

På skogsbrandsfronten mycket nytt

Latest developments in forest fire research



Bildkällor: Övre vänster: brandskadat område (Sven Tegelman, Skogforsk). Övre höger: Efterbevakning vid skogsbrand på Lummiberget i Jokkmokks kommun i juli 2018 (Martin JMK / Wikimedia Commons). Nedre vänster: avverkning av brandskadad skog, 2018 (Erik Nyberg, Sveaskog). Nedre höger: vålta med brandskadat virke, 2018 (Erik Nyberg, Sveaskog).



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Magnus Thor, Forskningschef Skogforsk, har granskat och godkänt
publikationen för publicering den 22 oktober 2020.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2020 ISSN 1404-305X

Förord

Skogsbränder är ett ämne som är både brett och hett. Vi vill tacka alla som bidragit med information och agerat bollplank till denna rapport, utan er hade vi inte kommit fram. Vi vill särskilt tacka Leif Sandahl och Anders Forsell på MSB, Jesper Boqvist, Brandskyddsföreningen, David Rönnblom, Holmen Skog och Annie Johansson, Kyllesjö Skog.

Uppsala i oktober 2020,

Kari Hyll, Tomas Johannesson & Rolf Björheden

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	5
Summary	6
Introduktion	7
Var och varför sker skogsbränder?	8
Antändning och spridning	15
FWI och HBV-index	15
Brandriskindex	15
FWI-index vid tillbud i samband med skogsarbete	16
Spridningsmodeller och markdata	17
Förebyggande av skogsbrand	19
Var och när finns det risker?	19
God planering minskar riskerna	20
ABSE 09 – ABSE 20	20
Samråd innan och under arbetet	20
Kompetens	21
Arbetsätt för snabb upptäckt	21
Upptäcka och övervaka skogsbrand	23
Skogsbränningar	25
Skogsbrukets roll och organisering under brand	26
Vägar och vatten vid skogsbrand	27
Personal för brandvakt och efterbevakning	28
LSO, Lagen om skydd mot olyckor	28
Övriga aktörers roll och organisering under brand	30
MSB:s stöd till räddningstjänsterna	30
Förstärkningsresurser till räddningsledare (FSOL-RTJ)	30
Försäkringsbolagen	31
Restvärdesledare	31
Psykologi och beteende i samband med skogsbränder	32
Inventering av skador och brunna arealer	33
Virkesvärde och hantering av brandskadat virke	35
Skogsbränder och klimatet	37
Diskussion och slutsatser	38
Referenser	40

Sammanfattning

Rapporten är skriven som en inledande kunskapssammanställning inom ämnesområdet skogsbränder. Rapporten är inte skriven med ambitionen att vara heltäckande eller komplett, men författarna har försökt fånga de områden som känts mest aktuella och där det finns färsk information med ett relativt högt värde för många aktörer både inom och utanför skogsbruket.

Rapporten är skriven utifrån tre huvudsakliga syften:

1. Ge läsaren ett bredare men inte allt för djupgående perspektiv kring skogsbrandsrelaterade frågor
2. Bidra till att identifiera och avgränsa skogsbrandsrelaterade forskningsområden som bedöms ligga inom eller utanför skogsbrukets intresse för framtida FoU-arbete
3. Ge läsaren en övergripande bild av olika organisationer och yrkesroller som på olika sätt kan samverka vid en skogsbrand och hur man på olika sätt kan nå relevant kompetens.

I rapporten presenteras bland annat hur skogsbruket arbetar med förebyggande arbete, hur man på olika sätt kan använda exempelvis satellitinformation för att upptäcka och bevaka brandområden samt hur ansvaret under och efter en släckningsinsats fördelas. Rapporten belyser även olika vägar till en ökad kompetens inom området för olika yrkesgrupper och hur denna kompetens har ökat numerärt inom skogsbruket, med mer än 11 500 kursintyg som delats ut i Skötselskolans kurs om brandkapitlet sedan starten 2016.

Summary

The report is written as an introduction to the state of knowledge in the field of forest fires. The ambition was not to be exhaustive or complete, but the authors have tried to capture the areas felt to be most relevant today, and where new information is now available that is relatively valuable for many actors, both within and outside forestry.

The report is written with three main aims.

1. To give the reader a broad, but not overly deep, perspective on issues relating to forest fires.
2. To help identify and define research fields felt to lie within or outside the forestry sector's interest for future R&D work in the field of forest fires.
3. To give the reader a general overview of different organisations and professional roles that, in various ways, can collaborate in the event of a forest fire, and how the relevant skills and expertise can be attained.

The report includes, for example, how the forestry sector is working with preventive work, how information such as satellite data can be used to detect and monitor areas of fire, and how responsibility is allocated during and after work to extinguish a fire. The report also shows ways in which expertise and skills for different professional groups can be improved, and how this expertise is growing in the forestry sector, with more than 11,500 certificates in the fire module issued by the forestry training organisation, Skötselskolan, since the course started in 2016.

Introduktion

Den här rapporten är ett resultat av Skogforsks ambition att skapa sig en mer sammanhängande bild av aktuella skogsbrandsrelaterade utbildnings-, myndighets- och FoU-aktiviteter i Sverige och närliggande länder.

Sveriges nordliga breddgrad gör att skogsbränder uppstår i lägre omfattning än i många andra länder. Sedan det industriella skogsbruket slog igenom på bred skala har skogsbrandsfrekvensen minskat ytterligare (Niklasson m.fl. 2000). Som konsekvens av den låga skogsbrandsförekomsten har svensk forskning kring skogsbränder genomförts i relativt liten skala, med fokus på naturvårdsbränningar och brandekologi. Den stora branden i Västmanland år 2014 i kombination med brandsommaren 2018 ändrade på detta, och har lett till att aktiviteten i både forskningen och organisationen kring skogsbränder har trappats upp.

Även organisatoriska frågor har blivit allt mer aktuella. Ett exempel är hur branden i Västmanland aktualiserade frågan om ansvarsförhållandena när brand uppstår vid skogsarbete. I december 2019 föll domen om vem som skulle hållas juridiskt ansvarig för att ha startat branden 2014. Var det markberedningsentreprenören, bolaget som ägde skogen eller ingen? Entreprenören fälldes och dömdes till böter. Mycket talar för att ansvarsförhållandena kommer att fortsätta diskuteras.

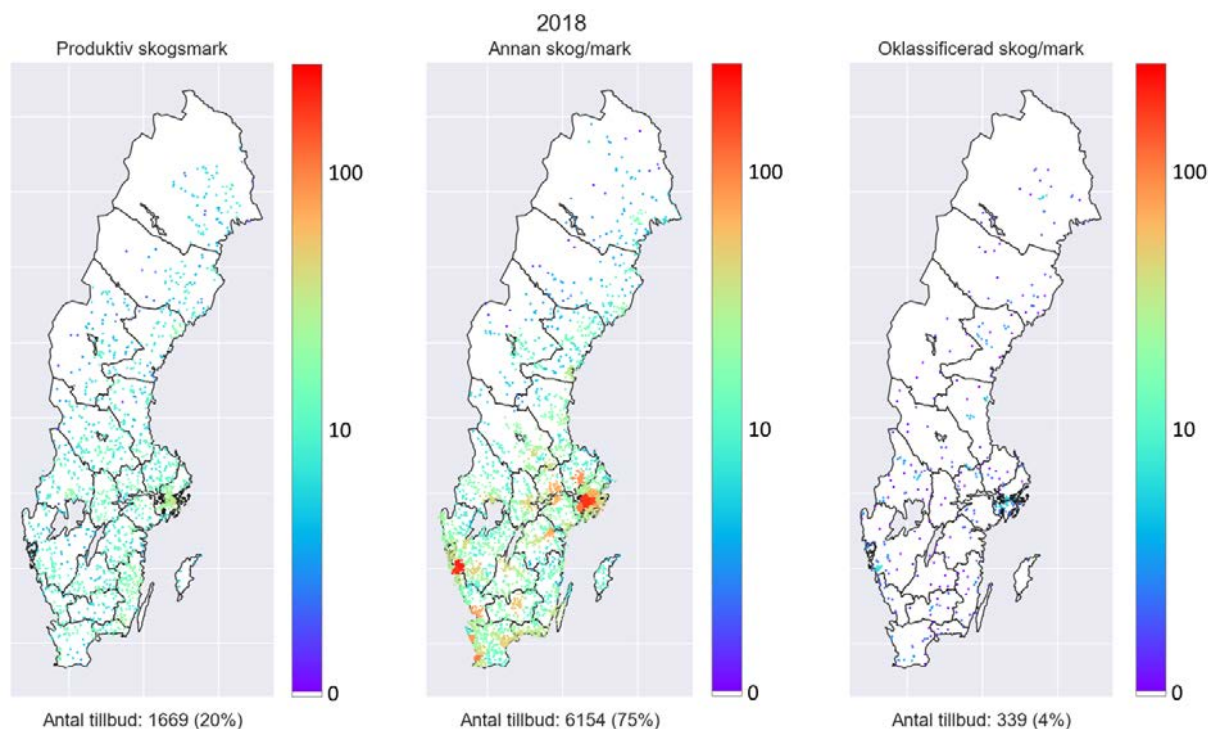
Skogforsk startade arbetsgruppen AG Brand år 2015. Gruppen samlar aktörer från skogsindustri, myndigheter och försäkring och gav år 2017 ut de branschgemensamma riktlinjerna "Riskhantering avseende brand vid skogsarbete" (Skogforsk 2017). Skogforsk började också samla in statistik över i vilken mån bränder startades av skogsmaskiner. På den organisatoriska fronten har det också skett mycket aktivitet hos MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), lokala räddningstjänster och länsstyrelser för att förbättra hanteringen vid skogsbränder.

På forskningsfronten finansierade forskningsrådet Formas flera studier om Västmanlandsbranden 2014 (Formas 2014). Sommaren 2018 skapade debatt bland annat kring klimatförändringarnas roll, trädslagsblandningens påverkan på bränder och räddningsarbetets utförande och organisation. Det ledde till att många nya forskningsprojekt startades både i Sverige, EU och andra delar av världen, varav flera går att läsa om i denna rapport.

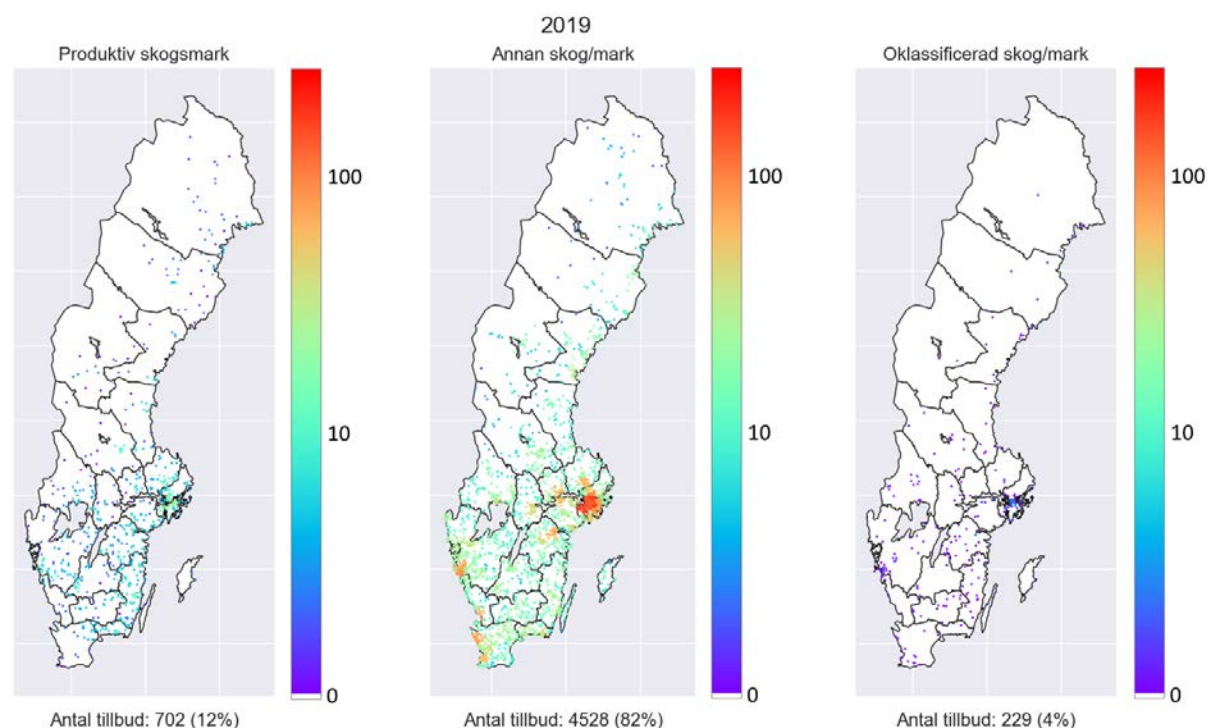
Var och varför sker skogsbränder?

Enligt de siffror man kan utläsa från MSB:s statistikdatabas IDA framkommer att mellan 2000–2019 genomfördes i genomsnitt 4758 utryckningar för att släcka bränder i skog och mark. Av detta var en knapp femtedel bränder i produktiv skogsmark (Figur 1, Figur 2).

