en värmekamera. På så sätt fås en lägesbeskrivning över hela branden och i synnerhet brandfronten som annars kan vara ett svårdokumenterat parti då vistelse i området kan innebära allt för stora faror. En stor styrka är att all information fås i realtid och när så kallade "hot spots" upptäcks i datorcentralen larmas fältarbetarna direkt. På så vis kan personalen antingen göra en direkt insats mot punkten (om tid finns) eller sätta sig själv i säkerhet (Fighting bushfires with explosives, 2014). Ett område som benämns "hot spot" är en ännu obränd yta som med största sannolikhet kommer innebära att brandförloppet totalt sett genererar en större fara än tidigare. Vanligen är det en plats med hög brandbelastning som således kommer innebära att branden tilltar i styrka det vill säga brandens effektutveckling ökar. Men även andra punkter som kan utgöra extra fara så som kraftig vegetation eller skräppupplag i närheten av elledningarna kan upptäckas och ingå i beslutsunderlaget (Pyne et al, 1996). Förutom att drönaren ger personalen de exakta koordinaterna för dessa farozoner fås även livesända bilder från området tagna med så väl kamera som värmekamera. Andra fördelar är det faktum att själva drönaren är obemannad och relativt billig i drift samt underhåll. Förhoppningen är att med hjälp av drönaren kan arbetsdagen förlängas eftersom den fungerar som insatspersonalens ögon och istället för att styrkor retirerar vid kvällningen fortsätter arbetspasset dygnet runt. För dagens drönare är den teoretiska flygtiden tolv timmar eller mer men i framtiden tros maskinen stå för en helt självständig patrullering utan styrande människor från marken och den tros kunna stå för en konstant bevakning, dygnet runt (Fighting bushfires with explosives, 2014).

Genom att utnyttja dessa tekniska verktyg, brandriskmodeller och drönare, till fullo fås dels en god lägesbild men också ett beslutsunderlag för fortsatt hantering av skogsbranden. Tekniken kan ge människan en fingervisning om var ett angrepp bör ske idag för att få bästa förutsättningar imorgon och vilka delar av eldbandet som bör bemannas dels för att erhålla ett så effektivt släckresultat som möjligt men också ur risksynpunkt.

8.3.2 Bekämpning från luften

Att bekämpa skogsbränder från luften får anses tillhöra ovanligheter i Sverige, än mer att använda vattenbombande flygplan. Ändå utgör helikoptrar samt flygplan mycket slagkraftiga verktyg och i ett land som Kanada används de i väldigt stor utsträckning¹¹. I många fall nyttjas de luftburna resurserna från början till slut. I ett inledande skede brukas fordonen till så kallade "initial attacks" vilket helt enkelt betyder initialt angrepp. Syftet är att allra helst släcka eller åtminstone dämpa branden i ett tidigt stadie så att markpersonalen får bästa möjliga förutsättningar (S. J. Pyne et al, 1996). En lyckad "initial attack" är när branden är begränsad (inte nödvändigtvis släckt) till dagen efter brandens uppkomst. Om den initiala bekämpningen skulle misslyckas övergår insatsen till att bli "sustained attack", vilket kortfattat innebär en mer långvarig släckinsats¹¹. British Columbia, en av Kanadas provinser med högst andel brandtillbud, använder sig av "initial attack"- brandmän som är säsongsanställda. Dessa är indelade i enheter om tre personer som sätts ut med helikopter och är oftast först på plats för ett initialt angrepp. Enheterna kommer till brandplatsen med handverktyg, motorsågar och vattenspumpar. Målet är att hålla branden mindre än fyra hektar och minimera kostnader samt skador. En snabb respons på en brand som fortfarande är förhållandevis liten säkerställer att resurser finns tillgängliga till nästa brand. Det är dock viktigt att påpeka att angrepp från ovan måste kompletteras med markarbete för att insatsen ska uppnå önskat resultat. Samverkan mellan personalen i luftrummet och på marknivå är sammanfattningsvis ett nyckelord i hanteringen av skogsbränder i Kanada. Vissa bränder kan inte bekämpas med ett initialt angrepp utan kräver en mer ihållande bekämpning. Sådana situationer kan exempelvis uppstå när brandförhållandena är extrema vilket i sin tur kan bero på väder- eller bränsleförutsättningarna. Om räddningsledaren beslutar om en ihållande bekämpning kallas ytterligare resurser omedelbart in (Martell, 2001).

Om en ihållande bekämpningsmetod tillämpas kommer de luftburna resursernas fokus istället vara att väta begränsningslinjer och att verka dämpande vid brandens front och flanker med hjälp av vatten (samt eventuella tillsatsmedel). En annan uppgift kan vara att försöka upptäcka så kallade "hot spots" samt att fördela materiel och personal. Vid personalfördelning behöver inte alltid de flygande resurserna ens landa då det finns skogsbrandspersonal som är certifierade fallskärmshoppare, så kallade "smokejumpers". Orsaken till att smokejumpers blivit ett vanligare inslag beror främst på svårforcerad terräng.

Att helikoptrar och flygplan utgör en viktig pusselbit vid komplex skogsbrandshantering är de flesta ense om men det är givetvis svårt att sätta nytta i förhållande till kostnad. Enligt den kanadensiska skogsbrandsexperten Rob McAlpine¹¹ kan brandmän generellt sett göra ett lyckat direkt ingrepp på en brand av en intensitet omkring 2400 kW/m från marknivå. Där längdenheten meter refererar till brandfrontens längd. En skogsbrands bredd anses tämligen försumbar i förhållande till längden, därav längdenhet istället för ytenhet. Om däremot markarbetet kombineras med resurser från ovan kan en direkt operation lyckas även på bränder av en betydligt högre intensitet, omkring 3500 till 4000 kW/m. Observera att värdena ska ses som ungefärliga men trots det är siffrorna positivt talande för flygande resurser.

8.3.3 Tillsatsmedel

I flera länder däribland USA och Kanada används olika tillsatsmedel i släckvattnet i syfte att öka släckeffekten^{11 & 13}. Precis som i Sverige har dock aspekter kring djur- och naturliv dryftats och i stora delar av Australien används sådana tillsatser inte alls eller i begränsad omfattning till följd av miljöaspekten¹⁰. De största skillnaderna gentemot Sverige som författarna uppmärksammat är appliceringsmetoden. I så väl Kanada som USA nyttjas helikoptrar och flyg i betydligt större utsträckning och det är också med hjälp av dessa fordon som tillförseln främst sker. Det är också vanligt att bygga så kallade retardentlinjer eller skumlinjer i syfte att fungera som en extra barriär mot branden (S. J. Pyne et al, 1996).

8.3.4 Moteld och sprängladdning

En metod som är populär i flera länder men som inte brukas i Sverige är moteldsprincipen. Den används dock med största försiktighet eftersom ett misstag kan innebära en förvärrad situation. För mer information om själva angreppssättet hänvisas läsaren till avsnitt 4.2.3. I de spanska regioner där Art Arnalich¹² är verksam används moteldsprincipen i relativt stor utsträckning och han tror att det är en metod att räkna med i framtiden. Den största fördelen som Art Arnalich ser är det faktum att problematiken kring vattenåtgången försvinner, i många fall kan det nämligen vara svårt att få tillgång till vatten överhuvudtaget. En direkt angreppsmetod som exkluderar eller åtminstone minimerar vattenmängderna, likt moteldsprincipen, är således den skogsbrandhantering som Art Arnalich tror starkt på i framtiden. Art Arnalich påpekar vikten av forskning och förfining av metoden samt kontinuerlig övning för att insatspersonalen. Moteldsprincipen kräver mycket av sin utövare och okunskap samt oerfarenhet kan istället komma att förvärra en situation. I Kanada förekommer moteldsprincipen också¹¹. Metoden används främst i områden med mindre befolkning på grund av de stora risker som metoden medför. Antändning sker antingen för hand på marken, med helitorch eller med ett antändningsverktyg från helikopter. Vid moteld är det avbrända området litet till väldigt stort (10 000 hektar) helt beroende på situationen.

Förutom att anlägga moteld har även försök gjorts med utplacering av sprängämnen för att få kontroll över brandförlopp, en relativt ny teknik som fortfarande är under utveckling¹¹. Detonerings funktion är inte långt ifrån den elementära process som sker då ett ljus blåses ut, en tryckvåg av luft som separerar flammen från bränslekällan. När flammen inte har kontinuerlig tillgång till bränsle utplånas branden. Det australiensiska universitetet i New South Wales (UNSW) har dels gjort mindre tester i det egna aerodynamiska laboratoriet och dels försök i större skala i en avlägsen del av New Mexico. Vid de större försöken i USA användes ett fyra meter långt stålrör som i sin tur innehöll ett rör av kartong som sprängladdningen var apterad på. Stålrörets främsta syfte är att skapa en chockvåg som är koncentrerad när den väl når den meterhöga propanflammen. Dr Graham Doig, mannen bakom försöken, tror och hoppas att metoden även ska kunna appliceras på svårhanterliga skogsbränder. Hans förhoppning är att med hjälp av tryckvågor kunna skilja flammorna från trädtopparna och på så sätt förändra situationen från en högintensiv toppbrand till en mer långsamtgående process på marken (om ens flammen kommer överleva fallet). En glödande brand på marken eller en låg löpbrand är betydligt med lätthanterad än en toppbrand menar Dr Graham Doig. På så sätt vinnas mer tid till insatspersonalen, för så väl mark- som luftattackerna. Förutom större möjligheter till att få branden under kontroll fås mer tid vid en eventuell evakuering. Hur detoneringen ska gå till i praktiken är fortfarande oklart men Dr Graham Doig spekulerar i att aptering kan ske med hjälp av helikopter. Den stora fördelen med helikopter är att de är flexibla och kan komma åt områden som annars är svårtillgängliga. Tekniken är inte helt ny utan har använts för att släcka olje- och gasbränder tidigare och därmed är Dr Graham Doig ganska säker på att metoden även kan appliceras på skogsbränder så småningom (Fighting bushfires with explosives, 2014).

