

Utvärdering av en skiktad markfuktighetsmodell för brandriskprognoser

Marie Gardelin
SMHI

Räddningsverkets kontaktperson:
Leif Sandahl, Enheten för skadebegränsande verksamhet, telefon 054 - 13 53 12

Innehållsförteckning

Abstract	5
Sammanfattning	7
1. Bakgrund	9
2. Målsättning	9
3. Metod och databas	9
4. Resultat	11
4.1 Sammanställning av skogsbrandsstatistik från hela landet	11
4.2 Jämförelse med skogsbrandsstatistik för 14 testområden	16
5. Slutsatser och diskussion	19
6. Slutord	22
7. Referenser	22

Evaluation of a Layered Soil Moisture Model for Forest Fire Danger Forecasting

Abstract

This study provides an evaluation of the layered soil moisture model that has been used for forest fire danger forecasts at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) since 2002. The aim was to improve the description of the geographical variability of forest fire danger in the model. Calculated values of fire danger were compared to records of observed forest fires during the period 1996-2001 in 14 test areas in Sweden. Nation-wide records of forest fires were also analysed. The study showed considerable correlation between calculated fire danger values and the number of fires occurred, although the comparison gave diverging results in some test areas. The correlation to the burnt area was lower. In some cases, large forest areas were burnt even though the average fire danger values were low. There are however several sources of uncertainty in the study. These are mainly related to the short evaluation period, shortcomings in the method of the test area study and uncertainties in the fire records. The nation-wide fire records also showed increased fire occurrence in highly populated areas, which indicated the importance of circumstances that can not be taken into account by a soil moisture model. The results of this study alone could therefore not justify modifications of model parameters.

Sammanfattning

I denna studie har en utvärdering skett av den skiktade markfuktighetsmodell som sedan brandrisksäsongen 2002 används vid produktionen av SMHIs prognoser för skogsbrandsfara. Syftet har varit att ta fram underlag för eventuella justeringar av modellens beskrivning av skogsbrandsfarans geografiska variation. Modellberäkningar har jämförts med statistik över inträffade skogsbränder och nedbrunnen skogsareal under åren 1996-2001 i 14 testområden vilka representerar olika skogstyper och geografiska lägen i landet. En sammanställning har även gjorts av skogsbrandsstatistik från landets alla kommuner under samma tidsperiod.

Utvärderingen har visat att det finns en stor överensstämmelse mellan brandriskvärdernas geografiska variation och brandfrekvensen i olika regioner i landet. I de områden där det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt, har också antalet bränder varit lågt. Resultaten från två testområden avviker dock från de övriga. I ett av områdena inträffade betydligt fler bränder än i övriga områden, och i det andra området inträffade relativt få bränder trots att brandriskvärdena var höga. Sambandet mellan brandriskvärdena och den nedbrunna arealen är inte lika tydligt. I några områden har stora arealer brunnit trots att det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt.

Det är svårt att dra säkra slutsatser om betydelsen av de avvikelser som upptäckts i vissa regioner. Det finns flera källor till osäkerhet som gör det svårt att motivera en justering av modellen enbart baserat på denna undersökning. De parametervärden som för närvarande används i markfuktighetsmodellen grundas på mångårig användning av SMHIs hydrologiska avrinningsmodell i olika delar av landet. De största källorna till osäkerhet i studien är den korta tidsperioden för utvärderingen, de förenklingar som införts vid utvärderingen i de 14 testområdena samt osäkerheter i brandstatistiken. Bedömningen av modellen kan heller inte grundas enbart på skogsbrandsstatistik, eftersom även andra faktorer än klimat och naturförhållanden påverkar var det inträffar skogsbränder och hur stora arealer som brinner. Sammanställningen av den nationella skogsbrandsstatistiken visar t ex en tydlig ansamling av skogsbränder i tätbefolkade regioner.

Nyckelord: skogsbrand, skogsbrandsvarning, brandriskmodell, brandriskprognos, skogsbrandsstatistik

1. Bakgrund

Sedan 1996 har markfuktighetsberäkningar som baserats på en hydrologisk avrinningsmodell, HBV-modellen (Bergström, 1992; Lindström m fl, 1996), använts vid produktionen av SMHIs prognoser för skogsbrandsfara. Ursprungligen utnyttjades fuktighetsberäkningar för ett tunnt ytligt markskikt (Gardelin, 1996). Modellen har därefter vidareutvecklats (Gardelin, 2001) och under brandrisksäsongen 2002 började en skiktad markfuktighetsmodell användas i rutinproduktion. I den skiktade modellen utnyttjas, förutom fuktighetsberäkningar för det övre markskiktet, även beräkningar för djupare markskikt. Användningen av flerskiktsmodellen har framförallt medfört en förbättrad beskrivning av skogsbrandriskens säsongsvariation.