Samma typ av tillbudsdata användes nyligen av forskare från RISE och SLU för att analysera mönster i de svenska skogsbränderna de senaste 20 åren (Sjöström m.fl. 2020). Den sammanlagda bilden är att många mindre bränder i skog och mark är gräsbränder som uppstår när torrt fjolårsgräs brinner på våren. Bränder i skog och mark sker ofta nära tätbebyggda områden som följd av mänsklig aktivitet. Bränder i produktiv skogsmark är vanligare i glesbebyggda områden och orsakas i större utsträckning av blixtnedslag eller gnistbildning från skogsmaskiner. Sådan gnistbildning kan till exempel ske när slirskydd, bukplåtar eller harvtänder hos en markberedningsmaskin eller skotare stöter mot stenig mark (Sjöström m.fl. 2018). Gnistbildning från tåg orsakar också en del bränder i glesbebyggda områden. De relativt få riktigt stora bränderna har ofta skett i produktiv skogsmark och förstört större materiella värden än de många små bränderna (Sjöström m.fl. 2020). En slutsats i studierna från RISE och SLU är att stora värden skulle kunna sparas om de största bränderna kunde begränsas, exempelvis genom bättre brandriskprediktion och insatssnabbhet i glesbygd (Sjöström m.fl. 2020).



Figur 1. Antal rapporterade brandtillbud i skog och mark år 2018, fördelat på produktiv skogsmark, övrig skog och mark respektive oklassificerade eller dubbelt klassificerade tillbud i skog och mark. Figuren baseras på data från MSB:s statistikdatabas IDA. Färgskalan indikerar antalet tillbud, där rödare färg representerar områden med många bränder. Färgskalan är logaritmisk.



Figur 2. Antal rapporterade brandtillbud i skog och mark år 2019, fördelat på produktiv skogsmark, övrig skog och mark respektive oklassificerade eller dubbelt klassificerade tillbud i skog och mark. Figuren baseras på data från MSB:s statistikdatabas IDA. Färgskalan indikerar antalet tillbud, där rödare färg representerar områden med många bränder. Färgskalan är logaritmisk.

Relativt få tillbud orsakas av skogsbruket

En del av bränderna i skog och mark uppstår i samband med aktiviteter från skogsbruk. Från 2018 och framåt har Skogforsk varje år samlat in och sammanställt (Tabell 1, Tabell 2) tillbudsrapporter från skogsbruket som rör bränder orsakade av skogsmaskiner (skördare och skotare) som arbetar med drivning (föryngringsavverkning och gallring), skogsbränslehantering (grotskotare) och markberedning. Inrapporteringen har fungerat bra, vilket lett till en mycket god stickprovsareal som underlag till att omräkna inrapporterade tillbud till att omfatta ett teoretiskt underlag för hela skogsbrukets årsareal. Till exempel omfattar dataunderlaget ca 54 procent av all yta som markbereddes 2019. Genom dessa data går det också att undersöka hur stor andel av tillbuden som orsakades av olika former av skogsbruksrelaterade aktiviteter.

Enligt dataunderlaget som inrapporterats till Skogforsk orsakade skogsmaskiner 0,65 procent av bränderna 2018 och 0,7 procent av bränderna 2019. De allra flesta av sådana bränder blir mindre än 0,5 ha. En liknande uppskattning från RISE och SLU kom fram till att 2,2 procent av alla skogsbränder mellan åren 1998 och 2015 orsakades av skogsmaskiner (Sjöström m.fl. 2018). Varför resultaten skiljer sig åt är svårt att med säkerhet avgöra, men en trolig förklaring kan vara att man samlat in data på olika sätt och under olika tidsperioder. RISE och SLU baserar resultatet på intervjuer av förare under en ganska lång tidsperiod, medan Skogforsks resultat baseras på inrapporterade tillbud under en kortare tidsperiod. Det kan också vara så att ett förändrat arbetssätt inom skogsbruket de senaste åren har lett till att antalet bränder har minskat.

Tabell 1. Sammanställd statistik relevant för skogsbrukets andel av räddningstjänstinsatser, 2018.

År 2018	Drivning	Skogsbränsle	Markberedning	Summa
Statistisk årsareal, ha	479 400	98 011	155 800	733 211
Inrapporterad areal under kalenderåret, ha	250 920	21 479	52 267	324 666
Inrapporterad areal körd under brandsäsong, ha	132 493	18 324	35 972	186 789
Inrapporterat antal räddningstjänstinsatser	14	3	2	19
Behandlad areal, ha, per inrapporterad räddningstjänstinsats	9 464	6 108	17 986	
Bedömd kvot körd under brandsäsong	0,58	0,83	0,83	
Beräknad årsareal, ha, körd under brandsäsong	278 052	81 349	129 314	
Stickprovskvot, %	48	23	28	
Beräknat antal insatser från räddningstjänst 2019	29,4	13,3	7,2	49,9

Tabellens 1:a rad visar de uppgifter som finns i Skogsstyrelsens statistikdatabas.

Tabellens 2:a rad visar den volym som respondenterna bedömer att de hanterar varje år.

Tabellens 3:e rad visar den areal som körts under den period då man haft brandrisk. Denna period varierar över landet.

Tabellens 4:e rad visar det antal insatser från räddningstjänst som sammanställts från respondenternas svar.

Tabellens 5:e rad visar arealen som behandlats fördelad på antalet rapporterade insatser.

Tabellens 6:e rad visar en bedömd kvot på hur stor andel av årsvolymer som körs under brandsäsong. Kvoten ligger till grund för resultaten i rad 7. Exempelvis Drivning 479 400 ha årligen * 0,58 = 278 052 ha under brandsäsong. Kvoten varierar till viss del över landet.

Tabellens 7:e rad visar antalet körda hektar under brandsäsong.

Tabellens 8:e rad visar stickprovskvoterna för de olika arbetsmetoderna. Exempelvis Drivning: Inrapporterad areal körd under brandsäsong 182 329 ha / Beräknad årsareal, ha körda under brandsäsong = 0,66 * 100 = 66 procent.

Tabellens 9:e rad visar det beräknade antalet insatser från räddningstjänst 2019 på nationell nivå.

Tabell 2. Sammanställd statistik relevant för skogsbrukets andel av räddningstjänstinsatser, 2019.

År 2019	Drivning	Skogsbränsle	Markberedning	Summa
Statistisk årsareal, ha	479 400	98 011	155 800	733 211
Inrapporterad areal under kalenderåret, ha	354 246	31 723	104 788	490 757
Inrapporterad areal körd under brandsäsong, ha	182 329	22 627	70 098	275 054
Inrapporterat antal räddningstjänstinsatser	17	2	2	21
Behandlad areal, ha, per inrapporterad räddningstjänstinsats	10 725	11 314	35 049	
Bedömd kvot körd under brandsäsong	0,58	0,83	0,83	
Beräknad årsareal, ha, körd under brandsäsong	278 052	81 349	129 314	
Stickprovskvot, %	66	29	54	
Beräknat antal insatser från räddningstjänst 2019	25,9	7,2	3,7	36,8

Tabellens 1:a rad visar de uppgifter som finns i Skogsstyrelsens statistikdatabas. Eftersom uppgifter saknas för 2019 används uppgifterna för 2018 som beräkningsunderlag. Detta bedöms inte ha någon betydande inverkan på resultatet.

Tabellens 2:a rad visar den volym som respondenterna bedömer att de hanterar varje år.

Tabellens 3:e rad visar den areal som körts under den period då man haft brandrisk. Denna period varierar över landet.

Tabellens 4:e rad visar det antal insatser från räddningstjänst som sammanställts från respondenternas svar.

Tabellens 5:e rad visar arealen som behandlats fördelad på antalet rapporterade insatser.

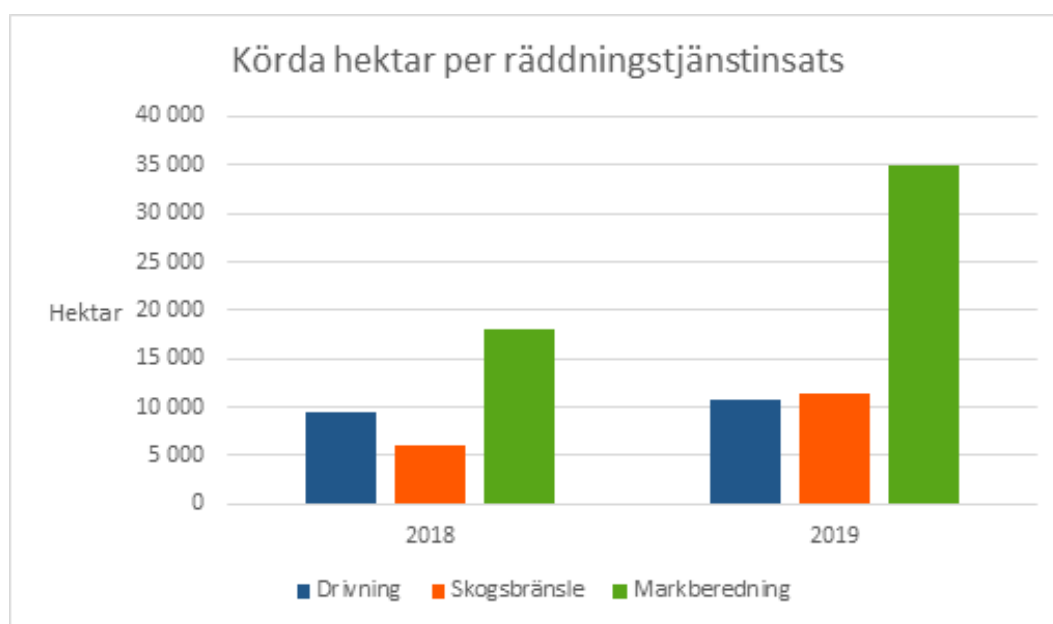
Tabellens 6:e rad visar en bedömd kvot på hur stor andel av årsvolymer som körs under brandsäsong. Kvoten ligger till grund för resultaten i rad 7. Exempelvis Drivning 479 400 ha årligen * 0,58 = 278 052 ha under brandsäsong. Kvoten varierar till viss del över landet.

Tabellens 7:e rad visar antalet körda ha under brandsäsong.

Tabellens 8:e rad visar stickprovskvoterna för de olika arbetsmetoderna. Exempelvis Drivning: Inrapporterad areal körd under brandsäsong 182 329 ha / Beräknad årsareal, ha körda under brandsäsong = 0,66 * 100 = 66 procent.

Tabellens 9:e rad visar det beräknade antalet insatser från räddningstjänst 2019 på nationell nivå.

Det som kan ses som något förvånande i sammanställningarna är att markberedningsarbetet, vilket tidigare beskrivits vara det som oftast orsakar bränder, endast står för en förhållandevis låg andel i jämförelse med drivningsarbetet. 2018 stod markberedningar för 2 av 19 rapporterade räddningstjänstinsatser och 2019 för 2 av 21, det vill säga 10,5 procent respektive 9,5 procent av tillbuden. Om man på liknande sätt som ovan räknar om detta till teoretiska antal så blir resultatet något annorlunda, 14,6 procent 2018 respektive 10 procent 2019. Det är också intressant att jämföra hur stora ytor respektive maskiner bedriver sitt arbete på i förhållande till antalet tillbud (Figur 3). Med tanke på att markberedningsmaskinerna inte har samma möjlighet att undvika svåra och steniga partier i terrängen som de övriga maskinerna är resultatet intressant.



Figur 3. Diagrammet visar antalet ha som körts av olika maskiner fördelat på antalet räddningstjänstinsatser.

Troliga orsaker till att skogsmaskiner startar bränder

I datainsamlingarna 2018 och 2019 har förarna i den mån det har gått fått ange vad som orsakat bränderna (Tabell 3). Detta kan i många fall vara svårt att besvara och resultatet ska tolkas försiktigt. I tabellen redovisas även ett antal brandtillbud som man själva släckt och som därmed inte lett till räddningsinsats. Sammanslaget för båda åren anges den vanligaste orsaken vara slirskydd för maskiner i drivningsarbete och aggregat för markberedningsmaskiner.

Tabell 3. En summering för 2018 och 2019 av de brandtillbud som blivit inrapporterade till Skogforsk av skogsbrukets aktörer samt de angivna orsakerna. I antalet finns även bränder som inte lett till räddningsinsats.

År 2018 och 2019	Drivning	Skogsbränsle	Markberedning	Summa
Reparationsarbete	0	0	0	0
Slirskydd	37	1	3	41
Aggregat	2	0	12	14
Bukplåt/boggielådor	12	3	2	17
Avgasgnistor	0	0	0	0
Okänt	12	7	8	27
Annat	4	0	1	5
Summa	67	11	26	104

I kommande avsnitt visas hur stor brandrisken var vid de olika tillbud som ingick i Skogforsks datainsamling.

Antändning och spridning

FWI OCH HBV-INDEX

Det vanligaste måttet för att uppskatta risk för brand i skog och mark är Fire Weather Index, FWI. Det utvecklades i Kanada och betraktas ofta som ett mått på spridningsrisk. FWI baseras på lokala värden av luftfuktighet, temperatur, vind och nederbörd, som läggs in i modeller som beräknar antändningsrisken och spridningsrisken i olika lager i marken. FWI har värden från 0 till 28+, där högre värden innebär högre brandrisk. FWI kan beskrivas som lättörsligt, det vill säga att det snabbt reagerar och förändras vid ändrade väderförhållanden.

Ett besläktat index, HBV-indexet, används också för att bedöma antändningsrisk. HBV står för Hydrologiska Byrån Vattenbalansavdelningen, och skvallrar om att indexet är baserat på en hydrologisk modell och framför allt predikterar markskiktets uttorkning. HBV är trögrörsligt, det vill säga det ändras inte nödvändigtvis så snabbt även om väderförhållandena ändras.