8.3.5 Övrigt

Förutom skillnaderna i ovan nämnda taktiker och tekniker ses också skillnader gällande ledning, dock avgränsades arbetet tidigt ifrån denna del av hanteringen men författarna tycker än dock att det är viktigt att påpeka. I Kanada, USA och Spanien används ett standardiserat ledningssystem som är utformat för att möjliggöra en effektiv insats, ledning och samverkan^{11, 12 & 13}. Systemet heter Incident Command System (ICS) och används för att bygga upp en gemensam organisationsstruktur i form av anläggningar, utrustning, personal, rutiner och kommunikation (ICS, 2012). Ett sådant allmänt vedertaget system finns inte idag i Sverige.

Till sist vill författarna belysa vikten av medvetenhet hos gemene man och engagemang från berörda företag. I Kanada är till exempel relationen mellan skogsbolagen och skogsbrandsbekämpare en väldigt central del i det förebyggande arbetet (McAlpine & Thomas, 2010). Likaså har landet tillämpat ett 72-timmars självskydd som innebär att om en kris skulle inträffa är invånarna ansvariga att ta hand om sig själv och sin familj under ett minimum av 72 timmar (Canada, 2012). Det innebär att du själv ska besitta viss utrustning och kunskap för att överleva utan till exempel ström. I Sverige är detta något som Civilförsvarsförbundet, på uppdrag av MSB, startade hösten 2014. De utbildar medlemmar i förbundet för att kunna vidareutbilda grupper i syfte att sprida grundläggande kunskaper i krisberedskap (Norrgård, 2014).

8.4 Hantering av skogsbränder ur ett internationellt perspektiv

När detta avsnitt läses är det viktigt att vara medveten om att resultatet byggs på underlag från Australien och Kanada, två länder som varje år drabbas hårt av bränder i skog och mark.

8.4.1 Australien

I Australien är arbetsmetoderna lika de i Sverige, men upplägget görs mer eller mindre i omvänd ordning. Det vill säga initialt påbörjas den administrativa planeringen. Sammanställningar av de yttre förutsättningarna, så väl rådande som framtida, görs och frågan om "ska vi ens släcka?" kommer ofta upp eller finns det en möjlighet att branden självslocknar? I motsättning till Sverige kommer således valt angreppssätt inte enbart bero på brandens storlek utan också på eventuella skyddsvärda områden se tabell 8.1. Således kan förloppet tillåtas fortgå utan någon större inblandning om branden inte anses hota något skyddsvärt. Men i de fall då branden anses utgöra en fara eller ett hot görs ett ingripande.

Skyddsvärde hotas?	Risk för vidare spridning	Angreppssätt
Nej	Liten	Ingen.
Nej	Stor	Fokus ligger på att kontrollera så att branden inte hotar något framtida skyddsmål. Om inblandning sker är den av indirekt karaktär.
Ja	Liten	Direkt angreppssätt.
Ja	Stor	Kombinerat arbetssätt, med tyngdpunkt på det indirekta arbetet.

Tabell 8.1. Angreppssätt väljs efter eventuella skyddsvärden samt brandens storlek.

Det är det personalens bedömning som avgör vilket arbetssätt som väljs. Förutom eventuella skyddsvärden och brandens potentiella storlek kan valet av metod också påverkas av riskbilden för personalen.

Om det finns något av skyddsvärde som anses vara hotat kommer således personalens inblandning vara större, om hotet är av akut karaktär kommer den centrala uppgiften vara att säkra skyddsmålet omgående i annat fall planeras insatsen mer noggrant innan ingripande. I det sistnämnda fallet kommer förberedelserna innebära att det praktiska arbetet som görs idag egentligen är till för att få bättre förutsättningar kommande dagar, taktiken är följaktligen "att ligga steget före branden" hela tiden.

I den kombinerade metoden, vars huvudsakliga syfte är att dämpa och begränsa branden, används följande arbetssätt.

- Naturliga begränsningslinjer.
- Anlagda brandgator.
- Avbränningsmetoden.
- Förebyggande bevattning, dock ofta i mindre utsträckning på grund av vattenbrist.
- Mot-elds-principen.
- "Sprängämnesmetoden" är under utveckling.
- Direkta punktinsatser med släckmedel, huvudsakligen från markpersonal. Helikoptrar har det senaste decenniet blivit ett vanligare inslag men används i begränsad omfattning på grund av bristande och svårtillgängliga vattentillgångar inne i landet. Vattenbombande flygplan används inte.
- Vatten används uteslutande som släckmedel.

Om den direkta strategin däremot väljs är målet att släcka branden, detta görs vanligen med hjälp av släckvatten från marknivå.

Det administrativa arbetet som redan är igång fortlöper och utvecklas efter förloppets gång. Förutom sammanställning av de yttre rådande förutsättningarna och de troliga framtida villkoren, fås viktig information i realtid från skogsbranden med hjälp av drönare. Tycke och tillämpning av brandriskprognoser varierar över landet eftersom en del anser att de system som nu finns på marknaden inte är helt kompatibla med de australiensiska förutsättningarna. Om verktyget brandriskprognos används är det vanligen det kanadensiska systemet Fire Weather Index (FWI) eller McArthur's Forest Fire Danger Index (FFDI) eller det amerikanska National Fire Danger Rating System (NFDRS) som brukas.

8.4.2 Kanada

I Kanada, precis som i Australien, görs initialt ett övervägande om hur stor inblandning som krävs från människan med utgångspunkt från skyddsvärden och rådande samt kommande förutsättningar. I motsättning till Australien har landet generellt sett en mer tillförlitlig och riklig nederbörd, vilket kan vara räddningen vid ett stort skogsbrandsförlopp. Ibland kanske inget ingripande krävs överhuvudtaget eftersom moder natur tar hand om branden. I Kanada klassas områden med bostäder, värdefulla skogar och rekreationsplatser som några av de mer viktiga skyddsmålen. Medan vildmarksparker och avlägsna skogspartier utgör ytor som är lågt prioriterade och där ett brandförlopp kan tänkas tillåtas fortgå. Bedömningar om specifika situationers allvar byggs till stor del på underlag från någon av landets brandriskmodeller. Systemen har utvecklats enormt det senaste decenniet och det är inte enbart insatspersonal som använder sig av modellerna utan även skogsbruksföretag och forskare. Företagen inom skogsindustrin kan nyttja det i förebyggande syfte genom att välja att inte utföra arbeten i områden som har goda yttre omständigheter för uppkomst av brand.

Men om en brand väl uppstår där insatspersonalen bedömer att ett ingripande krävs väljs någon av metoderna nedan.

- Vid de flesta skogsbrandstillbud i Kanada görs en så kallad "Initial attack" vars syfte är att stoppa brandförloppet i ett tidigt skede genom en direkt släckinsats från helikopter.
- Vid större bränder där ett initialt angrepp från ovan inte är tillräckligt tillkallas mer resurser så väl mark- som luftburna, en kombinerad metod (direkt och indirekt) tillämpas.

Om den kombinerade metoden väljs används följande släckmetodiker.

- Naturliga begränsningslinjer.
- Anlagda brandgator.
- Avbränningsmetoden.
- Förebyggande bevattning.
- Mot-elds-principen.
- Direkta punktinsatser med släckmedel från så väl marken som luften. De luftburna resurserna som utgörs av så väl helikoptrar som flygplan används i stor utsträckning.
- Släckmedel utgörs av vatten med inslag av skum och/eller retardenter.

Planering och organisation kring en skogsbrand i Kanada startar redan i skedet då val av angreppsstrategi görs. I fallet då branden är större och den kombinerade metoden valts utvecklas organisationen ytterligare. Landet arbetar med ICS (Incident Command System) under stora insatser för att underlätta koordineringen och för att rätt person ska vara på rätt plats.

9. Jämförelse

I detta kapitel analyseras den information som erhållits genom litteraturstudier, seminarium och intervjuer. En jämförelse mellan svensk och internationell skogsbrandshantering görs där centrala skillnader belyses. Det är viktigt att påpeka att analysen till stor del bygger på kvalitativa bedömningar från författarna själva. Författarna har försökt vara så objektiva som möjligt vid värderingen.

För att läsaren lättare ska kunna göra konkreta jämförelser mellan det svenska arbetssättet gentemot det australiensiska och det kanadensiska ses nedan, i figur 9.1, en sammanställning som bygger på texterna i kapitel 7 samt avsnitt 8.4. Jämförelsen åskådliggör en viktig skillnad initialt i hanteringen, nämligen beslutet som tas vid larmet om skogsbrand. Vilket i Sverige alltid innebär att räddningstjänsten åker ut till det berörda området medan såväl Kanada som Australien ibland väljer en mer passiv taktik med fokus på informationsinsamlande.

Tidpunkt	Sverige	Australien	Kanada
Larm om skogsbrand.	Räddningstjänsten åker direkt till det berörda området.	En initial bedömning görs huruvida styrkor behöver åka ut eller inte. Brandriskprognoser granskas i ett tidigt skede.	En initial bedömning görs huruvida styrkor behöver åka ut eller inte. Brandriskprognoser granskas i ett tidigt skede.
På plats i det branddrabbade området.	Angreppsmetod väljs: - Direkt attack. - Indirekt attack. Eller vanligen (vid komplexa/stora bränder) en kombination av metoderna.	Om valet blir att åka ut till det branddrabbade området väljs angreppsmetod enligt följande: - Direkt attack. - Indirekt attack. Eller vanligen (vid komplexa/stora bränder) en kombination av metoderna.	Angreppsmetod väljs: - Direkt attack. - Indirekt attack. Eller vanligen (vid komplexa/stora bränder) en kombination av metoderna.
Brandens visar sig vara av större/komplex karaktär.	Kombinerad metod appliceras med följande taktiker: 1. Naturliga begränsningslinjer. 2. Anlagda brandgator. 3. Avbränningsmetoden. 4. Förebyggande bevattning. 5. Om flygande resurser förekommer utgörs de vanligen av helikoptrar. 6. I huvudsak utgörs släckmedlet av vatten, men skum och retardenter förekommer.	Kombinerad metod appliceras med följande taktiker: Punkt 1-3 samma som i Sverige. 4. Förebyggande bevattning förekommer, dock ofta i mindre utsträckning på grund av vattenbrist. 5. Flygande resurser används i mindre utsträckning. Om någon typ av luftburna fordon nyttjas är det helikoptrar på grund av att de är smidigare än flygplan och på så vis kan de nå de få och svårtillgängliga vattendragen inne i landet. 6. Släckmedel: Vatten. 7. Mot-elds-principen. 8. "Sprängämnesmetoden" är under utveckling.	Kombinerad metod appliceras med följande taktiker: Punkt 1-4 samma som i Sverige. 5. Flygande resurser används i stor utsträckning, så väl flygplan som helikoptrar. 6. Släckmedel: Vatten ofta med inslag av skum och/eller retardenter. 7. Mot-elds-principen.

Figur 9.1. Jämförelse mellan olika länders hantering av skogsbränder.

Förutom olikheter gällande vid vilken tidpunkt som olika beslut tas så ses skillnader i vilken utsträckning som olika metoder används. Resultatet från den analysen ses i tabell 9.2. Författarna har valt att presentera resultatet med hjälp av en femgradig skala (1-5), se tabell 9.1.

Värde	Beskrivning
1	Metoden används i väldigt liten utsträckning.
2	Metoden används i mindre utsträckning.
3	Metoden används relativt ofta.
4	Metoden används i stor utsträckning
5	Metoden används i väldigt stor utsträckning.

Tabell 9.1. Beskrivning av den femgradiga skalans olika nivåer.

Innan jämförelserna nedan granskas är det återigen viktigt att ha i åtanke att resultatet bygger på kvalitativa bedömningar från författarna. Värdena ska inte ses som absoluta belopp utan dess syfte är att göra en inbördes rangordning mellan länderna. Om ett streck (-) anges används inte metoden i landet.

SLÄCKMETOD Nyttjande av...	NATIONELLT PERSPEKTIV Sverige	INTERNATIONELLT PERSPEKTIV	
		Australien	Kanada
... naturliga begränsningslinjer.	5	5	5
... anlagda brandgator.	5	5	5
... avbränningsmetoden.	2	4	4
... förebyggande bevattning.	4	2	4
... mot-elds-principen.	-	2	2
... direkta angrepp från marknivå.	5	5	5
... direkta angrepp med hjälp av helikopter.	3	3	5
... direkta angrepp med hjälp av flygplan.	1	1	5
... vatten som släckmedel.	5	5	5
... skum som tillsatsmedel i släckvattnet.	2	-	4
... retardenter som tillsatsmedel i släckvatten.	2	-	4
... brandriskprognoser	1	3	5

Tabell 9.2. Tabellen åskådliggör en jämförelse över i vilken utsträckning olika släckmetoder används vid skogsbrandsförlopp i Sverige, Australien samt Kanada.

10. Diskussion

I detta kapitel diskuteras huvudsakligen erhållna resultat, som har utgångspunkt i de problemformuleringar som ansatts initialt i rapporten. Dessutom förs ett djupare resonemang kring använd metod, begränsningar samt ansatta avgränsningar och på vilket sätt det har påverkat arbetet.

10.1 Metod

Metoderna för att finna underlag till rapporten var flera men i synnerhet byggdes examensarbetet på litteraturstudier och intervjuer. Till viss del erhöles även viktig information från ett skogsbrandsseminarium i Ramnäs samt ett platsbesök i den branddrabbade skogen i Västmanland. Orsaken till att flera olika informationskanaler användes berodde till stor del på att författarna trodde sig få den bästa helhetsbilden på det sättet. Gällande studien kring branden i Västmanland fanns också en begränsning i det faktum att händelsen var mycket aktuell. Därmed var det svårt att få några vetenskapliga dokumentationer och intervjuer ansågs vara det mest tillförlitliga sättet. Författarna valde att intervjua fältarbetare från några av de kommunala räddningstjänsterna som var närvarande under hela förloppet, ett beslut som kändes lämpligt då dessa individer hade varit med från start till slut. Dock hade det kanske varit mer rättvist att även intervjua personer som inte var hemmahörande i området och som kastades in under de mest kritiska dagarna för att få en redogörelse med en mer nationell giltighet. Frågesättningar om "rätt" individer intervjuats och om fler personer skulle kontaktats för att säkra underlagets validitet kan alltid dryftas.

Varför valdes just bränderna i Västmanland och Boden? Som tidigare nämnts botten valet i brändernas stora omfattning, i svenska mått mätt, vilket i sin tur innebar att stora delar av landet var inblandade i händelserna. Dessutom säkrades resultaten i det faktum att två bränder studerades och att de inträffat på två geografiskt skilda platser.

10.2 Avgränsningar och begränsningar

Efter sommaren 2014 när nyhetsinslagen dominerades av skogsbranden i Västmanland så föddes idén för ett examensarbete om arbetet med branden. Därmed påbörjades en omfattande litteraturstudie där varje artikel med anknytning till brand i skog och mark luslästes för att finna en intressant problemformulering till rapporten. Ganska omgående utslöts att utföra en studie av ledning, organisation och kommunikation eftersom det i regel startas utredningar kring detta omgående efter insatsen. Denna avgränsning kan diskuteras då det är stora delar av stor betydelse för en insats. Med största sannolikhet hade det gett en bättre helhetsbild om även organisationen parallellt med släckinsatsen hade granskats. Författarna av rapporten beslutade att rapporten skulle behandla hanteringen av skogsbränder med den nämnda avgränsningen för att ge en strukturerad jämförelse med internationellt förhållningssätt.

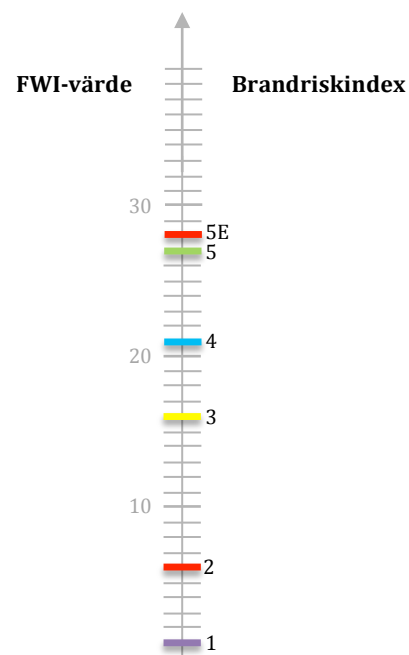
Gällande rapportens internationella influenser tog författarna kontakt med ett flertal personer med stor erfarenhet av släckinsatser vid skogsbränder från olika delar av världen. Orsaken till att just Kanada och Australien fick större plats i rapporten beror dels på att länderna ligger i topp gällande frekvens av skog- och markbränder vilket i sin tur innebär en stor erfarenhet samt kunskap i ämnet.

Vidare togs även hänsyn till de yttre omständigheterna för respektive land vid beslutet. Kanada valdes med avsikt att förutsättningarna, i synnerhet angående vegetation och klimat, får anses vara relativt snarlika de svenska och därmed kan en god jämförelse göras. Av exakt motsatta skäl valdes Australien, för att påvisa det starka sambandet mellan en brands beteende och givna betingelser.

I rapporten har det konstaterats att en skogsbrand inte enbart har negativa effekter på miljön samt djurb och naturliv. Detta är en avgränsning som gjorts och det har inte förts några djupare resonemang kring detta. Författarna vill ändå påpeka att det är en oerhört viktig aspekt som måste vägas in i beslut av angreppsmetod. Likaså spelar den ekonomiska faktorn en central roll vid val av taktik, när diskussioner förs kring exempelvis de luftburna resursernas värdefulla egenskaper tas ingen eller mindre hänsyn till kostnaden kring dessa fordon. En nytta-kostnad analys är därför mycket viktig att genomföra, de åtgärdsförslag som föreslås för att förbättra ett lands möjligheter att bekämpa en skogsbrand måste fortfarande vara rimliga.

10.3 Förebyggande

Den bästa olyckan är olyckan som aldrig sker, genom att främja det förebyggande arbetet mot uppkomsten av skogsbränder minskar sannolikheten för att händelser likt den i Västmanland och den i Boden sker igen i Sverige. Som bekant tros både skogsbranden i Västmanland och den i Boden ha startat på grund av gnistbildning från en skogsmaskin. Det är således inte konstigt att det uppkommer frågeställningar kring den svenska lagstiftningen. Hur motiveras det utfärdade eldningsförbudet (som rådde i Västmanlands skogar vid tidpunkten för händelsen) samtidigt som skog- och markberedning anses acceptabelt? Kanske borde eldningsförbud även inkludera markarbeten som avger gnistor? Enligt författarna vore en bra lösning att skapa rutiner för att bygga upp och upprätthålla en relation och ett samarbete mellan skogsbrukarna och den kommunala räddningstjänsten. I Boden har ett eget initiativ tagits där räddningstjänsten, skogsbolagen och länsstyrelsen håller möten tillsammans för att hjälpas åt under brandsäsongen. I Kanada finns också en sådan samverkan, många av de kanadensiska skogsbolagen nyttjar till och med brandriskprognoser på egen hand för att kontrollera markförhållandena och planera sitt skogsbruk. Sammanfattningsvis uppkommer många bränder på grund av människan, inte enbart med anknytning till skogsindustrin utan även privatpersoner. Att nå ut till allmänheten med information om lämpligt beteende i skog och mark under varma och torra perioder kan vara en viktig del i det förebyggande arbetet.



Figur 10.1. Illustrationen beskriver förhållandet mellan FWI och brandriskindex.