BRANDRISKINDEX

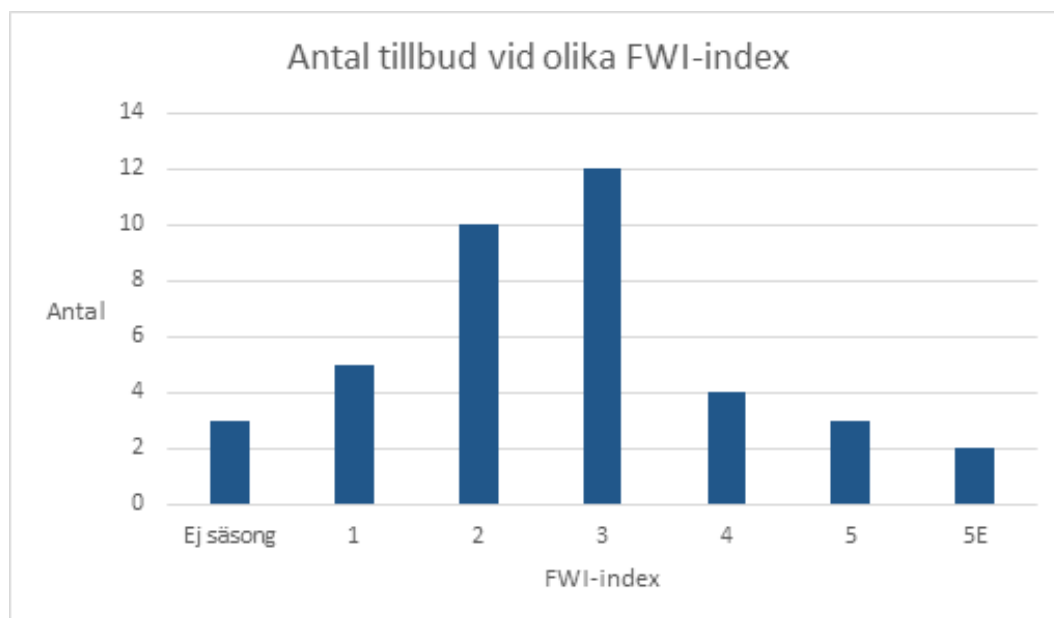
SMHI grupperar FWI-talen till ett brandriskindex med sex olika klasser. Klasserna består av 1, 2, 3, 4 och 5, där 5 är högst risk, samt 5E för extrem risk. En studie visade nyligen att över en tredjedel av alla svenska bränder de senaste 20 åren skedde vid brandriskindex 3 (Sjöström m.fl. 2020). Samtidigt kan många olika vind-, fukt- och temperaturförhållanden ge brandriskindex 3, så siffran i sig säger inte så mycket om hur svår branden är att släcka. Studien föreslog därför en annan indelning av FWI-värdena till brandriskindexet, med samma antalet klasser men med snävare gränser på klasserna 3 och 4 (Sjöström m.fl. 2020).

Med start i februari varje år ger SMHI ut en daglig brandriskprognos klockan 14, i form av en karta med FWI och brandriskindex (SMHI 2020). Kartans pixlar är 11 x 11 km. Sedan 2018 har SMHI också en tilläggstjänst som ger brandriskprognos vid tre tidpunkter på dygnet: kväll, natt och morgon. År 2019 kopplades ytterligare två tjänster till brandriskprognoserna, i form av möjligheten att sätta larm som följer brandriskindex på ett visst område och digitala brandrisksamråd mellan skogsbolag och entreprenör.

Idag är det brukligt att samråd mellan entreprenör och beställande företag hålls både vid höga FWI-index och vid höga HBV-värden. Ett samråd kan resultera i ett stopp för skogsarbete. Det pågår en diskussion om HBV-värdenas roll i samråden. Ett argument är att höga HBV-värden inte behöver spegla de aktuella förhållandena, eftersom HBV är trögrörsligt. Brandriskindex baserar sig däremot på det lättörsliga FWI och har därför större sannolikhet att spegla den aktuella risken. Ett annat argument är att spridningsrisken (Brandriskindex/FWI) borde ges högre vikt än antändningsrisken (HBV), eftersom det är osannolikt att en brand blir allvarlig om spridningsrisken är låg, även om antändningsrisken är högre. Tester pågår kring att sätta väderstationer på skogsmaskiner, som ska ge indata till lokala brandriskbedömningar (Skog Supply 2020).

FWI-INDEX VID TILLBUD I SAMBAND MED SKOGSARBETE

Vid Skogforsks datainsamling för 2019 inhämtades datum och koordinater för var och en av de 39 bränderna som uppstod i samband med skogsarbete och ledde till insats från räddningstjänst. Dessa jämfördes senare med aktuella väderdata och FWI-index som registrerats för området. Siffrorna visar att 77 procent av bränderna startat vid FWI-index 3 eller lägre (Figur 4).



Figur 4. Diagrammet visar antalet bränder vid olika FWI-index.

Det går inte med säkerhet förklara varför flertalet bränder startas vid relativt låga index men i samtal med förare framkommer vissa troliga orsaker:

- Det geografiska rutnätet med ytor som täcker 11 x 11 km är för ”trubbigt” som verktyg. Inom rutorna kan förutsättningarna ha stora variationer, vilket leder till att FWI-index inte är korrekt för den aktuella platsen.
- Man är som förare inte lika ”alert” vid låga indexvärden och missbedömer kanske risken med torrt fjolårsgräs tidigt på säsongen.
- Vid låga index kör man oftare på torra och steniga marker där risken för gnistbildning är större än på andra marker.

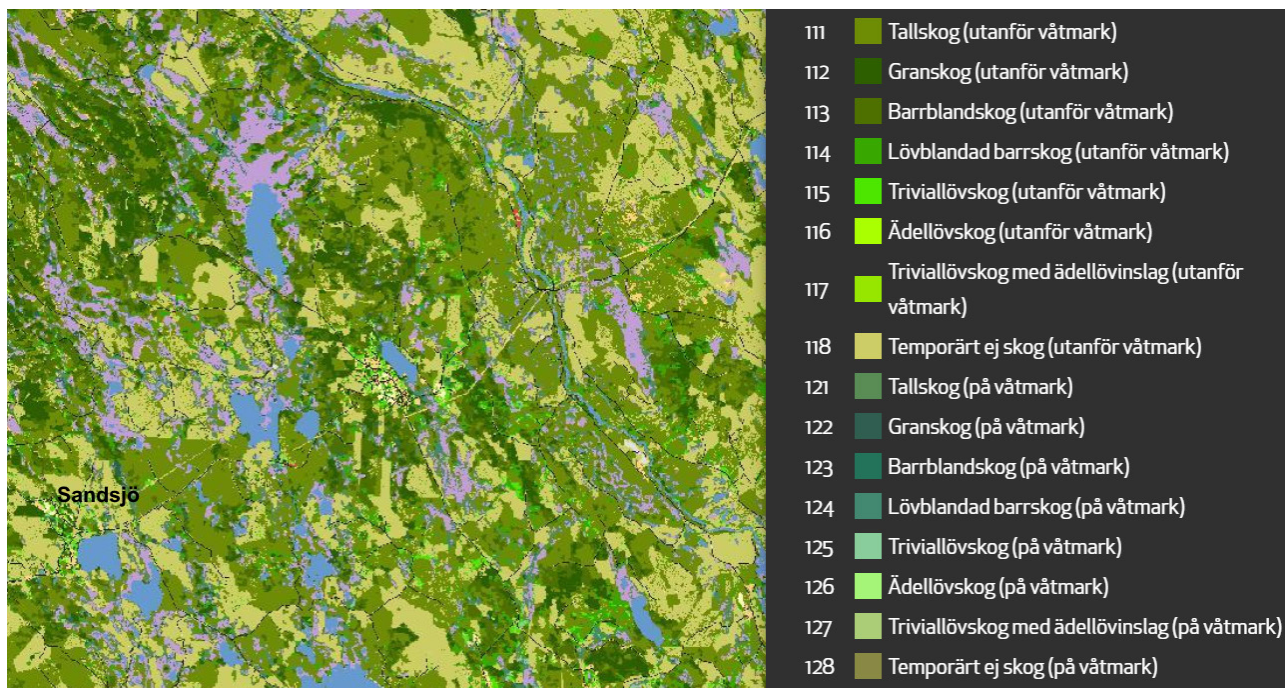
Förarnas åsikter kan sammanfattas till att man hela tiden, även före brandsäsong, måste fatta beslut utifrån de förhållanden som råder på den enskilda trakten. Detta gäller även vid höga FWI-index då många trakter kan vara riskfria att köra även vid index 5E.

SPRIDNINGSMODELLER OCH MARKDATA

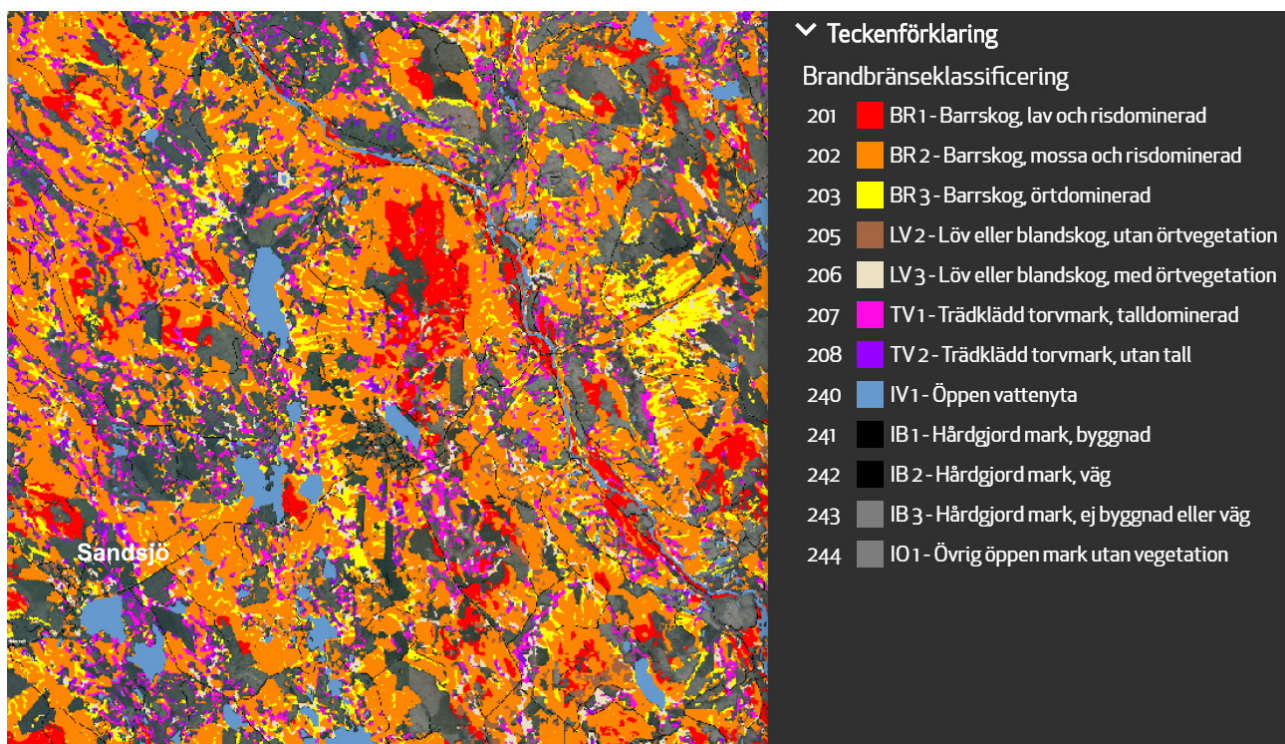
Brandspridningsmodeller används för att förutsäga hur en brand kan komma att utvecklas, så att räddningsinsatser kan anpassas därefter. Forskare och alumner från Lunds universitet har utvecklat en spridningsmodell för skogs- och markbränder med målet att den ska bli ett operationellt verktyg för räddningstjänsten. Modellen kallas WISE-FASS och är tänkt att implementeras som en applikation som kan användas i fält (Leapfrogs 2019). Eftersom brandspridning är ett snabbt förlopp skulle modellen tjäna på väderdata åtminstone var 15:e minut istället för dagens varje timme, och med högre rumslig upplösning än dagens 2,5 x 2,5 km (Henrik Hagelin, personlig kommunikation 2020-05-25).

En värdefull typ av data till både antändningsmodeller och spridningsmodeller är marktäckestypen, exempelvis "tallskog på våtmark" eller "övrig öppen mark, ej vegetation". År 2019 tillgängliggjordes en ny kartläggning av det svenska marktäcket, kallat Nationella marktäckesdata, NMD (Figur 5). Utifrån NMD har en brandbränsleklassificering gjorts, som indikerar hur vegetationen beter sig vid brand. Det finns åtta klasser med värden från 132, "Mossa och risdominerad barrskog", till 138, "Övrig skog på torvmark" (Figur 6). Sedan år 2019 tillhandahåller MSB brandbränsleklassificeringen som rikstäckande karta (MSB 2019).