Ett problem som har lyfts är svårigheten med att tolka brandriskindex. Någonstans på vägen har en förenkling från så kallade FWI-värden till brandriskindex gjorts, för att se sambandet mellan storheterna se figur 10.1. Det som hände var att när räddningstjänsten fick larm om en skogsbrand utanför Seglingsberg klassades skogsbranden tidigt som en 5E-brand. Ingen större oro utbröt på stationen då 5E-bränder hade hanterats med gott resultat flera gånger tidigare under den gångna sommaren. Men som ses till höger klassas alla skogsbränder med ett FWI-värde över 28 som en 5E-brand. För insatsledaren som använder sig av förenklingen med brandriskindex blir en brand med ett FWI-värde på 28 och en brand med ett FWI-värde på 31,5 (som värdet var under torsdagen den 31 augusti i Västmanland) "samma" brand. Således är det inte konstigt att samma resurser som vid tidigare 5E-brand åker ut på tillbudet. Sammanfattningsvis är det kanske läge att överlåta skalan baserat på brandriskindex helt till allmänheten medan räddningstjänsten istället borde använda sig av en mer specifik tolkning av mätvärdena. Dock bör det tilläggas att ingen värdering läggs i om utfallet hade påverkats av bättre kunskaper kring brandriskmodellerna för just Västmanlandsbranden. För att ytterligare öka förståelsen vid en specifik situation kan ingångsvariablerna (FFMC, DMC, DC, ISI, BUI) i FWI granskas med fördel. Från räddningstjänstens sida kan det vara en bra rutin att under brandsäsongen ha för vana att kontrollera förutsättningarna för uppkomst och spridning av brand genom att använda brandriskprognoser. På så sätt fås en indikation om hur allvarligt det rådande

läget är och personalen är därmed införstådda i vilka förhållande de kan komma att arbeta under. Författarna är väl medvetna om att det inte finns utrymme för att all operativ personal på en kommunal räddningstjänst ska kunna vara så här djupt insatta i brandriskmodellerna men en tanke är att varje räddningstjänst, åtminstone de regioner som har mycket skog och mark, borde ha en eller ett par individer som utbildas till sakkunniga inom området. Baskunskaper bör som sagt alla operativt arbetande ha men expertisblick kan enskilda personer besitta. En annan möjlighet skulle kunna vara att etablera en nationell stödgrupp för skogsbrandhantering, där bland annat stöd vid tolkning av brandriskindex kan inhämtas. På så vis blir inte den enskilda räddningstjänsten lika sårbar eftersom hänsyn gällande personalförändringar inte behöver tas. Tanken om en nationell stödgrupp diskuteras utförligare längre fram i kapitlet.

I det tekniska samhälle vi lever i idag tror författarna att brandriskprognoser är ett verktyg som kommer att bli allt mer avgörande i kampen mot skogsbränder. I takt med framtida klimatförändringar tros antalet skogsbränderna öka samt att de blir större och mer svårhanterade. Med det utgångsläget gäller det att hela tiden ligga steget före, dels för att optimera släckinsatsen men också för att öka personalens säkerhet.

10.4 Strategi och taktik

Larmet går, brandtillbud i skogen utanför Seglingsberg eller kanske i Bodträskfors. Vad händer? Oavsett var i Sverige larmet går kommer ungefär samma sak att hända; stationens styrka rycker ut, ingen tvekan. Men om larmet går för en liknande händelse i delstaten British Columbia i Kanada eller i Queensland i Australien är svaret inte lika givet. I dessa länder ställs ofta frågor som "hotar branden någonting skyddsvårt i nuläget eller kan den komma att utgöra en fara?", "hur kommer branden sprida sig och vad kan det komma att innebära?". I både Kanada och Australien händer det att insatspersonalen gör passiva val, något som i dagsläget aldrig skulle inträffa i Sverige. Till stor del tror författarna att detta beror på att den svenska skogen generellt sett är väldigt värdefull men också för att boendesituationen är ganska speciell i Sverige. Det är nämligen inte så konstigt att påträffa enskilda stugor eller hus mitt ute i den svenska skogen. Dessutom har Sverige inte samma vana av större skogsbränder som Kanada och Australien och tankesättet "att det kan få brinna hit men inte längre" har kanske inte riktigt kommit hit än (det har kanske heller inte behövts). Sammanfattningsvis upplever författarna det som att störst fokus läggs på det som brinner för stunden i Sverige men i länder som Australien och Kanada läggs istället kraft på den ännu obrända marken. Mentaliteten från de internationella perspektiven är "arbetet som görs idag är för att få bättre förutsättningar i framtiden".

Lika säkert som att ett brandtillbud utomhus kommer innebära en uttryckning från den svenska räddningstjänstens sida så upplever författarna istället en stor osäkerhet när det kommer till modet att våga kalla in extra resurser. De första besluten vid ett brandtillbud kan vara oerhört viktiga eftersom de sätter spelreglerna för fortsatt arbete. Efter granskning av de nationella skogsbränderna upplever författarna en avvaktande inställning, på det sättet att den kommunala räddningstjänsten är rädd för att "dra på" för mycket initialt. Detta tros bero på rädslan för att den enskilda räddningstjänsten ska behöva stå för omfattande kostnader om bedömningen av krävda resurser skulle visa sig vara överdimensionerad. Med facit i hand är det enkelt att säga att i sommarens fall (Västmanland) borde styrkorna maximerats redan från dag ett men istället kom personalen redan från början på efterkälke. Branden fick således ett försprång och först flera dagar senare lyckades släckinsatsen komma ikapp. Men återigen det är lätt att säga i efterhand när vi är medvetna om situationens utgång. Denna svenska försiktiga inställning går rakt emot de kanadensiska principerna, där den initiala attacken ofta spelar huvudrollen. Om kritiska förhållande råder enligt brandriskmodellen spelar det knappt ingen roll hur stor branden är, om en helikopter är tillgänglig skickas den. Då landet har en väldigt stor erfarenhet av skogsbränder och är väl medvetna om vilka förödande konsekvenser ett okontrollerat förlopp kan ge upphov till tas hellre det säkra

före det osäkra. Lärdomen till den svenska räddningstjänsten är att våga dra på rejält från början.

Att välja rätt taktik från början är ingen lätt uppgift men oerhört viktigt. För att återigen dra paralleller till förloppet i Västmanland spekulerar författarna i hur branden hade utvecklats om mer fokus lagts på skogsbrandens flanker istället för vid fronten. Initialt hade branden en relativt långsmal form i vindens riktning, vilket åskådliggörs med hjälp av den vänstra skissen i figur 10.2. När vinden sedan vände förändrades förutsättningarna radikalt (höger skiss), helt plötsligt hade branden en väldigt omfattande front. Att parallellt arbeta med både flank (mer indirekt syfte) och front (direkt dämpning) är troligtvis det mest optimala men problematiken i det är den krävda personalmängden, vilket förmodligen också var ett dilemma i Västmanland. På samma sätt kan inte all fokus läggas på flankerna då den förutspådda väderprognosen med ändrad vindriktning kanske inte infaller. För precis lika viktigt som det är att planera inför en förväntad utveckling så är en annan nyckel till framgång förmågan att vara flexibel.



Att

Figur 10.2. Vid ett skogsbrandsförlopp är det oerhört viktigt att vara förberedd på att vinden kan ändra riktning och på så vis kan läget komma att förvärras. Den svarta pilen indikerar vindens riktning.

släcka en större skogsbrand är alltså inget som görs i en handvändning, utan det krävs oerhört mycket kompetens och utrustning. Det är kanske rent av orimligt att ställa så höga krav på den enskilda räddningstjänsten? Författarna har funderat på om en möjlig lösning till problemet skulle kunna vara att etablera en så kallad nationell stödgrupp. En grupp individer som besitter stor erfarenhet och spetskompetens inom området och som är väl känd landet över. En stödgrupp som tillkallas när den kommunala räddningstjänsten känner att händelsen är dem övermäktig. För som situationen ser ut idag finns det inga riktiga direktiv om var räddningstjänsten kan vända sig ifall ett förlopp tar en oväntad vändning. Förslagsvis skulle MSB kunna utgöra samverkansorganet för en sådan grupp. I dagsläget bistår MSB främst med utrustning, i form av skogsbrandsdepåer, vid bränder i skog och mark men ingen mänsklig kunskapsbank finns. Däremot finns det idag så kallade "kemenheter" som den enskilda räddningstjänsten kan tillkalla via MSB vid en kemikalieolycka, dessa enheter innehåller förutom materiel även specialutbildad personal inom området. Således föreslås en uppdatering inom skogsbrandsområdet, förutom de värdefulla depåerna borde även expertkunskap kunna erbjudas.

10.5 Resurser

Som nämnts tidigare i rapporten används väldigt snarlika angreppsmetoder i de olika länderna, den största skillnaden är snarare i vilken ordning momenten utförs. Däremot ser författarna betydligt större olikheter gällande resurstillgångar, vilket också kommer ha stor påverkan på en släckinsats. I flera länder, däribland Kanada, finns speciella styrkor som bara är anställda under skogsbrandsäsongen. Vid större bränder, som inte den lokala brandstationen kan lösa, kallas dessa styrkor in. De brandsäsongsanställda brandmännen har inget ansvar för det strategiska upplägget utan har som uppgift att arbeta med det praktiska fältarbetet. Någon sådan resurs finns inte i Sverige och är heller inte helt skäligen att ha som stand-by under hela brandsäsongen i dagsläget. Kanske är det något som kan komma att bli aktuellt i takt med klimatförändringarna. I både Västmanland och Boden löste de resursfrågan genom stöd från andra räddningstjänstförbund, försvarsmakten, hemvärnet och övriga frivilliga organisationer. I Sverige bör vi lägga upp rutiner för hur vi nyttjar andra resurser än inom räddningstjänsten. Vi har otroligt stora resurstillgångar i landet men det faller sig inte riktigt naturligt ännu att nyttja dem. Här vill författarna återigen trycka på den nationella stödgruppen som ett hjälpmedel i denna process, den kan fungera som ett samverkansorgan och koordinera de resurser som finns. Efter branden i Västmanland tror författarna att bekvämlighetsbarriären mellan räddningstjänst och övriga organisationer som försvarsmakten, hemvärnet och frivilliga organisationer har börjat brytas ner och att de spelkortet kommer finnas närmre till hands och vara i åtanke i nästkommande stora incidenter.

Förutom stor personaltillgång krävs stora mängder materiel och olika sorters fordon vid en skogsbrand. I förhållande till Kanada har Sverige inte alls samma tillgång till luftburna fordon. Men då stora skogsbränder ändå får anses tillhöra ovanligheten i landet vore det inte rimligt att ha vattenbombande flygplan och helikoptrar i så stor utsträckning. Men samtidigt är det riskabelt att Sverige ska förlita sig på vattenbombande flygplan från medelhavsområdet, dels är körsträckan ganska lång och dels har länderna i de regionerna väldigt ofta hög belastning på sina flygresurser. Istället borde kanske de nordiska länderna ha en gemensam resurskoordinator gällande flygresurser där USA med GACC kan utgöra ett gott exempel. Exempelvis upptäckte författarna vid studien av branden i Boden att de hade ett gott samarbete med Finland. Detta är dock ett initiativ som tagits på egen hand och således handlar det om vilka kommunikationsnät som byggts upp från den enskilda räddningstjänsten. Författarna kan tycka att det borde finnas en tydligare nationell väg om vem eller vilka som ska kontaktas när ett sådant behov uppstår. Gällande markburna tillgångar läggs inga större kommentarer eftersom de är relativt snarlika i Sverige och internationellt. I Kanada verkar användandet av större grävmaskiner och andra markröjande enheter som betydligt mer utvecklat. Skillnaden gentemot Sverige tros återigen bero på mindre brandfrekvens.