Brandbränsleklassningen kan också utgöra ett beslutsunderlag vid pågående insatser för att få en uppfattning om brandspridning och brandbeteende och därmed vilka åtgärder som kan behöva vidtas som utrymning. Tjänsten utvecklas löpande och i detta första steg har endast skogsmark med trädhöjd över 5 m karterats. Man bör därför ta i beaktande att kartan ger en generaliserad bild av fördelningen av brandbränsle i skogsmark. Felkarteringar och avvikelser kan förekomma som ett resultat av begränsningar i det underlag som finns tillgängligt. Det är också viktigt att komma ihåg att skogsmarken och tillgången på brännbart material hela tiden är i förändring, varvid kartan inte alltid ger en aktuell lägesbild. Exempelvis registreras inte skogsområden som föryngrings-avverkats eller gallrats löpande. Trots att kartan inte alltid är aktuell kan den ge viktig information och vara ett stöd för skogsbruket i de fall man gör riskanalyser inför planerade arbeten. Kunskap om förhållanden i angränsade områden kan vara viktiga att beakta.



Figur 5. Exempel på område i nationella marktäckesdata (NMD).



Figur 6. Exempel på område i brandbränslekartan.

Förebyggande av skogsbrand

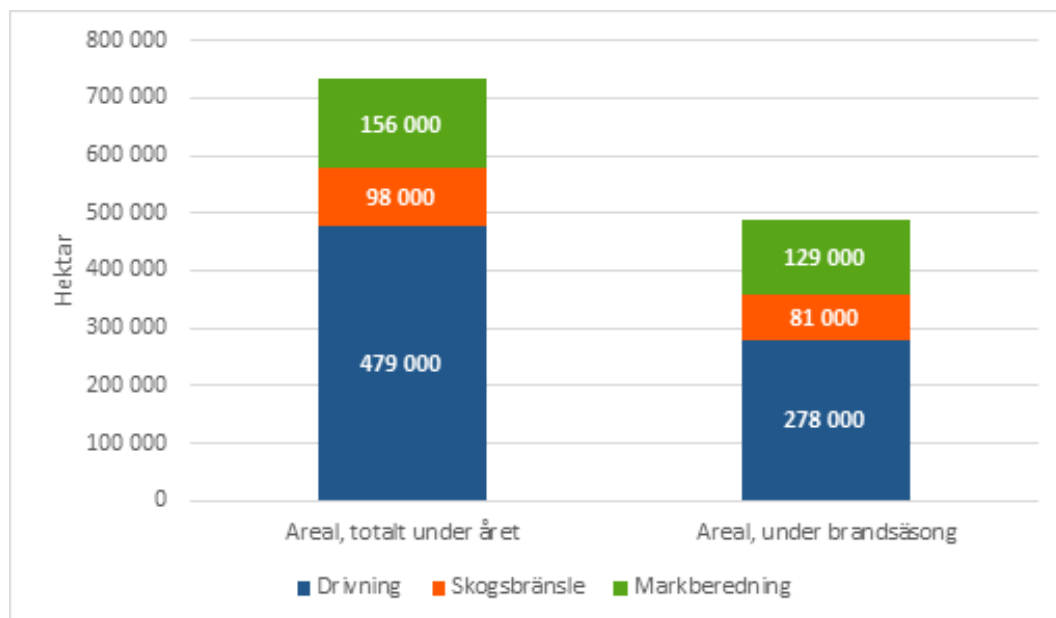
VAR OCH NÄR FINNS DET RISKER?

Skogsbruket är, till skillnad från de flesta andra näringarna, en mycket rörlig verksamhet där man varje dag och vecka rör sig över mycket stora geografiska områden. Detta innebär att man inte på samma sätt som en fast industri, till exempel en fabriksbyggnad, kan bygga ett fast brandskydd. Lite förenklat kan man säga att ett enskilt skogsbestånd "får besök" av människor och maskiner många gånger under en omloppstid. Givetvis varierar antalet besök och åtgärder utifrån vilken skötselmodell som används men i denna text beskrivs typfall, metoder och intervall i generella termer. Man kan också ha ett resonemang om när omloppstiden startar och när den slutar men vi försöker beskriva det arbete som sker maskinellt och vilka arealer det omfattar varje år på nationell nivå.

Utifrån Skogsstyrelsens statistik (Skogsstyrelsen 2020a), sammanfattad i figur 7, framkommer att följande arealer omfattas av olika typer av maskinellt arbete varje år (siffror inom parentes avser arealer som körs under brandsäsong):

- Föryngringsavverkning och gallring, 479 000 (278 000) ha
- Uttag av skogsbränsle, 98 000 (81 000) ha
- Markberedning, 156 000 (129 000) ha

Detta innebär att över 733 000 ha årligen berörs av olika typer av maskinellt arbete och av dessa bedöms knappt 490 000 ha, det vill säga ca 67 procent, ske under den säsong då man kan befara perioder av torka och brandrisk. Normalt räknar man att brandriskperioden pågår mellan 1:a april och 30:e september, men detta varierar givetvis inom landet.



Figur 7. Diagrammet visar de arealer som körs varje år fördelat på typ av verksamhet.

GOD PLANERING MINSKAR RISKERNA

För att minska brandriskerna arbetar skogsbruket strategiskt och rutinmässigt med planering, utrustning och utbildning. Planeringen rör främst en kartläggning och kategorisering av de olika trakternas förhållanden. Det som bedöms är vanligtvis markvegetation och förekomst av ytliga stenar (blockighet) som kan orsaka gnistbildning. Man tar också hänsyn till områdets topografi, utformning och avstånd till väg. Den huvudsakliga frågeställningen är om trakten är körbar eller olämplig att köra vid torka. Vidare kan man föra ett resonemang, eller snarare en riskbedömning, om exempelvis tillfartsvägar för räddningstjänst och åtkomst till vatten i närområdet ifall en brand skulle uppstå. Planeringen och kartläggningen bidrar till att man kan välja körbara trakter även vid torra förhållanden och köra trakter med sämre förutsättningar när väderförhållandena medger.

ABSE 09 – ABSE 20

Allmänna bestämmelser för skogsentreprenad, 2009 (ABSE 09) framtoogs av representeranter för skogsbruket år 2009 och reviderades för första gången 2020 (Skogforsk 2020). De allmänna bestämmelserna för skogsentreprenad är avsedda att användas för de olika typer av entreprenader som förekommer inom skogsbruket.

ABSE 20 bygger på en balans mellan rättigheter och skyldigheter som syftar till att uppnå en balanserad riskfördelning mellan parterna. Vid revisionen från ABSE 09 till ABSE 20 lades stor vikt vid att skapa en större klarhet och tydlighet i avtalstexten, bland annat i samråds- och ansvarsbestämmelserna. I ABSE 20 har det också införts täckbestämmelser om entreprenörens rätt till stilleståndsersättning under vissa förutsättningar.

ABSE 20 bör utgöra en stomme för avtalsförhandlingarna och till detta finns även olika paket med kontraktsmallar. I kontrakten kan parterna komma överens om eventuella justeringar som ryms inom det enskilda avtalet. En förändring i nuvarande skrivning jämfört med den tidigare är att rutinerna som kopplar till brandfrågor numera ligger i kontraktshandlingarna för att enklare, vid behov eller ändrade krav från branschen, kunna justeras.

SAMRÅD INNAN OCH UNDER ARBETET

I skogsbruket förespråkas samråd vid brandriskindex 4 eller högre. I samrådet säkerställs att man har en samsyn kring vilka åtgärder som ska vidtas för den aktuella trakten eller tidsperioden. Resultatet av samråden ska dokumenteras och finnas åtkomligt för berörda parter och det lagras ofta digitalt. Som tidigare nämnts införde SMHI år 2019 en e-tjänst för digitala samråd, vilken fungerar bra från både datorer och smarta telefoner. Vissa aktörer använder sig av den tjänsten och andra har byggt egna digitala lösningar. Det finns olika samrådsmallar att följa, men de har som gemensamt mål att man ska kunna fatta kloka beslut utifrån lokala förutsättningar och ta stöd av meteorologiska prognoser.

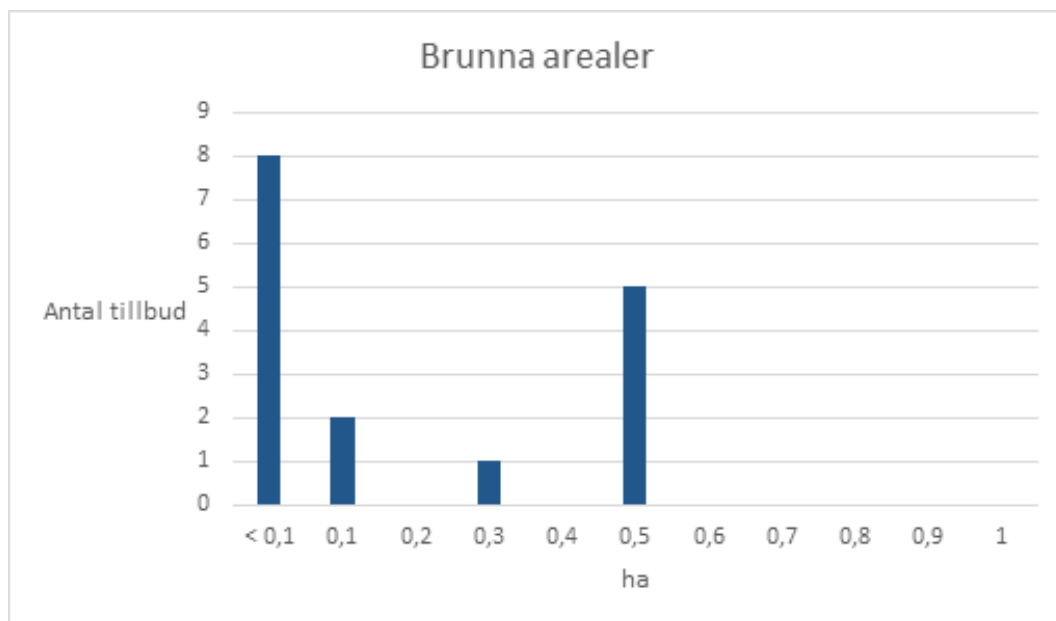
KOMPETENS

För att kunna ta kloka beslut förutsätts att de inblandade parterna har en gemensam kunskapsbas. Därför framgår det bland annat i de branschgemensamma riktlinjerna (Skogforsk 2017) att samtliga parter ska ha genomgått kapitlet ”Brand” i Skötselskolans webbutbildning (Skötselskolan 2020). I utbildningen får man en övergripande bild över hur bränder uppstår och hur man kan arbeta för att minska riskerna. Utbildningen tar ca 60–75 minuter och deltagarna får svara på löpande kunskapsprov för att bli godkända. Utbildningen anses av deltagarna vara mycket bra för att nå en ökad teoretisk kompetens, men det finns inga praktiska delar eller test. Sedan starten 2016 har mer än 11 500 kursintyg delats ut i kursen om brandkapitlet.

ARBETSSÄTT FÖR SNABB UPPTÄCKT

Man kommer aldrig att helt kunna utesluta uppkomst av skogsbränder i samband med maskinellt arbete, utan fokus ligger på att minimera riskerna. Dock finns även rutiner och beredskap för att minska omfattningen och faran av de bränder som uppstår. Talesättet säger att alla bränder är små i början och skogsbränder är inget undantag. Tidig upptäckt, snabb insats och säker efterbevakning är avgörande för vilken omfattning en enskild brand kan få (Björheden 2019). Därför anpassar skogsbruket sitt arbetssätt i syfte att snabbt kunna upptäcka eventuell brand eller rök. Detta görs på olika sätt men det vanligaste är att maskinförarna eftersträvar att arbeta inom ett litet geografiskt område och således finnas nära tillhands om det börjar ryka någonstans. Ett annat vanligt sätt är att nyttja markpersonal som hjälper till med bevakning. Dessa dröjer ofta kvar en tid efter avslutat maskinarbete för att säkerställa att ingen brand blossar upp. Ett tredje, och relativt nytt, sätt är så kallad ”klustring” av maskiner. Det innebär att man kör med fler maskiner inom samma trakt för att ”ha fler ögon på plats” och fördela kostnaderna för eventuell markpersonal på fler enheter.

Detta arbetssätt har lett till att de bränder som trots allt ibland orsakas av skogsmaskiner vanligtvis inte hinner utvecklas till några omfattande tillbud. Utifrån den datainsamling som gjordes 2019 framgår även storleken av de brända områdena för 17 av de 19 olika tillbud. I medeltal för de 17 bränderna var storleken 1900 m², det vill säga 0,19 ha (Figur 8).



Figur 8. Diagrammet visar antalet räddningstjänstinsatser och den areella omfattningen på de bränder som framkommit i Skogforsks datainsamling för 2019.

Det ska även nämnas att det i undersökningen framkommit en större brand motsvarande drygt 200 hektar som antändes av en skogsmaskin 2019. Anledningen till att den branden inte redovisas i sammanställningen är dels för att den inte inkommit via en kvalitets-säkrad informationskanal, dels för att den enligt uppgift ska ha varit nersläckt men att efterbevakning och eftersläckning brustit, varvid branden blossat upp igen senare.