De skogsbrandsdepåer som MSB tillhandahöll vid branden är en resurs som författarna ser ljust på. Dock bör det påpekas vikten av kommunikation. Den viktiga informationen om att depåerna kommer i par försvann någonstans på vägen. Det som hände var att depåerna placerades ut en och en på vida skilda platser och resulterade i att en styrka var helt utan grenrör medan en annan hade just det materielelet i överflöd. Materielfördelningen i landet bör ha en bättre översikt. Ett enkelt sätt att hålla reda på resursfördelning är genom så kallade fältinventeringsprogram som bland annat testades under branden i Västmanland samt vid en översvämning i Halland (en händelse som inträffade en kort tid efter branden). Ett sådant program anses vara en god investering inför framtiden vid stora och omfattande insatser. Systemets syfte är att kartlägga hur fördelningen av all utrustning, materiel, personal med mera ser ut så att dess kapacitet utnyttjas till fullo. En sådan applikation är väldigt smidig eftersom vid uppkopplande mot internet kan förflyttningar dokumenteras i realtid. Ett system som redan används av många räddningstjänster och som har liknande egenskaper gällande resursförteckningar är LUPP. Dock är det programmet inte utvecklat för att hantera all den materiel som kan tänkas behövas vid en skogsbrand, åtminstone inte i nuläget. Genom att skapa ett system som kan appliceras på flera olika typer av händelser, allt från skogsbrand till brand i

flerbostadshus tror författarna att arbetet kommer att underlättas för den enskilda räddningstjänsten.

I samtliga länder som studerats används vatten huvudsakligen som släckmedel. I de situationer som mindre mängder vatten använts, exempelvis i Australien, beror detta på bristande tillgång. Det blir en fråga om tid i förhållande till vattnets släckverkan. Inblandandet av skum och retardenter varierar däremot, i Australien används det väldigt sällan eller oftast inte alls. Detta tros till stor del bero på landets unika flora och fauna som inte får påverkas negativt på något sätt. I Kanada däremot är användandet av något tillsatsmedel mer vanligt, åtminstone vid den så kallade "initial attack". Insatspersonal i Kanada är med största sannolikhet väl medvetna om att sådana tillsatsmedel kan ha en negativ effekt på djur och natur men nyttan anses vara större än kostnaden i många fall. I Sverige går meningarna isär och idag används skum och retardenter i så begränsad utsträckning som möjligt. Dock pågår aktiv forskning inom området och förhoppningen är att framtida tillsatser ej ska påverka naturen i för stor utsträckning. En sådan stor skogsbrand som inträffade i Västmanland innebär i sig en stor miljöpåverkan, därför väntar vi spánt på vad den pågående utredningen säger om de tillsatser som användes.

10.6 Ny teknik

Förutom de redan erkända teknikerna och taktikerna tror författarna på vikten av att våga försöka och utforska. I rapporten har ett flertal nytänkande metoder/verktyg nämnts däribland sprängladdningsmetoden och drönare. I synnerhet tror författarna att det sistnämnda hjälpmedlet kan komma att med fördel implementeras i den svenska räddningstjänsten. Drönare har flera goda funktionsområden, bland annat kan drönare vara markpersonalens extra ögon uppifrån och därmed öka både säkerheten och underlätta för släckningsarbetet. Stora vinningar ses med att all information och GPS-koordinater kan fås i realtid och på så vis kan framförallt insatspersonalens säkerhet tryggas om till exempel hot-spots och dylikt kan upptäckas i god tid. Problematik på nationell nivå kan utgöras av lagstiftning gällande nyttjande av luftrum och filmning. Ett annat användningsområde för drönare är det förebyggande arbetet med bevakning. I USA används drönare i stor utsträckning för att upptäcka bränder, orsaken till det är det faktum att ju tidigare branden upptäcks, desto tidigare kan släckinsatsen påbörjas och branden har förhoppningsvis inte hunnit växa sig alltför stor.

10.7 Övrigt

I övrigt vill författarna passa på att påpeka varje persons skyldighet vid samhällskris. Var och en måste på egen hand hålla sig uppdaterad och ta reda på information vid en händelse som den i Västmanland. Författarna är absolut säkra på att kommuner och länsstyrelser gör allt som krävs för att nå ut till allmänheten men samtidigt måste alla ta sitt eget ansvar. Australien är en förebild i att samhällsmedborgarna tar ett stort eget ansvar. Dels genom att kontinuerligt hålla sig uppdaterade men också genom att bistå med extra händer där det behövs. Det råder även extrema förhållanden i Australien då det alltid är risk för brand någonstans i landet. Därmed har invånarna blivit vana vid att ta ett visst självansvar på grund av att riskerna är stora. I Kanada nyttjas en annan princip, ett så kallat självskyddsansvar som innebär att en medborgare måste kunna klara sig utan hjälp från samhället i 72 timmar vid en krissituation. En sådan situation kan vara allt ifrån storm och strömavbrott till skogsbränder. Att öka gemene mans intresse och vetskap om vad som förväntas av varje individ vid en kris borde vara prioriterat från varje kommun. Angående detta har en informationsinsats gjorts, så sent som hösten år 2014 startade Civilförsvarsförbundet på uppdrag från MSB ett arbete som gick ut på att öka allmänhetens kunskap om krisberedskap.

11. Slutsatser

Nedan redovisas de slutsatser som författarna kommit fram till under arbetets gång. Det är viktigt att poängtera att underlaget till slutsatserna utgörs av de två granskade släckinsatserna i Västmanland och Boden samt de kunskaper som erhållits från de internationella kontakterna.

En slutsats av mer generellt slag är vikten av att ett ”längre framtida tänk” appliceras i den svenska räddningstjänsten vid hantering av bränder i skog och mark. Det arbete som utförs idag ska vara i syfte att skapa bättre förutsättningar kommande dagar. I praktiken gäller det att ”ligga steget före branden”. Ett tänk som påträffats vid flera tillfällen vid kontakt med internationellt perspektiv. Nedan listas de konkreta förslagen till en förbättrad skogsbrandshantering i Sverige.

- Inrätta en nationell stödgrupp med kunskaper och erfarenhet inom skogsbränder i Sverige. En grupp som den kommunala räddningstjänsten kan kontakta vid behov av expertis. Förslagsvis sker denna kommunikation via MSB's tjänsteman i beredskap.
- Skapa rutiner för ett samarbete mellan skogsägare och -bolag, räddningstjänst och länsstyrelse. Det är i första hand de som arbetar med skogarna som har god kännedom för området och de olika vägar som skapas vid skogsarbete men som aldrig kartläggs för andra än berörda. Här är Boden ett gott exempel på hur ett samarbete kan upprättas, följas upp och underhållas.
- Använd brandriskprognoser i det förebyggande arbetet. Det går inte att förutspå anlagda bränder, det går inte att kontrollera mänskligt uppsåt till brand och det går inte att kontrollera åskoväder. Men det går att prognostisera när förutsättningarna i skog och mark är potentiella för att ge en stor skogsbrand. Författarna ser även att brandriskmodellerna bör implementeras mer under själva skogsbrandens förlopp för att förutspå vidare spridning. Ett förslag är att den ovan nämnda nationella stödgruppen kan fungera som ett hjälpmedel vid tolkning av index.
- Införa drönare som kan samla information över brandförloppet i realtid samt användas i bevakningsarbetet vid brandriskperioderna. En resurs som framför allt är viktig för att trygga insatspersonalens säkerhet under insats.
- Då luftburna fordon är en stor tillgång vid skogsbränder kan införskaffandet av fler sådana dryftas. Författarna föreslår att en inventering görs över de flygresurser som finns samt de personer som innehar kompetens att framföra dessa fordon. Att inrätta en gemensam resurskoordinator i form av en nationell stödgrupp som eventuellt kan komma att bli ett nordiskt samarbete om behov av större luftburna fordon finns.

12. Fortsatt arbete

Nedan listas förslag på fortsatt arbete.

- Utredda om en nationell stödgrupp (som föreslagits i denna rapport) är ekonomiskt försvarbar, i vilka situationer enheten kan och bör kontaktas samt på vilket sätt samverkan mellan den kommunala räddningstjänsten bör ske.
- Likaså ser författarna möjligheter kring en studie av de luftburna resursernas nytta i förhållande till kostnad. Vilka befintliga resurser besitter våra grannländer och hur stort är behovet samt intresset för en nordisk resurskoordinator?
- Nyttjande av tillsatsmedel i släckvatten åberopar vikten av grundläggande analyser kring ämnens påverkan på djur och natur.

13. Referenser

- Ahrens, M. (2013). *"Bush, grass, and forest fires"*. Quincy: NFPA
- Andersson, A & Rosvall, A. (1995) *"Släckmedelstillsatser för skogsbrandbekämpning"*. Karlstad: Räddningsverket.
- Australian Government. Australian Government. Attorney-Genreal's Department. *"About bushfire arson"*. (Elektronisk). Bushfirearson.gov.au. Tillgänglig: <<http://www.bushfirearson.gov.au/about/Pages/default.aspx>> (2014-11-16).
- Berlin, J. & Carlström, E. (2009). *"Samverkan på olycksplatsen om organisatoriska barriäreffekter"*. Trollhättan: University West.
- Bodens kommun 1. *"Eldningsförbud i Bodens kommun"*.(Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.boden.se/db/web/external.nsf/news/B28F4578F141BF32C12571C300435E46?opendocument>>(2014-10-02).
- Bodens kommun 2. *"Modern tids största skogsbrand"*. Boden: Bodens kommun.
- Canada. (2012). *"Your emergency preparedness guide - 72 Hours: Is your family prepared?"* Canada: Public Safety Canada.
- Canada 1. *"Wildfires"*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.getprepared.gc.ca/cnt/hzd/wldfrs-eng.aspx>>(2014-12-07).
- Carlson, J.D & Burgan, R & Engle, D & Greenfield, J. (2002). *"The Oklahoma fire danger model: An operational tool for mesoscale fire danger rating in Oklahoma"*. Australia: CSIRO.
- CSFM. *"Glossary of terms"*. California State Fire Marshal. California.
- Delin, M. (2014). *"Skogsbranden som Mordor i sagan om ringen"*. Dagens Nyheter, 23 augusti.
- Dimitrakopoulos, A & Gogi, C & Stamatelos, G & Mitsopoulos, I. (2010). *"Statistical analysis of the fire environment of large fires (>1000 ha) in Greece"*. Greece: University of Thessaloniki
- Fighting bushfires with explosives (2014). (Elektronisk). Film i regi av Dr Graham Doig. Tillgänglig: <<http://newsroom.unsw.edu.au/news/science-technology/fighting-bushfires-explosives>> (2014-11-15).
- FOI. (2012) *"Värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet"*. Publikationsnummer MSB362. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Försvarsmakten. Information och fakta. Materiel och teknik. Luft. *"Helikopter 10"*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.forsvarsmakten.se/sv/information-och-fakta/materiel-och-teknik/luft/helikopter-10/>> (2014-10-28)
- Granström, A. (1998) *"Framtidens skogsbränder"*. Karlstad: Räddningsverket.
- Granström, A. (2003). *"Skogsbrand. Brandbeteende och tolkning av brandriskindex"*. Karlstad: Räddningsverket.
- Granström, A. (2009). *"Skogsbränder under ett förändrat klimat"*. Publikationsnummer MSB0014-09. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

- Gullstrand, J. (2013). "Information till Avtalskommuner för MSB:s skogsbrandsdepåer". (Elektronisk). MSB.se. Tillgänglig: <<https://www.msb.se/sv/Insats--beredskap/Hantera-olyckor--kriser/MSBs-forstarkningsresurser/Skogsbrand/Info-till-Avtalskommuner/>> (2014-10-24)
- Hudson, M (2011). "Fire Management". Colorado: University Press of Colorado.
- Hummelgård, M & Linde, R. (2014). "Släckeffekt hos tillsatsmedel i släckvatten". Lund: brandteknik och riskhantering.
- ICS. (2012). "Incident Command System Operational Description". Canada: ICS
- Ivansson 1, G. (2014). "Skogsbrandens väg mot förödelse". Tjugofyra7 nr 23, ss. 4-5.
- Ivansson 2, G. (2014). "Extremt torrt och varmt". Tjugofyra7 nr 23, s. 8.
- Ivansson 3, G. (2014). "Med fokus på tydligt ledarskap". Tjugofyra7 nr 23, ss. 10-11.
- Jansson, C & Lindén, H. (1997). "Skopan: ett flygplan för skogsbrandsläckning och kustbevakning". Karlstad: Räddningsverket.
- Karlsson, B & Quintiere J. (2000). "Enclosure Fire Dynamics". Florida: CRC Press LLC.
- Kjellström, E et al. (2014) "Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget" Klimatologi nr 9.
- Krisinformation 1. Krisinformation.se. (Elektronisk). Tillgänglig: <http://mobil.krisinformation.se/web/Pages/Search/Find___10903.aspx?q=brytpunkt> (2014-10-16)
- Krisinformation 2. Krisinfomation.se. Händelser. Krisberedskap. Risker & Hot. "Räddningsinsatsen efter skogsbranden i Västmanland avslutad". (Elektronisk). Tillgänglig: <http://www.krisinformation.se/web/Pages/NewsPage___75735.aspx> (2014-11-02)
- Lantmäteriet. "Vegetationsdata från Lantmäteriet". (Elektronisk). Tillgänglig: <<https://maps.slu.se/get/>> (2014-10-11)
- Lindblad, M & Westby, W. (2008). "Australien". Keuru: Otava Tryckeri.
- Lundberg, C & Lindén, H. (1996) "Sambandsanalyser av resursåtgång för olika typer av skogsbränder" Karlstad: Räddningsverket.
- Lundgren, Johan. (2014) "Den största skogsbranden i modern tid". (Elektronisk) Försvarsmakten.se. Tillgänglig: <<http://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2014/08/den-storsta-skogsbranden-i-modern-tid/>> (2014-11-02)
- Länsstyrelsen 1. "Varning för värmebolja". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/Sv/nyheter/2014/Pages/varning-for-varmebolja-och-brandrisk.aspx>>(2014-11-01)
- Länsstyrelsen 2. Länsstyrelsen Västmanlands län. Människa & samhälle. Krisberedskap. Skogsbranden. Om skogsbranden. Lägesuppdateringar för skogsbranden. "Lägesbilder Vecka 32". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/Sv/manniska-och-samhalle/krisberedskap/skogsbranden/tidigare-uppdateringar/vecka-32/Pages/default.aspx>> (2014-11-01)

- Länsstyrelsen Norrbotten (2009). "Dokumentation av de stora skogsbränderna år 2006". Norrbotten: Länsstyrelsens rapportserie, nr 3/2009.
- Martell, D. (2001) "*Forest Fires: Behavior and Ecological Effects*". USA: Academic Press
- McAlpine, R. & Thomas, P. (2010) *Fire in the forest*. USA: Cambridge University Press
- MSB. (2006). "*Skogsbrand i fokus. Seminariedokumentation 28-29 november*". Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2012) "*Tumregler vid skogsbrand*". Publikationsnummer MSB350. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB 1. IDA MSB:s statistik och analysverktyg. Snabbfakta. "Skog och markbränder". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://ida.msb.se/ida2#page=a0128>> (2014-10-04)
- MSB 2. IDA MSB:s statistik och analysverktyg. Statistikdatabasen. "Döda i bränder". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://ida.msb.se/ida2#page=a0095>> (2014-10-05)
- MSB 3. Kunskapsbank. Erfarenheter från olyckor & kriser. Naturolycksdatabas. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://ndb.msb.se/>> (2014-10-05)
- MSB 4. "Brandrisk Skog och Markfakta, modeller och data". Karlstad: MSB.
- MSB 5. Om MSB. Nyheter och Press. Nyheter. "MSBs roll i efterarbetet av skogsbranden i Västmanland". (Elektronisk) MSB.se. Tillgänglig: <<https://www.msb.se/sv/Om-MSB/Nyheter-och-press/Nyheter/Nyheter-fran-MSB/MSBs-roll-i-efterarbetet-av-skogsbranden-i-Vastmanland/>> (2014-11-02)
- Myrberg, B. (2014). "Ersättning för de som deltagit i arbetet med skogsbranden i Västmanland". (Elektronisk) MSB.se. Tillgänglig: <<https://www.msb.se/sv/Om-MSB/Nyheter-och-press/Nyheter/Nyheter-fran-MSB/Ersattning-for-de-som-deltagit-i-arbetet-med-skogsbranden-i-Vastmanland/>> (2014-11-02)
- Nielsen, E. (2014). "25 hus förstörda i branden". (Elektronisk) Svt.se. Tillgänglig: <<http://www.svt.se/nyheter/sverige/minst-tio-bostadshus-forstorda-i-branden>> (2014-11-02)
- Norrgård, Y. (2014). "72-timmar ger grundläggande kunskap i krisberedskap". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.civil.se/blog/2014/10/14/utbildningen-72-timmar-ger-grundlaggande-kunskap-i-krisberedskap/>> (2014-14-10)
- NRCAN 2. "Fire". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.nrcan.gc.ca/forests/fire/13143>> (2014-12-02)
- NRCAN 3. "Fire management". (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.nrcan.gc.ca/forests/fire/13157>> (2014-12-02)
- NWCG. (1991). "*Firing methods and procedures*". National Wildfire Coordinating Group: Boise
- NWCG. (1995). "*The professional helicopter pilot supporting wildland fire suppression*". National Wildfire Coordinating Group: Boise
- Rodrigues, M & Riva, J. (2015). "*Assessing the effect on fire risk modeling of the uncertainty in the location and cause of forest fires*". Zaragoza: Coimbra University Press.
- Rolinski, T. (2006) "*Seven days in may*". Wildfire Magazine nr. Mar/Apr 2006. Ss 1-5.

Rothermel, R. (1983). *"How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires."* Ogden, Utah: United States Department of Agriculture.

S. J. Pyne et al. (1996) *"Introduction to Wildland Fire"*. Second Edition. New York: Wiley

SMHI. (2003). *"Brandrisk"*. Faktablad nr 14. Norrköping: SMHI.

SMHI. (2013). *"Framtida perioder med hög risk för skogsbrand"*. Publikationsnummer MSB535. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

SMHI 1. *Klimatdata. "Årssammanställningar"*. (Elektronisk). Tillgänglig:
<<http://www.smhi.se/klimatdata/arssammanstallningar/vader/sommaren-2013-en-lagomsommar-som-tilltalade-de-flesta-1.33432>> (2014-10-04)

SMHI 2. *"Globalt rekordvarm augustimånad"*. (Elektronisk). Tillgänglig:
<<http://www.smhi.se/bloggar/vaderleken/2014/09/16/globalt-rekordvarm-augustimanad/>> (2014-10-20)

SMHI 3. *Juli 2014 – "Rekordvarm månad i nordväst"*. (Elektronisk). Tillgänglig:
<<http://www.smhi.se/klimatdata/manadens-vader-och-vatten/sverige/2.1118/juli-2014-rekordvarm-manad-i-nordvast-1.76471>>(2014-10-20)

SMHI 4. *"Augusti 2006 – Skyfall i söder – torka och storbrand i norr"*. (Elektronisk). Tillgänglig: <<http://www.smhi.se/klimatdata/manadens-vader-och-vatten/sverige/augusti-2006-skyfall-i-soder-torka-och-storbrand-i-norr-1.4252>>(2014-10-24)

SMHI 5. *"Augusti 2006 – Vattenföring, markvatten och grundvatten"*. (Elektronisk) SMHI.se. Tillgänglig:<<http://www.smhi.se/klimatdata/manadens-vader-och-vatten/sverige/augusti-2006-vattenforing-markvatten-och-grundvatten-1.5163>>(2014-10-24)

Sveriges Radio 1. Nyheter. Artikel. *"Detta har hänt – skogsbranden i Västmanland"*. (Elektronisk). Tillgänglig:
<<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=5931981>> (2014-10-28)

Särdqvist S. (2013). *"Vatten och andra släckmedel"*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Taylor, S.W & Woolford, D & Dean C.B & Martell, D. (2013). *"Wildfire prediction to inform fire management: Statistical science challenges"*. Canada: Institute of Mathematical Statistics

Wallander, H. (2013) *"Skogsmarkens humuslager byggs upp underifrån"*. Becc Science Brief, nr 1.