Upptäcka och övervaka skogsbrand

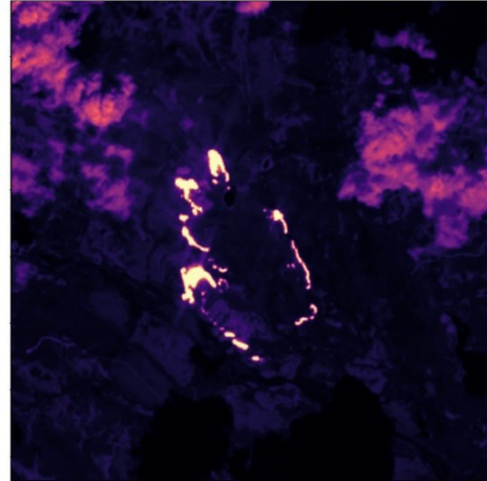
Skogsbränder i Sverige upptäcks framför allt av observanta människor. Idéer kring att montera tillfälliga eller permanenta ”skogsbrandvarnare” har förekommit, men ännu inte implementerats.

Under återkommande perioder har skogsbrandflyget spelat en viktig roll. Skogsbrandflyget är spaningsflygningar som utförs av ideella grupper, till exempel flygklubbar. Över tid har skogsbrandflyget varierat i organisationsform och vilket stöd det får av staten.

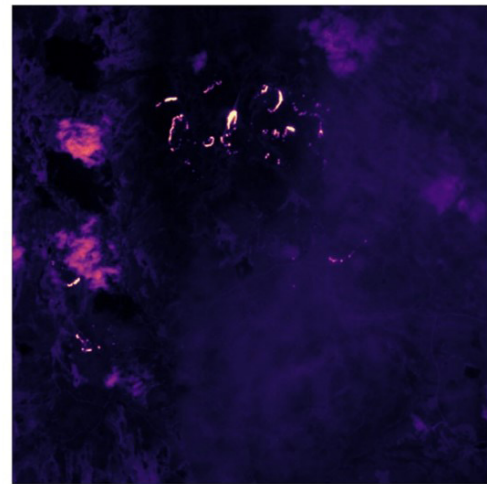
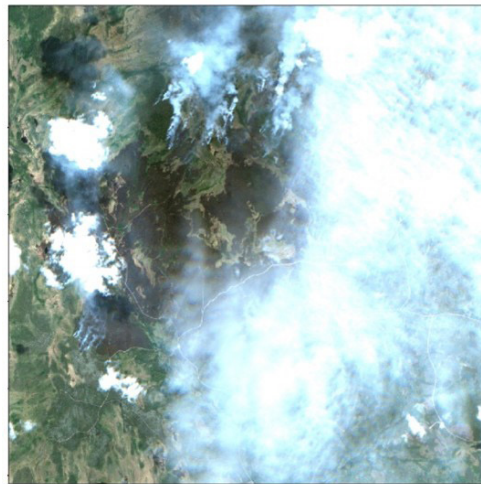
Idag upphandlas uppdraget av länsstyrelserna och utförs när brandrisken bedöms som hög av räddningstjänsten, MSB och/eller SMHI. Flygarna får ersättning för sina kostnader från MSB. Under 2019 upptäckte skogsbrandflyget 91 skogsbränder i Sverige (MSB 2020b).

De senaste åren har drönare börjat användas för upptäckt och övervakning av bränder (Räddningsledaren 2018; SVT 2018; LandSkogsbruk 2019; SR 2020). Drönare används idag inte under pågående insats på grund av kollisionsrisk med helikoptrar och vattenbombande plan. I framtiden skulle de dock kunna användas för att generera 3D-modeller i realtid som stöd vid brandbekämpning (I-CONIC 2020). Vid eftersläckning eller bevakning, till exempel vid hög gnistbildningsrisk från skogsmaskiner, kan drönare komma att spara personal eftersom ett större område kan övervakas av en och samma person. Att flyga drönare kräver dock viss träning, vilket gör att det behövs utbildad personal på plats.

En effektiv metod för att upptäcka och övervaka skogsbränder över stora områden är att följa dem med satellit. Då används ofta sensorer som är anpassade för att mäta värme-signaturer genom infrarött ljus (Figur 9 och Figur 10). Från i år får MSB realtidsdetektioner av bränder från VIIRS-satelliten, som passerar över Sverige på förmiddagen fram till lunchtid samt på natten (Leif Sandahl, personlig kommunikation 2020-06-15). Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) har i ett projekt utvecklat en egen metod för att upptäcka bränder baserat på den europeiska Sentinel-2-satelliten. Sentinel-2 ger bilder varannan eller var tredje dag, vilket inte är tillräckligt ofta för en effektiv brandövervakning. Metoden behöver därför kompletteras med liknande bilder från fler satelliter, så att bilderna kommer oftare. En utmaning med infrarött ljus är att det inte ser genom moln, och Sverige är ett molnigt land. Radarvågor ser däremot genom moln. KTH har i ett annat forskningsprojekt testat att använda bilder skapade från reflekterade radarvågor i kombination med AI-analys för att mäta skogsbränders spridningshastighet (Ban m.fl. 2020). Metoden fungerar i dagsläget bäst för bränder som är något större än vad svenska bränder normalt är.



Figur 9. Satellitbilder över branden i Storbrättan vid datumet 2018-07-17 på ett område av 7,2 x 7,2 km. Vänster: visuell satellitbild med moln och rök. Höger: infraröd satellitbild vid samma tidpunkt som visar brandfronterna.



Figur 10. Satellitbilder över branden i Brunnåsen vid datumet 2018-07-24, på ett område av 11,0 x 11,0 km. Vänster: visuell satellitbild med moln och rök. Höger: infraröd satellitbild vid samma tidpunkt som visar brandfronterna.

Forskningsinstitutet VTT i Finland påbörjade år 2013 ett projekt kring övervakning av skogsbränder med satellit. Tjänsten drivs nu av deras meteorologiska institut, FMI (Rauste 2013). I Kanada har projektet WildFireSat startats med målet att till år 2024 skjuta upp en egen polärkretsande satellit med uppgiften att övervaka skogsbränder. Kanada får idag få satellitbilder de tider på eftermiddagen då skogsbrandsrisken är som störst, och den nya satelliten kommer att anpassas för att fylla den luckan (CSA 2020).

Skogsbränningar

Skogsbränningar är planerade och kontrollerade bränder i skog och mark. Det finns växter och djur som kräver eller gynnas av bränder för sin fortplantning. Skogsbränningar görs för att främja dessa arter, som kompensation för att människan har minskat den naturliga skogsbrandsfrekvensen. Skogsbränningar brukar klassas som hygges- eller naturvårdsbränningar, även om det inte finns någon skarp gräns mellan dem. För att få statligt stöd för naturvårdsbränning får max 50 procent av beståndet avverkas innan bränningen (Skogsstyrelsen 2020b). I det sammanhanget blir det därför en hyggesbränning om mer än 50 procent av beståndet avverkas. Hyggesbränning av slutavverkningsrester var tidigare vanlig som markberedningsmetod, men idag utförs hyggesbränning främst av naturvårdsskäl.

Att utföra bränningar är ett krav för att få ha Forest Stewardship Council-certifiering (FSC 2019). Skogsbrukare med mer än 5 000 ha skog behöver bränna 5 procent av den årliga föryngringsarealen på torr och frisk mark som har förutsättning för naturliga bränder. Om extra naturhänsyn tas får den brända arealen multipliceras med 1,5–3,0 när den redovisas mot de 5 procent som ska brännas totalt. Till exempel får den brända arealen räknas dubbelt om 30 procent av träden lämnas kvar innan bränningen. När det sker naturliga skogsbränder får bolag som äger mark på det brunna området tillgodoräkna sig den arealen. Det kan göra att färre bränningar utförs året efter ett år med många skogsbränder. Den nya FSC-standard som börjar gälla i september 2020 förtydligar dock att naturhänsyn i svårbrända fuktiga/blöta hänsynsytor eller kantzoner inte räknas in. Det görs ingen samlad statistik över bränningar som utförs för att uppfylla FSC-certifieringskraven, utan enskilda skogsbrukare kontrolleras av ett certifieringsföretag (Henrik von Stedingk, FSC Sverige, personlig kommunikation 2020-06-24).

Mycket av kunskaperna kring brandekologi och brandspridning under svenska förhållanden kommer från studier i samband med skogsbränningar.

Skogsbrukets roll och organisering under brand

Skogsbruket besitter viktig kunskap om skogens förhållanden och förutsättningar nationellt, regionalt och lokalt. Man har också stora resurser i form av personal, vägar och maskiner. Ofta finns viktig kunskap om lokala förutsättningar, exempelvis vilka vägar som är farbara, var lastbilar kan mötas eller var det enkelt finns åtkomst att fylla vatten till tankbilar. Denna typ av information bygger ofta på enskilda personers lokal-kännedom men blir allt oftare registrerad i digitala system. De flesta skogsföretagen och skogsägarföreningarna har dock egna interna kartsystem, så informationen kan vara svår att snabbt förmedla vidare ifall inte rätt personer finns på plats under exempelvis en helg eller semester. Man efterlyser därför en mottagare, exempelvis MSB, Skogsstyrelsen eller Lantmäteriet att skapa en kartjänst för detta. Möjligen skulle detta kunna sammanlänkas med brandbränslekartan som beskrevs tidigare i rapporten.

Utifrån samtal med räddningstjänsten och skogsbruket framkommer att vid bränderna 2014 och 2018 skapades många personliga nätverk mellan olika berörda aktörer. Detta påverkar hur stöd, resurser och information från skogsbruket avropas och användandet varierar stort mellan olika delar av landet. Generellt kan sägas att i de områden där det finns en historik av frekventa skogsbränder finns även en uppbyggd relation mellan de lokala räddningstjänsterna och skogsbruket. Däremot är detta inte lika tydligt i områden som drabbas mer sällan. Man är också tydlig med att man efterlyser en nationell modell och tid för att hålla nätverken vid liv över tid.

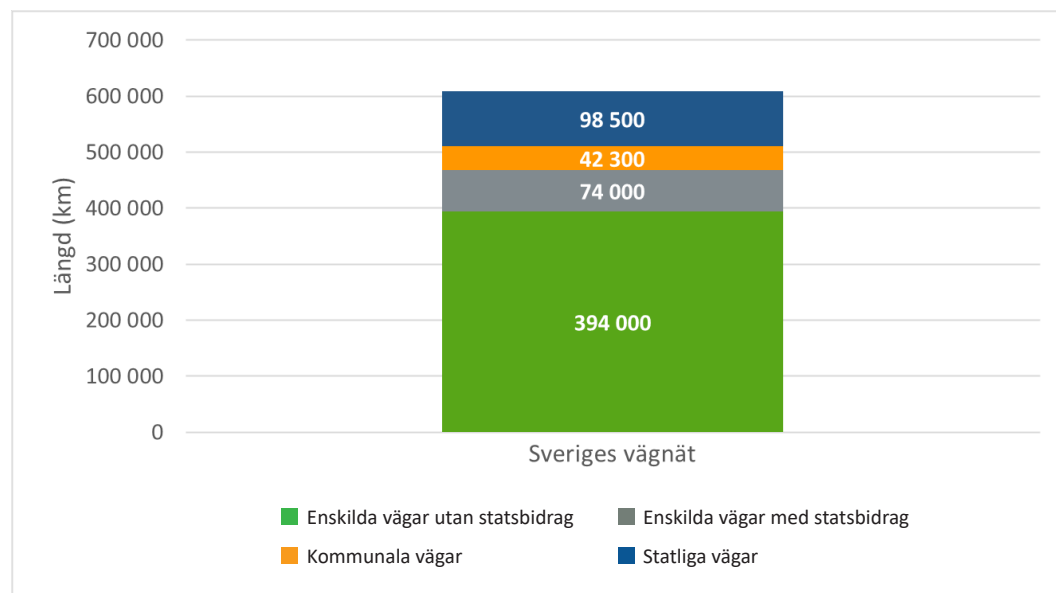
Det finns många goda exempel. På vissa orter, exempelvis i Medelpad, genomförs återkommande dialogmöten inför varje brandsäsong, vilket tydligt bidrar till en ökad förståelse och ett starkare nätverk. Vissa länsstyrelser arrangerar återkommande träffar där man kallar skogsbrukets aktörer och de lokala räddningstjänsterna för att dela erfarenheter och kunskap. Vissa regioner har lyft skogsbrandsfrågorna och skapat mycket kompetenta team samt har rutinmässigt samarbete med skogsbruket. Man har även utvecklat samverkansformer mellan vissa kommuner och län. Några exempel på detta är "Räddsam F" som består av 13 kommuner i Jönköpings län, Ydre kommun i Östergötlands län och SOS Alarm samt Räddningsregion Bergslagen (RRB), som är en gemensam operativ ledningsorganisation för räddningstjänsterna i Värmlands län, Örebro län och delar av Dalarna, Västra Götaland och Västmanland.

Det finns som sagt många goda exempel, men en brist är att det ofta saknas samordning och en enhetlig organisationslösning på nationell nivå. Maskinringarna är i detta fall ett positivt undantag som i över 20 år arbetat med att säkerställa en effektiv resurshantering genom att ha ett centralt resursregister. Från detta register kan man avropa den utrustning som anses vara till hjälp vid olika behov. Samma register används exempelvis både vid behov av snöröjning eller brandsläckning. Avrop sker via sms eller mejl till de ägare som dyker upp i listan efter att man sökt den utrustning man behöver. Maskinringarna har en central nationell funktion och är därunder fördelade i länsvisa organisationer. Vissa län har en lång erfarenhet av att samverka med räddningstjänsterna och brukar i vissa fall även genomföra samordnade övningar.

Det nämns ofta från olika håll att man skulle vilja se en nationell standard för hur olika räddningstjänster ska samarbeta (MSB 2016; Justitiedepartementet 2018) då det idag tycks styras till stor del av personligt engagemang och förekomsten av lokala skogsbrandstillbud. MSB driver därför för närvarande projektet ELS, Enhetligt ledningssystem, som syftar till att stärka förmågan för effektivare insatser.