Weslien, J-O. (2005). *"Bränning för naturvård"*. Tidningen Skogsvärden, nr 1.

Wildland firefighting essentials. (1992). California: California State Fire Marshal.

WWF. *Vårt arbete. Skog. Problem. "Skogsbränder"*. (Elektronisk). Tillgänglig:
<<http://www.wwf.se/vrt-arbete/skog/problem/skogsbrnder/1195745-skogsbrnder2>> (2014-10-05)

Xiao-rui, T & Mcrae, D & Boychuk, D & Ji-zhong, J & Cheng-da, G & Li-fu, S & Ming-yu, W. (2005) *"Comparisons and assessment of forest fire danger systems"*. Beijing: Beijing Fund of Natural Science

Bilaga A

Indata i form av mätvärden och index från skogsbranden i Västmanland, under perioden 2014-07-01 till 2014-09-11.

Tidpunkt	Temp	RH	Vind	Vindriktning	Nederbörd	FFMC	DMC	DC	ISI	BUI	FWI	FWI-index	Tmedel	HBVÅ¶	HBVu	HBV	HBV-index
2014-07-01 14:00	14.5	84	2.4	NO	2.3	42.2	4.0	246.1	0.1	7.7	0.0	1		83.0	40.0	84.0	1
2014-07-02 14:00	21.4	40	1.7	VNV	0.6	74.7	7.1	253.7	1.0	13.3	0.7	1		80.0	40.0	80.0	1
2014-07-03 14:00	14.7	89	4.4	SSV	7.3	38.3	3.8	242.6	0.1	7.3	0.0	1		84.0	42.0	85.0	1
2014-07-04 14:00	20.6	53	3.1	SV	0.0	71.7	6.2	250.0	1.2	11.7	0.8	1		79.0	41.0	69.0	2
2014-07-05 14:00	25.8	44	2.4	SSO	0.0	86.1	9.7	258.4	3.8	17.8	5.7	2		73.0	40.0	63.0	2
2014-07-06 14:00	24.2	49	2.9	OSO	0.0	87.8	12.7	266.4	5.3	22.7	9.0	3		67.0	40.0	57.0	3
2014-07-07 14:00	27.9	52	3.0	SO	0.0	88.3	16.0	275.2	5.8	28.0	10.7	3		61.0	39.0	52.0	3
2014-07-08 14:00	28.2	53	3.4	ONO	3.1	79.8	14.9	278.9	2.1	26.3	3.9	2		63.0	38.0	64.0	2
2014-07-09 14:00	27.7	42	3.5	ONO	0.0	88.7	18.8	287.6	6.7	32.3	13.2	3		55.0	37.0	48.0	3
2014-07-10 14:00	27.8	38	3.0	ONO	0.0	90.6	23.0	296.3	8.1	38.6	16.7	3		50.0	37.0	44.0	3
2014-07-11 14:00	23.9	40	2.7	O	0.3	90.7	26.6	304.3	7.8	43.6	17.3	4		47.0	36.0	52.0	3
2014-07-12 14:00	23.7	38	2.8	O	0.0	90.7	30.2	312.2	7.9	48.6	18.5	4		44.0	35.0	40.0	4
2014-07-13 14:00	20.6	71	5.2	NO	1.0	82.3	31.7	319.7	3.8	50.8	10.8	3		44.0	35.0	50.0	3
2014-07-14 14:00	22.9	52	3.0	SO	2.6	76.8	28.6	327.5	1.5	47.0	4.3	2		50.0	34.0	53.0	3
2014-07-15 14:00	21.0	66	3.9	SV	1.1	79.0	30.4	335.0	2.1	49.6	6.3	2		50.0	34.0	53.0	3
2014-07-16 14:00	21.1	64	2.9	VSV	1.5	76.9	31.3	342.5	1.5	51.0	4.4	2		51.0	34.0	54.0	3
2014-07-17 14:00	23.4	54	2.2	SSV	0.0	84.8	34.0	350.4	3.1	54.7	9.3	3		47.0	33.0	41.0	4
2014-07-18 14:00	24.2	46	2.9	VSV	0.0	88.0	37.2	358.5	5.5	59.0	15.6	3		44.0	32.0	38.0	4
2014-07-19 14:00	19.6	69	2.3	NO	3.8	64.2	28.4	356.8	0.8	47.4	1.8	2		53.0	32.0	55.0	3
2014-07-20 14:00	22.7	58	1.7	NNO	0.0	79.7	30.7	364.6	1.5	50.8	4.6	2		49.0	32.0	42.0	4
2014-07-21 14:00	26.7	46	1.4	ONO	0.6	86.6	34.2	373.1	3.4	55.7	10.3	3		48.0	31.0	50.0	3
2014-07-22 14:00	27.7	38	2.0	NO	0.0	90.2	38.4	381.8	6.3	61.4	17.8	4		43.0	30.0	38.0	4
2014-07-23 14:00	29.4	28	1.2	OSO	0.0	92.9	43.6	390.8	7.9	68.2	22.1	5		39.0	30.0	35.0	4
2014-07-24 14:00	31.5	31	2.3	O	0.0	93.0	48.9	400.2	9.9	75.0	27.1	5		36.0	29.0	32.0	5
2014-07-25 14:00	31.1	34	1.0	OSO	0.0	93.0	53.9	409.5	7.9	81.1	24.1	5		32.0	28.0	30.0	5
2014-07-26 14:00	31.4	28	2.2	SO	0.0	93.4	59.4	418.8	10.3	87.7	30.1	6		29.0	28.0	28.0	5
2014-07-27 14:00	25.6	55	3.4	SSO	3.3	77.6	47.9	418.8	1.7	74.5	6.7	2		39.0	28.0	44.0	3
2014-07-28 14:00	28.4	37	2.9	SV	2.6	83.6	44.0	427.7	2.9	70.0	10.4	3		45.0	27.0	48.0	3
2014-07-29 14:00	28.3	43	1.3	SV	0.0	88.9	47.9	436.5	4.6	75.2	15.6	3		41.0	26.0	34.0	4
2014-07-30 14:00	27.4	42	3.3	SSV	0.0	89.9	51.8	445.1	7.7	80.2	23.5	5		37.0	26.0	32.0	5
2014-07-31 14:00	24.2	38	5.2	VSV	0.0	90.2	55.4	453.1	11.3	84.9	31.5	6		34.0	25.0	30.0	5
2014-08-01 14:00	23.7	47	5.7	SV	0.0	90.1	58.2	460.4	12.2	88.4	33.9	6		32.0	25.0	29.0	5
2014-08-02 14:00	27.5	37	2.5	SSO	0.0	91.0	61.9	468.4	7.7	93.1	25.5	5		30.0	25.0	27.0	6
2014-08-03 14:00	26.8	59	3.0	OSO	0.6	88.4	64.3	476.2	5.9	96.1	21.3	4		30.0	24.0	37.0	4
2014-08-04 14:00	33.9	27	4.3	SO	0.0	93.8	69.5	485.3	15.9	102.4	43.1	6		27.0	24.0	26.0	6
2014-08-05 14:00	25.7	80	1.3	OSO	1.0	81.7	70.6	492.9	1.7	104.0	8.6	3		29.0	24.0	37.0	4
2014-08-06 14:00	19.0	89	2.9	SV	5.5	44.4	45.0	477.7	0.1	72.8	0.3	1		48.0	23.0	48.0	3
2014-08-07 14:00	21.6	66	1.6	V	0.0	68.6	46.6	484.6	0.8	75.1	3.1	2		45.0	23.0	36.0	4
2014-08-08 14:00	26.2	38	3.4	SV	0.0	87.3	50.1	492.3	5.4	79.9	18.2	4		42.0	23.0	34.0	4
2014-08-09 14:00	26.1	42	2.4	S	0.0	89.4	53.3	500.0	6.0	84.2	20.3	4		40.0	22.0	32.0	5

2014-08-10 14:00	23.1	46	3.0	VSV	1.0	86.6	56.0	507.1	4.5	87.8	16.9	3	41.0	22.0	43.0	4	
2014-08-11 14:00	17.8	95	1.5	SO	12.9	24.2	26.8	452.4	0.0	46.7	0.0	1	75.0	24.0	73.0	2	
2014-08-12 14:00	18.7	60	4.2	SV	2.8	56.4	23.0	458.8	0.7	40.9	1.0	1	77.0	24.0	74.0	1	
2014-08-13 14:00	19.8	52	3.1	SSV	1.2	74.7	25.1	465.4	1.3	44.2	3.6	2	75.0	24.0	73.0	2	
2014-08-14 14:00	20.0	49	3.3	SSV	0.0	84.4	27.3	472.0	3.5	47.7	9.8	3	72.0	24.0	59.0	3	
2014-08-15 14:00	18.1	72	0.8	SO	5.4	51.5	18.0	458.3	0.2	32.8	0.3	1	78.0	25.0	76.0	1	
2014-08-16 14:00	21.1	45	2.2	NO	4.5	64.3	14.1	450.1	0.8	26.1	0.8	1	81.0	26.0	79.0	1	
2014-08-17 14:00	17.0	67	3.6	SSV	2.3	65.9	12.7	456.2	1.1	23.7	1.3	2	81.0	27.0	79.0	1	
2014-08-18 14:00	14.9	86	3.3	SSV	4.9	43.3	8.1	445.2	0.1	15.4	0.1	1	83.0	28.0	83.0	1	
2014-08-19 14:00	14.8	80	5.0	SSV	7.3	40.1	4.6	423.0	0.1	8.9	0.0	1	88.0	31.0	89.0	1	
2014-08-20 14:00	19.0	68	1.0	S	1.8	55.0	5.0	429.4	0.3	9.7	0.2	1	86.0	31.0	86.0	1	
2014-08-21 14:00	14.5	81	3.6	SSV	2.3	54.6	4.0	435.0	0.5	7.9	0.3	1	85.0	32.0	85.0	1	
2014-08-22 14:00	17.3	59	4.4	SV	0.6	74.9	5.6	441.1	1.7	10.8	1.3	2	83.0	32.0	83.0	1	
2014-08-23 14:00	16.2	69	1.3	S	8.6	45.4	3.5	413.7	0.1	6.9	0.1	1	88.0	35.0	89.0	1	
2014-08-24 14:00	14.3	80	3.1	SSV	7.3	36.8	1.9	393.5	0.0	3.8	0.0	1	89.0	37.0	92.0	1	
2014-08-25 14:00	17.8	62	2.2	ONO	0.8	62.7	3.4	399.7	0.7	6.6	0.3	1	87.0	37.0	89.0	1	
2014-08-26 14:00	16.8	53	2.9	NNV	0.3	78.6	5.1	405.7	1.7	9.9	1.0	2	84.0	37.0	85.0	1	
2014-08-27 14:00	18.8	43	4.8	NNV	0.0	86.3	7.4	412.1	6.0	14.2	7.8	3	80.0	37.0	70.0	2	
2014-08-28 14:00	18.7	44	3.1	NNV	0.4	87.8	9.7	418.5	5.5	18.4	8.2	3	77.0	36.0	77.0	1	
2014-08-29 14:00	16.4	78	1.4	N	3.4	58.0	7.1	415.7	0.5	13.7	0.3	1	80.0	37.0	79.0	1	
2014-08-30 14:00	16.3	60	2.3	NO	0.0	74.5	8.6	421.6	1.1	16.3	0.9	1	76.0	37.0	66.0	2	
2014-08-31 14:00	15.3	55	2.1	ONO	0.4	81.7	10.1	427.4	2.0	19.0	3.0	2	74.0	36.0	73.0	2	
2014-09-01 14:00	17.9	55	0.9	SO	0.0	84.6	11.6	432.3	2.4	21.7	4.0	2	72.0	36.0	61.0	2	
2014-09-02 14:00	20.6	51	3.6	VSV	0.0	86.7	13.5	437.7	5.1	25.0	9.1	3	70.0	36.0	59.0	3	
2014-09-03 14:00	18.2	71	2.4	VSV	0.0	85.3	14.5	442.7	3.4	26.8	6.6	2	67.0	36.0	56.0	3	
2014-09-04 14:00	22.3	45	4.2	VSV	0.0	88.1	16.8	448.4	7.0	30.7	13.3	3	65.0	35.0	54.0	3	
2014-09-05 14:00	21.4	53	2.6	SSV	0.0	88.1	18.7	453.9	5.2	33.9	11.0	3	62.0	35.0	52.0	3	
2014-09-06 14:00	20.1	63	1.2	SO	0.0	87.1	20.1	459.3	3.5	36.2	8.2	3	60.0	35.0	51.0	3	
2014-09-07 14:00	20.2	56	2.2	SO	0.0	87.2	21.7	464.6	4.2	38.9	10.1	3	14.0	58.0	35.0	49.0	3
2014-09-08 14:00	17.9	72	2.3	SO	0.9	80.9	22.7	469.5	1.9	40.5	5.0	2	14.0	59.0	34.0	60.0	2
2014-09-09 14:00	17.0	58	1.1	OSO	10.6	49.5	12.3	429.1	0.2	23.0	0.2	1	14.0	81.0	37.0	80.0	1
2014-09-10 14:00	17.1	61	3.4	NO	0.0	72.1	13.6	433.9	1.3	25.2	2.0	2	12.0	78.0	36.0	68.0	2
2014-09-11 14:00	18.9	59	0.9	S	0.0	80.4	15.1	439.0	1.4	27.7	2.6	2	13.0	76.0	36.0	65.0	2

Bilaga B

FFMC – Fine Fuel Moisture Code

Kritiskt värde: 89

Värde	Nivå	Egenskaper
0-80	Noll	Liten risk för antändning
81-85	Låg	Möjlig ytspridning
86-89	Medel	Kontinuerlig ytspridning
90-92	Hög	Hög risk för gnistantändning
93 +	Extremt	

DMC – Duff Fuel Moisture Code

Kritiskt värde: 20

Värde	Nivå	Egenskaper
0-20	Noll	Brinner inte
21-30	Låg	Möjlig blyxtantändning
31-40	Medel	Brännbart
41-59	Hög	
60 +	Extremt	

DC – Drought Code

Kritiskt värde: 300

Värde	Nivå	Egenskaper
0-200	Noll	
201-300	Låg	
301-400	Medel	Ihållande bränder, ökad eftersläckning
401-500	Hög	
500 +	Extremt	Kraftigt djup brand

ISI – Initial Spread Index

Kritiskt värde: 12

Värde	Nivå	Egenskaper
0-3	Noll	
4-9	Låg	< 7 främst ytbrand
10-13	Medel	Branden kan börja klättra uppåt träden
14-17	Hög	Risk för kronbrand
18 +	Extremt	

BUI – Built Up Index

Kritiskt värde: 80

Värde	Nivå	Egenskaper
0-32	Noll	
33-50	Låg	
51-68	Medel	
69-89	Hög	> 80 potentiella problem i djupt bränsle
90+	Extremt	Involverar djupa bränsleskikt och grova grenar

FWI – Fire Weather Index

Kritiskt värde: 25

Värde	Nivå	Egenskaper
0-5	Noll	0-3 krypande ytbrand
6-13	Låg	4-13 låg ytbrand
14-23	Medel	Aktiv ytbrand
24-32	Hög	24-28 enstaka träd flammar upp 29-33 möjligt med aktiv kronbrand
33 +	Extremt	> 34 risk för "Blow-up"

Bilaga C

Den 9-10 oktober hölls ett skogsbrandsseminarium i Ramnäs som författarna av denna rapport deltog i. Seminariet hade följande föreläsare och ämnen:

- *Vädersscenario och händelseutveckling under Salabranden* – Anders Granström, SLU och Anna Höglund, MSB.
- *Wildfire suppression - a US perspective* – Carl Seielstad, University of Montana, Montana USA. (Se figur C.1)
- *Canadian wildfire response organization* – Rob McAlpine, Forest Fire and Emergency Services, Ontario i Kanada. (Se figur C.2)
- *Helikopterstöd vid skogsbrandsläckning* – Sven Stenvall, Kallaxflyg.
- *Skogsbrandsinsatser - en mångfald av aktörer* – representanter från MSB.

Seminariet avslutades med ett platsbesök i den brandhärjade skogen utanför Ramnäs där seminariedeltagarna bland annat fick se området där branden startade. Figur C.1 visar tre bilder på den brandhärjade skogen och längst ner till höger i bilden ses en grupp bild på seminariedeltagarna. Bilden på seminariedeltagarna är tagen precis intill startplatsen.



Figur C.1. Foton på den brandhärjade skogen samt en grupp bild på seminariedeltagarna.

Skogen som besöktes utanför Seglingsberg bestod, precis som största delen av länet, av barrskog, blandskog och myrmark. Kalhygget där branden startade ses i figur C.2.



Figur C.2. Hygget där branden startade.

Några hundra meter från brandens startplats har brandförloppet varit så snabbt och intensivt att träden har blivit som "frystorkade" och endast svedda på ytan, se figur C.3.



Figur C.3. Träd som skadats i branden.

När seminariedeltagarna visades runt på myren syntes att träden som växte där ofta var brända på olika sidor om stammarna, se bilden till höger i figur C.4. Detta beror på att branden kan pyra långt ner i de undre markskikten och sedan blossa upp igen en tid efter att en markbrand redan passerat myren. På kalhygget som tidigare nämnts syntes stubbar som blivit totalt genombrända och överallt i brandområdet ligger mängder av fallna träd. Trädens rotsystem har brunnit och bidrar till att träden inte klarar av att stå på det som återstår av rötterna (nedre bilden till vänster i figur C.4).



Figur C.4. Bilder från den branddrabbade skogen i Västmanland.

Bilaga D

Nedan ses en sammanställning över den materiel som återfinns i MSBs skogsbrandsdepåer. Depåerna ska nyttjas parvis.

Container 1

Brandslang, 76 mm - 140 längder, totalt 3500 m
Brandslang, 42 mm - 228 längder, totalt 5700 m
Brandslang, 25 mm - 92 längder, totalt 2300 m
Brandslang, 19 mm - 4 längder (formstabil) Robin elverk, 650W
Skarvkabel CEE 216, 7,5 m
Övergångsadapter CEE/Schuko
Vattenbehållare för 3000L (3m³)
2 st bärbara motorsprutor, Honda WX15 inkl 3 m sugslang. Kapacitet: 240 l/min
Ryggspruta för 15 l med manuell pump
6 st jeepdunkar, 20 l
2 st pumpar, Honda WD20X
2 st motorsprutor, Fox klass II
2 st batteriladdare, CTEK
2 st hänglås, ABUS 160/50 med kodlås (Används för låsning av container)
6 st spännband, 5 ton (Används för fastsättning av utrustning i container)
Gaffellyftvagn, 2500 kg
Trådbackar; 10 st av större modell (1200x800x980) och 6 st av mindre modell (860x580x680). (Används för packning av materiel)

Container 2

Brandslang, 76 mm - 168 längder, totalt 4200 m
Brandslang, 42 mm - 228 längder, totalt 5700 m
8 st strilkannor, 10-15 l
2 st motorsågar, Husqvarna 154
Robin elverk, 650 W
Skarvkabel CEE 216, 7,5 m
Övergångadapter CEE/Schuko
37 st strålrör 75 l, 7 mm
10 st strålrör 35 l, 6 mm
10 st enhetsstrålrör
Skuminjektor
5 st galvade hinkar
20 st grenrör, kyrka (In 76, Ut 2 x 42/25/19, 2 x 76)
10 st grenrör (In 76, Ut 2 x 42/25/19)
10 st grenrör (In 42/25/19, Ut 2 x 42/25/19)
8 st grenrör (In 76, Ut 1 x 76, 2 x 42/25/19)
8 st grenrör (In 42/25/19, Ut 3 x 42/25/19)
20 st vattenspridare
1 par körramper
Polaris 800 6x6 med Ø60 dragkula och winsch. Maxlast flak: 363 kg. Max dragvikt: 680 kg.
Boggiesläp till ATV med Ø60 draghandske. Lastkapacitet < 600 kg
Slangupprullare
Batteriladdare CTEK
2 st hänglås, ABUS 160/50 med kodlås (Används för låsning av container)
6 st spännband, 5 ton (Används för fastsättning av utrustning i container)
Gaffellyftvagn, 2500 kg
Trådbackar; 10 st av större modell (1200x800x980) och 6 st av mindre modell (860x580x680). (Används för packning av materiel)