VÄGAR OCH VATTEN VID SKOGSBRAND

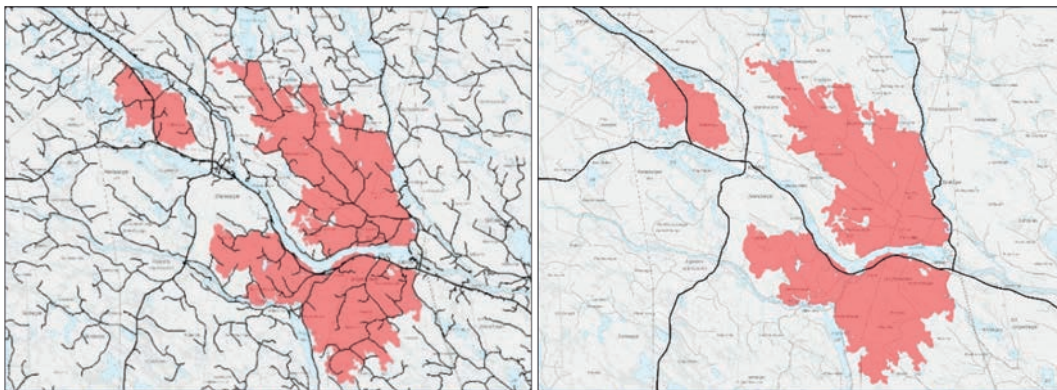
För nationell nivå brukar det nämnas att det finns 39 400 mil enskilda vägar utan statsbidrag, varav minst hälften är skogsbilvägar. Detta går att jämföra med 9 850 mil statlig väg, 4 230 mil kommunala vägar och 7 400 mil enskilda vägar med statsbidrag, se Figur 11 (Trafikverket 2017). En tredjedel av alla vägar som finns i landet är alltså byggda av och för skogsbruket. Dessa vägar har visats sig vara mycket viktiga vid bränder då de dels fungerar som brandgator, dels är en förutsättning för att räddningspersonal ska få åtkomst till bränderna.



Figur 11. Det enskilda vägnätet är cirka tre gånger så långt som det allmänna vägnätet, det vill säga statliga och kommunala vägar. Källa: (Trafikverket 2017).

Om man gör en internationell jämförelse av skogsbränder i boreala skogar, exempelvis bränder i Ryssland eller Nordamerika, blir skillnaderna i omfattning väldigt tydliga och Sveriges bränder framstår som relativt små (Yang m.fl. 2015). Detta beror på flera saker men den främsta anledningen är att man i Sverige har ett förhållandevis tätt system av skogsbilvägar, vilket gör att markpersonal snabbt kan vara på plats. Vägarna fungerar dessutom ofta som begränsningslinjer, så kallade brandgator, se exempel i Figur 12.

Efter att tagit viktiga lärdomar från bränderna 2014 och 2018 har skogsbruket till viss del ändrat strategi kring byggande och rustning av befintliga vägar. Man har idag en medvetenhet om vikten för räddningspersonal att snabbt kunna fylla vatten vid lämpliga platser samt att ha ett utökat antal mötesplatser längs vägsträckorna för att undvika flaskhalsar och onödigt väntan. Detta säkerställs numera oftare är tidigare för att underlätta släckningsarbetet vid eventuella skogsbränder.



Figur 12. Karta över brandområdet kring Laforsen 2018. I bilden till vänster finns alla enskilda vägar med, medan bilden till höger endast visar de statliga vägarna. De enskilda vägarna var i detta fall en förutsättning för att göra brandområdet tillgängligt för räddningspersonalen.

Illustration: Källa: Skogsstyrelsen och Skogforsk.

PERSONAL FÖR BRANDVAKT OCH EFTERBEVAKNING

Under sommarperioden bedrivs ett omfattande skogsvårdsarbete i Sverige. Detta innebär att personalantalet är högt under brandsäsongen. En stor del av skogsvårdsentreprenörernas anställda nyttjas även som resurser i form av brandvakter och i efterbevakningsarbeten. Även detta är ett arbete som kräver kompetens inom området och via Skötselkolans kapitel "*Eftersläckning*" har det hittills utfärdats 3475 kursintyg. I detta måste man dock notera att personalomsättningen inom skogsvårdsföretagen är relativt hög, vilket kan göra att antalet kursintyg inte ger en sanningsenlig bild över hur många personer som kan medverka varje år.

LSO, LAGEN OM SKYDD MOT OLYCKOR

Enligt lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO (Justitiedepartementet 2003), ska staten eller kommunerna ansvara för räddningsinsatser vid olyckor för att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljö. Det måste dock vara motiverat med hänsyn till fyra kriterier: behovet av ett snabbt ingripande, det hotade intressets vikt, kostnaderna för insatsen och omständigheterna i övrigt.

I praktiken innebär det att räddningstjänsten ansvarar för det akuta släckningsarbetet när markägaren själv inte kan hantera branden, men exakt hur långt deras insats sträcker sig kan variera. Kriteriet "omständigheterna i övrigt" kan exempelvis handla om vilka resurser eller vilken förmåga markägaren har eller vilka resurser räddningstjänsten har vid det aktuella tillfället (Jesper Boqvist, Brandskyddsföreningen, personlig kommunikation, maj 2020). Här får således räddningsledaren ta ett beslut med hänsyn till om markägaren är ett större skogsbolag med goda resurser eller en enskild markägare som rimligen har begränsade resurser i jämförelse. Om det uppstår många och stora bränder samtidigt, exempelvis som under sommaren 2018, släcker räddningstjänsten förmodligen endast brandens ytterkanter, sedan får det fortsätta brinna inuti och då måste markägaren bevaka branden så att den inte sprider sig. Vid en mindre skogsbrand under normala förhållanden kan räddningstjänsten däremot släcka alla brandhärdar.

Enligt LSO är det räddningsledaren som ensidigt bestämmer när räddningstjänstens insats är avslutad. Om möjligt ska räddningsledaren då underrätta markägaren om behovet av bevakning, restvärdesskydd, sanering och återställning. Från och med då är markägaren ansvarig för eventuell efterbevakning. Om en markägare inte kan underrättas alternativt själv ombesörja med bevakning äger räddningsledaren att på markägarens bekostnad ordna detta. De vanligaste skogsförsäkringarna täcker markägarens kostnader för efterbevakning men inte för eftersläckningsarbete. I praktiken medför detta att om en brand blossar upp igen under efterbevakning bör man på nytt tillkalla räddningstjänsten.

Erfarenheterna från 2018 visar att en stor andel av de mer omfattande bränderna berodde på återtändningar efter att den första släckningsinsatsen avslutats och ansvaret överlämnats till markägare för eftersläckning och bevakning (Björheden 2019).

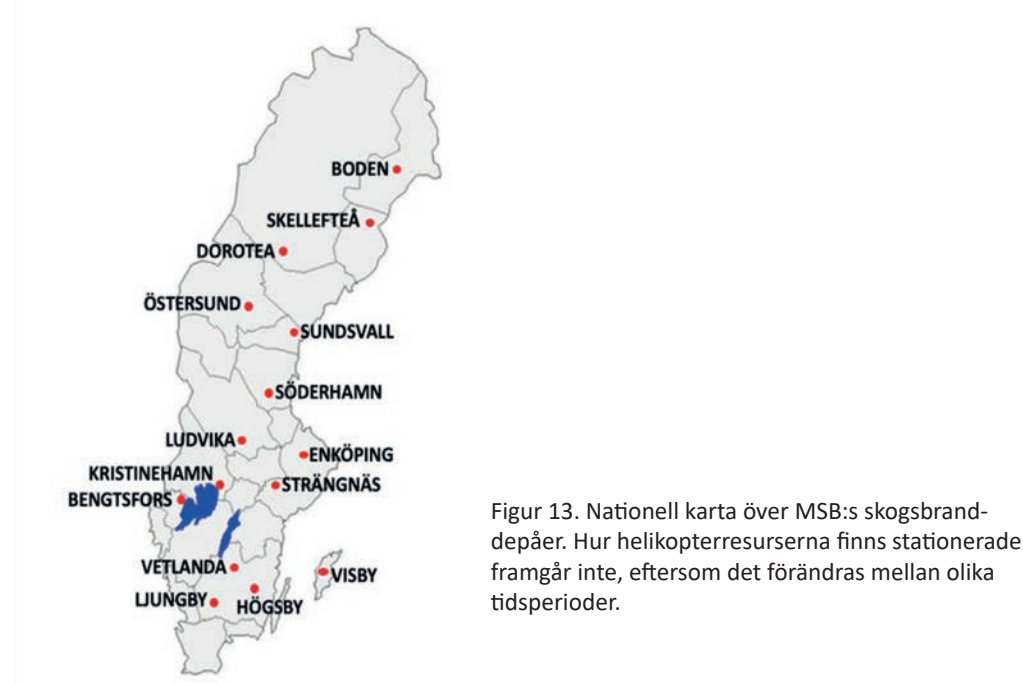
Övriga aktörers roll och organisering under brand

MSB:S STÖD TILL RÄDDNINGSTJÄNSTERNA

Vid en skogsbrand är det kommunen som ansvarar för släckning via sin räddningstjänst. När det sker större skogsbränder kan kommunerna samarbeta inom regionen om de ser att de inte kan hantera situationen själva. För situationer när händelsen är alltför komplex, alltför stor eller långdragen för att inte heller regionens resurser räcker till, har MSB förstärkningsresurser som kan användas.

Efter bränderna 2014 och 2018 har MSB stärkt tillgången på utrustning i landet för att kunna effektivisera skogsbrandssläckning (Figur 13). Inför brandsäsongen 2020 finns avtal med ett flertal helikoptrar runt om i landet. Antalet kontrakterade helikoptrar varierar mellan olika regioner och veckor för att ge en så effektiv kapacitet som möjligt. Man har dessutom inför året upphandlat en tjänst med skopande flygplan. Denna tjänst delas mellan flera länder i norra Europa. Ett ytterligare utrustningsstöd som tillkommit under de senaste åren är de så kallade skogsbrandsdepåerna som finns placerade på 15 olika platser i landet. Depåerna innehåller extra utrustning som motorsprutor, brandslang, en sexhjulig ATV (terrängfordon) med mera.

MSB har även ett gediget utbildningsutbud riktat mot kommunal räddningstjänst (Bilaga 1).



Figur 13. Nationell karta över MSB:s skogsbrand-depåer. Hur helikopterresurserna finns stationerade framgår inte, eftersom det förändras mellan olika tidsperioder.

FÖRSTÄRKNINGSRESURSER TILL RÄDDNINGSLEDARE (FSOL-RTJ)

Förutom materiellt stöd kan MSB även stötta med ledningspersonal genom tjänsten FSOL-RTJ (MSB 2020a). Detta är en förstärkningsresurs för stöd till samverkan och ledning (FSOL) som syftar till att stödja ansvarig aktörs ledningsfunktion inom ramen för olyckor, kriser och andra samhällsstörningar. Antal personal och kompetenser anpassas efter behov till den specifika situationen. Förstärkningsresursen kan bistå

med kompetens i form av stöd till stabschef, stabsmetodik, kriskommunikation, samt händelsespecifik expertis, såsom experter inom samband, IT och GIS. Vidare finns kompetens kring aktörsgemensam samverkan och med djup kunskap om svenska kris-hanteringssystemet för att stödja den strategiska hanteringen av insatsen. Resursen ska främst kunna bistå myndigheter i Sverige såsom länsstyrelser, kommuner och räddningstjänster. Personalen i FSOL ställs till aktörens förfogande.

FÖRSÄKRINGBOLAGEN

Upplägget kring skogsförsäkringar skiljer sig till viss del mellan Sverige och Norge. I Norge finns Skogbrand som är ett medlemsägt försäkringssällskap. Det är den enda organisationen som försäkrar skog och den har ett mycket stort fokus på skadeförebyggande arbete, vilket lett till att den arbetar väldigt nära forskningen, skogsbruket och skogsägarna med en mängd proaktiva åtgärder. Det finns även en tydlig samverkan med det norska brandförsvaret. Totalt har de över 40 000 delägare som tillsammans försäkrat 85 procent av den produktiva skogsmarken som bedöms ha en marknadsmässig grund för brandförsäkring i Norge.

I Sverige är de två största aktörerna Länsförsäkringar och Dina Försäkringar, vilka tillsammans försäkrar ca 11 miljoner ha produktiv skogsmark. Detta motsvarar knappt hälften av den produktiva skogsmarken i Sverige. Att andelen inte är större beror till stor del på att flera av de stora (och även många av de små) skogsägarna i Sverige av olika skäl inte har sina innehav försäkrade. De större aktörerna som valt att inte ha sina innehav försäkrade motiverar detta med att den geografiska spridningen de har på innehavet även innebär en spridning i risk. Därmed skulle en försäkringspremie som täcker hela innehavet inte kunna motiveras.

Från skogsbruket har tidigare en önskan ofta framkommit om att de svenska försäkringsbolagen, i likhet med det norska, skulle vara mer delaktiga i skogsbruksfrågorna och gärna samverka mer inom forsknings- och utvecklingsfrågor i syfte att ta fram gemensamma åtgärder som skulle bidra proaktivt till en minskad omfattning av skogsbränder. Det finns skäl att tro att dessa nätverk numera har stärkts och att skogsbruket, maskinringarna och försäkringsbolagen har funnit kanaler för förbättrad samverkan.

RESTVÄRDESLEDARE

Brandskyddsföreningens restvärdesledare arbetar som en oberoende part på uppdrag av de flesta försäkringsbolagen samt flera olika myndigheter och företag. Uppdraget innebär bland annat att så snart som möjligt göra en analys på plats om förutsättningarna för efterarbetet samt koordinera och prioritera åtgärder utifrån tillgängliga resurser (Jesper Boqvist, Brandskyddsföreningen, personlig kommunikation, maj 2020). Restvärdesledaren ingår normalt i räddningstjänstens stab och får därigenom kontinuerlig information om skadeutbredningen samtidigt som den har insyn i de drabbades försäkringsförhållanden. Restvärdesledarnas tillgång till det drabbade området har visat sig ha stor betydelse för de skadedrabbade, deras försäkringsbolag och skogsägarna och de har en viktig roll kopplad till information och kommunikation med alla parter som berörs. Länsstyrelsen i Jämtland fick efter bränderna 2018 ett regeringsuppdrag att skapa en modell för hur samordning och eftersläckningsarbete kan organiseras (Norman m.fl. 2019). Den samordning som beskrivs i resultatet motsvarar det arbetssätt restvärdesledarna använder i samband med större skogsbränder.

Psykologi och beteende i samband med skogsbränder

I ett brandskede är det många ur allmänheten som ställer upp som frivilliga. Det kan vara en utmaning för kommunen och räddningstjänsten att hantera det engagemanget så att det blir en avlastning snarare än resursslukande. Det kan bli resursslukande om personerna saknar den utbildning och erfarenhet som krävs för att de ska vara självgående och kunna agera på ett säkert sätt. Forskningen tyder på att kommunerna föredrar att de frivilliga är organiserade, vilket också ofta innebär att de har viss träning. FRG, Frivilliga Resursgruppen, lyfts fram som ett bra exempel på en organisation av frivilliga med en bred kompetens. Samtidigt påpekas att det kan bli svårt att upprätthålla en organisation med frivilliga. Forskningen har bland annat bedrivits av Mittuniversitetet efter branden i Västmanland 2014 (Johansson m.fl. 2015). Gruppen arbetar också med studier kring frivilliga och evakuerade boende vid skogsbränderna 2018 och krisberedskap vid stora bränder (Mittuniversitetet 2018; Mittuniversitetet 2019).

En annan aspekt av beteende under bränder är hur boende i det drabbade området upplever faktorer som samhällets hantering och skuldfrågan. En studie såg att reaktionerna hos de boende i brandområdet i Västmanland år 2014 inte dominerades av kritik mot räddningstjänsten eller skogsbolagen, utan av vilka lärdomar som kunde dras av branden och funderingar kring hur klimatförändringarna kommer att påverka den framtida brandrisken. Som en positiv konsekvens kunde de boende också se en långsiktig ökad biodiversitet i brandområdet. Forskningen bedrevs av Örebro Universitet och Södertörns Universitet (Lidskog 2019). En vinkel som än så länge inte tycks ha belysts är hur skogsägare som inte bor nära sin skog tänker och agerar kring brandrisk när skogsbrand inträffar.

Inventering av skador och brunna arealer

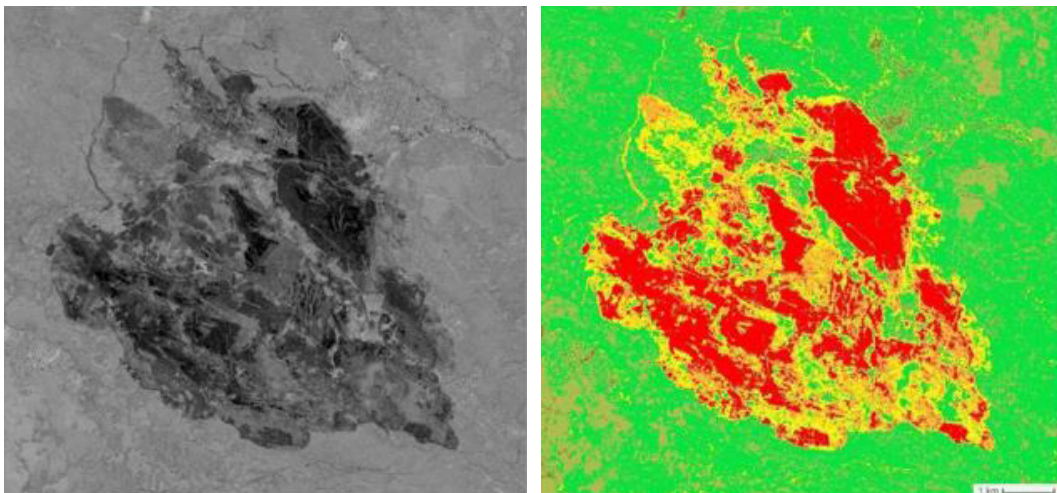
Efter en skogsbrand behövs många sorters inventeringar göras. Skogsägare och myndigheter behöver bland annat veta var det har brunnit, hur stor areal skog och mark som har brunnit, hur allvarliga skadorna är och skador på infrastruktur som vägar. Alla inventeringar i fält är dock förknippade med risker och kräver utbildad personal. En inledande skattning av den brunna arealen görs ofta av insatspersonalen. Denna skattning har dock visat sig stämma dåligt med mätningar och inventeringar som görs i senare skede och det har därför föreslagits att brandområdet rutinmässigt ska GPS-mätas efter insatsens slut (Sjöström m.fl. 2020). På några års sikt är det troligt att drönare kommer att användas som hjälpmedel vid inventering av små och medelstora bränder.

Inventeringar av större brandområden kan göras med flyg eller helikopter, men till en relativt hög kostnad. Mätningar från satellit eller flygburen laserskanning kan också användas för att mäta storleken på det brunna området och klassa graden av skada. Medan satellitövervakning av aktiva bränder oftast använder sig av infrarött ljus, används ljusvåglängder som är bra på att mäta signaturen av sot och kol för att kartlägga redan brunna områden. Exempel på satellitbaserade mått som är känsliga för sot och kol är Burned Area Index (BAI) och Normalised Burn Ratio, NBR (Harris Geospatial 2020).

Efter bränderna år 2018 karterade Skogsstyrelsen bränderna med hjälp av satellitbilder och koordinater från preliminära insatsrapporter (Leif Sandahl, MSB, personlig kommunikation 2020-06-03)(Eriksson m.fl. 2018). Ett arbete där man använt sig av Normalised Burn Ratio har gjorts på KTH, där områden som brann år 2018 klassades i kategorierna obränd, mild bränd, medelbränd och kritiskt bränd med hjälp av satellitbilder (Figur 14 och Figur 15). Jämfört med fältinventeringen överensstämde klassningen exakt i 50 procent av fallen och med en närliggande klass i 90 procent av fallen (Bäckström m.fl. 2019).



Figur 14. Vänster: Visuellt satellitbild av område innan brand. Höger: Visuellt satellitbild av område efter brand. Källa: (Bäckström m.fl. 2019)



Figur 15. Vänster: Brandområdet ovan visat i satellitmåttet Normalised Burn Ratio (NBR). Höger: Klassificering av förbränningsgrad i NBR-bilden. Källa: (Bäckström m.fl. 2019)

Övervakning av bränd areal från luften och rymden kräver att brandområdet är så pass ungt att den sotiga marken inte har täckts över av ny vegetation. För historiska bränder används andra metoder, som dendrokronologiska analyser eller analys av brända jordlager. Genom inventering av historiskt brunna områden går det bland annat att dra slutsatser kring hur lätt olika skogstyper brinner. En tillämpning är ASIO-systemet, som klassificerar brandfrekvensen hos en skog i Aldrig, Sällan, Ibland eller Ofta (Rülcker m.fl. 1994). ASIO-systemet togs delvis fram för att underlätta samplanering av skogsbruk och naturvård, men används idag i relativt liten omfattning (Jan-Olov Weslien, Skogforsk, personlig kommunikation 2020-05-27).

Virkesvärde och hantering av brandskadat virke

Hur en skogsbrand påverkar virket beror mycket på dess förlopp. Om branden håller sig till markskiktet kan skadorna på de vuxna träden vara begränsade till svedd bark. Däremot kan plantor och ungräd förstöras. Om branden däremot klättrar upp till trädkronorna ökar intensiteten och risken betydligt för att hela eller delar av träden brinner upp. De kvarstående brunna träden avverkas normalt sett, för att ta tillvara det virkesvärde som finns kvar och för att göra marken tillgänglig för nyplantering av skog (Björheden 2019). Mängden GROT kan vara mindre än normalt till följd av branden, och den lämnas oftast kvar i skogen.

I och med att mycket brandskadat virke måste tas om hand samtidigt, och ofta koncentrerat till ett visst geografiskt område, innebär det att maskin- och transportresurser behöver styras om. Virket måste ut innan blånad och insektsskador ger för stor inverkan på kvaliteten. Brandskadat virke måste hanteras separat från annat virke. Den främsta anledningen är att massaved inte får innehålla sot (Figur 16), då det skulle påverka kvaliteten på den tillverkade fiberprodukten. Alla maskiner och fordon som hanterar brandskadat virke måste därför rengöras innan de åter kan hantera massaved. Därför blir brandskadat virke antingen timmer eller bränsleved. Eftersom bränsleved betingar ett lägre pris än massaved innebär det ett minskat virkesvärde. Bortsett från svårigheterna i hanteringen är brandskadat virke utmärkt som bränsleved, då det ofta är torrare än normalvirke och därför har högre energivärde.



Figur 16. Brandskadat virke. Källa: Sveaskog.

Även brandskadat timmer handlas som en kvalitetsklass som har lägre pris än normal-timmer. På grund av den brandskadade mantelytan kan stocken behöva sågas med större marginal, vilket ger en mindre mängd säljbar produkt. Sågverket kan heller inte sälja cellulosaflis till massabruken från det brandskadade virket, utan måste sälja det till lägre pris som bränsleflis. Kolet och sotet sliter på sågverktygen och när hanteringen av det brandskadade timret är avslutad måste hela såglinjen saneras. Det gör att ett företag med flera sågverk kanske väljer att ställa om ett av dem till hantering av brandtimmer. En konsekvens är ökade kostnader för logistiken, eftersom timret inte kan köras till närmsta sågverk. Efter branden i Västmanland 2014 sågade AB Karl Hedins sågverk i Karbenning det mesta brandskadade timret. Efter bränderna sommaren 2018 sågade bland annat Setras sågverk i Färila och Östanåssågen i Edsbyn brandskadat virke. Stängselstolpar blev en relativt stor produkt av det brandskadade virket, men mycket kunde också sågas som brandtimmer, det vill säga i stort sett som normalt timmer (ATL 2018).

Skogsbränder och klimatet

Det har publicerats ett antal studier kring hur ett förändrat klimat kan påverka förekomsten av skogsbränder i Sverige, varav flera har ett par år på nacken (Granström 2008; Leandersson m.fl. 2011). Ett inslag i debatten sedan sommaren 2018 har varit att skogsbruket borde plantera mer lövträd för att förebygga framtida bränder (SVT 2019). Lövträd brinner generellt sett sämre än barrträd på grund av det högre vatteninnehållet i löven. I Sverige skulle lövträd framför allt innebära björk, som trivs på liknande mark-er som gran. Tall trivs på torrare mark och därför brinner tallskog oftare än granskog. Tät granskog, särskilt på gammal odlingsmark, brinner däremot inte (SLU 2018). Det är oklart i vilken grad bränder skulle förebyggas av att blanda upp gran med björk. Det kan finnas andra billigare och effektivare sätt att förebygga skogsbränder. Här behövs mer forskning som behandlar svenska trädslag och markförhållanden.

Nordisk skog är ofta en kolsänka men det har inte gjorts så många studier kring hur skogsbränder påverkar den produktiva skogens klimatbidrag. En studie från SLU om skogens återhämtning undersökte skogens kolbalans efter branden i Västmanland år 2014. Studien jämförde en återplanterad del av brandområdet med ett område som inte hade återplanterades. Det var en snabbare återhämtning av kolbindningen i den återplanterade skogen, men skillnaden var inte stor. Modeller tyder dock på att minst 30 år av kolbindning har gått förlorad. Fler studier behövs för att kunna dra generella slutsatser om det bästa för kolupptaget är att återplantera skogen eller att göra området till reservat, och för att se hur den nyplanterade skogen klarar sig på den tunna marken (Grelle 2019).

Skogsbränder ger utsläpp av rökgaser och sotpartiklar (så kallade PM-partiklar). Västmanlandsbranden släppte ut ca 49 ton koldioxid per hektar på 13 000 ha, vilket motsvarar en miljon bilar under ett år. Den största delen av utsläppen kom från branden i markskiktet, medan brinnande träd stod för en mindre andel. På grund av att humusskiktet brinner bort blir markens normala utsläpp under ungskogstiden mindre (Grelle 2019). Den boreala skogen brinner ofta på ett pyrande sätt, vilket gör att brandröken innehåller en relativt stor andel metan, en växthusgas som är mer potent än koldioxid (Granström 2008). Exakt vilka brandgaser som släpps ut beror på marktypen. I Kanada har många förbränningstester av olika sorters vegetation gjorts, då brandspridningsförlopp och rökgasutsläpp har studerats. I Sverige har motsvarande kunskap framför allt kommit från naturvårdsbränningar, men det finns fortfarande stort kunskapsbehov kring hur olika svenska marktyper brinner.

Finska FMI har startat ett stort projekt som löper 2019–2021, ”Forest fires in Fennoscandia under changing climate and forest cover” (IBA-ForestFires). Projektets mål är att samla och fördjupa den nuvarande kunskapen om förekomst, övervakning, modellering och släckning av skogsbränder i Fennoskandinavien och omgivande regioner. Dessutom undersöker projektet hur skogsbränder påverkar utsläpp av sot över Arktis, vilket kan påverka klimatförändringarna genom att sot absorberar mer solstrålning än vit snö. I slutet av projektet planerar de att arrangera ett internationellt seminarium för att presentera resultaten (FMI 2019).

Diskussion och slutsatser

De senaste åren har det hänt mycket kring utbildning, arbetssätt och organisation relaterat till skogsbränder. Även inom teknikutvecklingen har det skett positiva förändringar och det är mycket spännande arbeten som pågår, inte minst kopplat till satelliter, drönare och effektivare digitalisering. Trots det återstår många frågor att besvara och utveckla vidare. Några aktuella frågeställningar som identifierats är:

- Tillför HBV-indexet tillräckligt mycket till brandförebyggandet för att motivera användningen av både HBV och FWI?
- Hur kan överlämningen till markägaren efter en räddningsinsats förtydligas? Inte minst upplevs begreppet eftersläckning som förvirrande
- Vem har samordningsansvar vid bränder som sträcker sig över flera länsgränser?
- Hur ska försäkringsfrågorna lösas i de fall då brandhanteringen samtidigt involverar små oförsäkrade och små försäkrade markägare?
- Hur ska skogsbruk och räddningstjänst säkerställa att man har ett gott samarbete och möjlighet att ta del av varandras kunskap?
- Kan indata som väder- och markförhållanden tas fram med sådan rumslig och temporal upplösning att de blir användbara till brandspridningsmodeller som används operationellt vid insatser?
- Kan man tidigt digitalisera information om skogsmarkens brandbeskaffenhet, möjlighet att fylla vatten, åtkomst för räddningstjänst, möjlighet för fordon att mötas längs en väg med mera i ett tidigt planeringsskede, till exempel under skogsbruksplanläggningen?
- Kan vi utveckla kartstöd som identifierar strategiska platser för att fylla vatten/mötas?
- Kan skogsbruket göra motsvarande register som maskinringarna? Eller kan man ha en nationell "dashboard" där räddningstjänst och andra berörda kan göra avrop vid behov av exempelvis skogsmaskiner?
- Hur kan man på bästa sätt hantera det faktum att utboägandet ökar och fler människor bor långt ifrån sina fastigheter? Detta kan leda till att en snabb kommunikation och delaktighet i eventuellt släckning- eller efterbevakningsarbete försvåras.

De skogsbrandsrelaterade områden som rapportförfattarna identifierat som i störst behov av mer forskning är:

- Bättre kunskap om svenska marktäckets brandbeteende.
- Klimat och skogsbränder, framför allt kring svensk trädslagsblandning ur förebyggande perspektiv och hur skogsbränder påverkar skogens klimatbidrag.
- Virkesvärde och logistik för brandskadat virke. Tiden bör vara mogen att samla erfarenheterna av hanteringen av det brandskadade virket från sommaren 2018.
- De nordiska länderna bör verka för att stärka samarbetet kring de skogsbrandfrågor som rör riskförebyggande arbete. Idag fungerar det bra mellan Norge och Sverige men rimligen finns viktig kunskap även i Finland, Danmark och Baltikum.

Tidigare har ett svenskt forum saknats där samtliga aktörer, från myndigheter till forskare, kan diskutera skogsbrandsfrågor. Därför är det positivt att exempelvis Skogsbranddagarna planeras i Östersund och att liknande initiativ tagits av olika länsstyrelser.

En slutlig, internationell spaning är att det tvärvetenskapliga forskningsfältet Riskstudier blivit alltmer etablerat de senaste åren, där naturkatastrofer som skogsbränder ingår. Riskstudier strävar efter att öka förståelsen för risker genom att kombinera ämnen som kulturgeografi, psykologi, ekonomi och miljö- och policyvetenskap. Det är troligt att skogsbrandsfrågor i en allt större utsträckning kommer att studeras tvärvetenskapligt.

Referenser

- ATL. 2018. Många vill köpa brandskadat virke. URL: <https://www.atl.nu/skog/manga-vill-kopa-brandskadat-virke/> [Hämtad 2020-05-23].
- Ban, Y., Zhang, P. & Nascetti, A. 2020. Near Real-Time Wildfire Progression Monitoring with Sentinel-1 SAR Time Series and Deep Learning. Nature Research, 10.
- Björheden, R. 2019. Effekter på svenskt skogsbruk av sommaren 2018. Arbetsrapport 1012, Skogforsk, 1-28 s.
- Bäckström, L. & Grenert, P. 2019. Damage Assessment of the 2018 Swedish Forest Fires Using Sentinel-2 and Pleiades Data. BSc thesis, KTH Royal Institute of Technology, 1-36 s.
- CSA. 2020. WildFireSat: Enhancing Canada's ability to manage wildfires. URL: <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/wildfiresat/default.asp> [Hämtad 2020-06-11].
- Eriksson, A., Frisk, A., Hansson, L. & Nilsson, L. 2018. Förslag till åtgärder för att kompensera drabbade i skogsbruket för skador med anledning av skogsbränderna sommaren 2018. 15, Skogsstyrelsen, 1-74 s.
- FMI. 2019. Forest fires in Fennoscandia under changing climate and forest cover (IBA-ForestFires). URL: <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/iba-forest-fires> [Hämtad 2020-04-14].
- Formas. 2014. 17 miljoner till forskning om branden i Västmanland. forskning.se. URL: <https://www.forskning.se/2014/12/15/17-miljoner-till-forskning-om-branden-i-vastmanland/> [Hämtad 2020-07-06].
- FSC 2019. FSC-standard för skogsbruk i Sverige [Draft]. 1-95 s.
- Granström, A. 2008. Skogsbränder under ett förändrat klimat. MSB, 1-31 s.
- Grelle, A. Skogens kolbalans - återhämtning efter branden 2014. Vad lärde vi av skogsbranden 2014, 2019 Västerås. Formas.
- Harris Geospatial. 2020. Burn Indices Background. Harris Geospatial. URL: <https://www.harrisgeospatial.com/docs/BackgroundBurnIndices.html> [Hämtad 2020-08-20].
- I-CONIC. 2020. Our technology. I-CONIC Vision. URL: <https://i-conicvision.com/#technology> [Hämtad 2020-07-06].
- Johansson, R., Karlsson, R., Oscarsson, O. & Danielsson, E. 2015. Att använda, leda och samverka med frivilliga. MBS380, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 1-52 s.
- Justitiedepartementet 2003. Lag (2003:778) om skydd mot olyckor, 3 kap. Kommunens skyldigheter. Justitiedepartementet L4.
- Justitiedepartementet. 2018. En effektivare kommunal räddningstjänst, betänkande av 2017 års räddningstjänstutredning (SOU 2018:54). URL: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2018/06/sou-201854/>.

- LandSkogsbruk. 2019. Drönare används för att upptäcka skogsbränder. URL: <https://www.landskogsbruk.se/skog/dronare-anvands-for-att-upptacka-skogsbrander/> [Hämtad 2020-06-10].
- Leandersson, A. & Lillienberg, D. 2011. Nationell beredskap mot skogsbränder vid eventuellt förändrat klimat. Rapport 5371, Lunds Tekniska Universitet LTU, 1-99 s.
- Leapfrogs. 2019. Henrik Hagelin om WISE-FASS. URL: <https://www.leapfrogs.lu.se/alumni/2019/henrik-hagelin-wise-fass>.
- Lidskog 2019. Wildfires, responsibility and trust: public understanding of Sweden's largest wildfire. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34, 319-328.
- Mittuniversitetet. 2018. Sverige brinner: en studie av frivilliginsatser och lokalbefolkningens krisberedskap under skogsbränderna sommaren 2018. URL: <https://beta.miun.se/Forskning/forskningscentra/rcr/RCR---Forskning/Pagaende-projekt/projekt/sverige-brinner/> [Hämtad 2020-04-14].
- Mittuniversitetet. 2019. Att släcka bränder: En "Multiple Streams"-analys. URL: <https://beta.miun.se/Forskning/forskningscentra/rcr/RCR---Forskning/Pagaende-projekt/projekt/att-slacka-brander-en-multiple-streams-analys/> [Hämtad 2020-04-14].
- MSB 2016. Ansvar, samverkan, handling - Åtgärder för stärkt krisberedskap utifrån erfarenheterna från skogsbranden i Västmanland 2014 (Ju2015/1400/SSK). 1-94 s.
- MSB. 2019. MSB Brandbränsleklassificering. URL: <https://msb-bbk.metria.se/> [Hämtad 2020-05-22].
- MSB 2020a. Faktablad - MSB:s förstärkningsresurs för stöd till Samverkan och ledning (FSOL) 1-2 s.
- MSB. 2020b. Så många bränder upptäckte de skogsbrandbevakande flygen under 2019. URL: <http://www.mynewsdesk.com/se/msb/news/saa-maanga-braender-upptaেকে-de-skogsbrandbevakande-flygen-under-2019-401140> [Hämtad 2020-05-24].
- MSB. 2020c. Vägledning i skogsbrandsläckning, 2:a utgåvan. URL: <https://www.msb.se/sv/aktuellt/nyheter/2020/juni/uppdaterad-vagledning-i-skogsbrandslackning/> [Hämtad 2020-07-06].
- Niklasson, M. & Granström, A. 2000. Numbers and sizes of fires: Long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. *Ecology*, 8, 1484–1499.
- Norman, J. & Wickenberg, S. 2019. Modell för hur eftersläckningsarbete kan organiseras i områden med många berörda markägare. 1-78 s.
- Rauste, Y. Forest Fire Monitoring with Satellite Images. *Forest Fires and their Prevention in Russian and Finnish Karelia*, 2013 Mekrijärvi (FI). VTT Technical Research Centre of Finland.
- Rülcker, C., Angelstam, P. & Rosenberg, P. 1994. Naturlig branddynamik kan styra naturvård och skogsskötsel i boreal skog. Resultat 8, Skogforsk, 1-4 s.
- Räddningsledaren. 2018. Vid metod och teknik för släckning av skogsbränder. 3. URL: http://www.brandbefal.se/MineFiler/Dokumenter/RL_2018_03_LR.pdf [Hämtad 2020-06-01].

- Sjöström, J. & Granström, A. 2020. Skogsbränder och gräsbränder i Sverige - Trender och mönster under senare decennier. MSB, 1-104 s.
- Sjöström, J., Vermina Lundström, F. & Granström, A. 2018. Skogsbränder orsakade av skogsmaskiner. RISE Rapport 35, RISE, 1-33 s.
- Skog Supply. 2020. Väderstationer ska förebygga skogsbrand. URL: https://www.skog-supply.se/article/view/725800/vaderstationer_ska_forebygga_skogsbrand [Hämtad 2020-08-24].
- Skogforsk. 2017. Riskhantering avseende brand vid skogsarbete.
- Skogforsk 2020. ABSE 20 - Allmänna Bestämmelser för Skogsentreprenörer. Skogforsk, 1-18 s.
- Skogsstyrelsen. 2020a. Skogsstyrelsens statistikdatabas. Skogsstyrelsen. URL: <http://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/?rxid=03eb67a3-87d7-486d-acce-92fc8082735d> [Hämtad 2020-06-01].
- Skogsstyrelsen. 2020b. Åtgärden naturvårdsbränning. URL: <https://www.skogsstyrelsen.se/aga-skog/stod-och-bidrag/skogens-miljovarden/atgarden-naturvardsbranning/> [Hämtad 2020-05-27].
- Skötselskolan. 2020. Webbaserade utbildningar - för dig som arbetar i skogen! URL: <https://www.skotselskolan.se/> [Hämtad 2020-07-03].
- SLU. 2018. Är olika sorters skogar olika benägna att brinna, varför/varför inte? URL: <https://www.slu.se/ew-nyheter/2018/8/skogsbrander/> [Hämtad 2020-06-11].
- SMHI. 2020. Brandrisk i skog och mark. SMHI. URL: <http://www.smhi.se/brandrisk> [Hämtad 2020-04-27].
- SR. 2020. Drönare till stor hjälp vid skogsbränder. URL: <https://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=95&artikel=7461567> [Hämtad 2020-06-10].
- SVT. 2018. Skogsstyrelsen: "Använd fler drönare för att bekämpa skogsbränder". URL: <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/skogsstyrelsen-anvanda-fler-dronare-for-att-bekampa-skogsbrander> [Hämtad 2020-06-10].
- SVT. 2019. Forskare: Skogsägarnas ensidiga planteringar av barrskog orsakar våldsamma skogsbränder. URL: <https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/forskare-skogsagarnas-ensidiga-planteringar-av-barrskog-orsakar-valdsamma-skogsbrander> [Hämtad 2020-06-11].
- Trafikverket. 2017. Sveriges vägnät. URL: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Sveriges-vagnat/> [Hämtad 2020-07-03].
- Yang, W., Gardelin, M., Olsson, J. & Bosshard, T. 2015. Multi-variable bias correction: application of forest fire risk in present and future climate in Sweden. Nat Hazard Earth Sys, 15, 2037-2057.