När flerskiktsmodellen utvecklades, utvärderades modellen mot skogsbrandsstatistik från två utvalda län där daglig statistik fanns tillgänglig för en tillräckligt lång period. Sedan 1996 sker insamling av daglig skogsbrandsstatistik från landets alla kommuner, vilket medför att det nu finns rikstäckande statistik tillgänglig från sex säsonger. Detta har gjort det möjligt att genomföra en första preliminär utvärdering för flera platser i landet.

2. Målsättning

Projektets målsättning har varit att utvärdera flerskiktsmodellen för skogsbrandsvarning mot statistik över inträffade skogsbränder i skilda delar av landet, samt att sammanställa och få en överblick över den nationella skogsbrandsstatistiken. Syftet har varit att ta fram underlag för eventuella justeringar av modellens beskrivning av skogsbrandsfarans geografiska variation.

3. Metod och databas

Simuleringar med flerskiktsmodellen har utförts med meteorologiska indata för åren 1996-2001 från 14 stationer i landet (se figur 1). Simuleringarna har utförts i det modellsystem som använts för brandriskprognoser under 2002, vilket innebär att regionala standardparametrar använts i modellen. En enkel beskrivning av flerskiktmodellen och de ingående parametervärdena ges av Gardelin (2001). Det viktade markfuktighetsvärdet som beskriver skogsbrandsrisken kallas *hbvs*, där *s* står för skogsbrand. *Hbvs* kan variera mellan värdena 0 och 100, där höga värden innebär hög markfuktighet. Av praktiska skäl redovisas här storheten *100-hbvs* vid jämförelser med brandstatistik, eftersom stigande värden då representerar stigande brandrisk.

Nr	Meteorologisk station	Ingående kommuner
1	Älvsbyn	Luleå, Övertorneå, Kalix, Älvsbyn, Piteå, Boden
2	Fredrika	Örnsköldsvik, Nordmaling, Bjurholm, Vindeln, Vännäs, Åsele, Lycksele
3	Torpshammar	Nordanstig, Ånge, Timrå, Sundsvall, Bräcke
4	Mora	Vansbro, Gagnef, Leksand, Rättvik, Orsa, Mora
5	Sala	Håbo, Uppsala, Enköping, Surahammar, Heby, Hallstahammar, Norberg, Västerås, Sala, Fagersta, Avesta
6	Norrköping	Vingåker, Nyköping, Flen, Katrineholm, Finspång, Norrköping, Söderköping
7	Sunne	Kil, Munkfors, Forshaga, Grums, Sunne, Karlstad, Hagfors, Arvika
8	Hällum	Grästorp, Essunga, Herrljunga, Vara, Götene, Lidköping, Skara, Falköping
9	Gladhammar	Hultsfred, Oskarshamn, Västervik, Vimmerby
10	Göteborg	Varberg, Kungsbacka, Härryda, Partille, Stenungsund, Tjörn, Orust, Ale, Lerum, Lilla Edet, Mark, Göteborg, Mölndal, Kungälv
11	Färösund	Gotland
12	Tomtabacken	Aneby, Vaggeryd, Jönköping, Nässjö, Sävsjö, Vetlanda, Eksjö, Tranås
13	Växjö	Uppvidinge, Lessebo, Tingsryd, Alvesta, Växjö, Emmaboda
14	Hörby	Staffanstorps, Svedala, Sjöbo, Hörby, Höör, Tomelilla, Lund, Eslöv

Figur 1. Meteorologiska stationer för modellsimuleringar och testområden för jämförelse med skogsbrandsstatistik.

Resultaten från modellsimuleringarna har jämförts med statistik över inträffade skogsbränder i ett antal kommuner kring de meteorologiska stationerna (se figur 1). Testområdena har valts ut för att representera olika skogstyper och geografiska lägen i landet. Områdenas storlek varierar mellan ca 3000 och 22000 km², vilket innebär att data från en enskild station i vissa fall fått representera ett mycket stort område. Detta är en förenkling och källa till osäkerhet i utvärderingen, eftersom klimatförhållandena kan variera mycket inom så stora områden. Utvärdering mot statistik från mindre områden skulle dock också bli osäker, eftersom statistikmaterialet då skulle bli mycket litet.

Utvärderingen av modellresultaten har skett mot Statistiska Centralbyråns statistik över antalet skogsbränder och den nedbrunna arealen på kommunnivå under åren 1996-2001. Främst har den huvudsakliga säsongen för brandriskvarningar studerats, dvs månaderna maj-augusti. Alla bränder

som i SCBs statistik klassats som "Produktiv skogsmark" eller "Annan trädbevuxen mark" har tagits med i studien. Statistiken har arealviktats, så att områden med olika storlek kunnat jämföras. Däremot har ingen hänsyn tagits till att andelen skogsmark är olika i kommunerna.

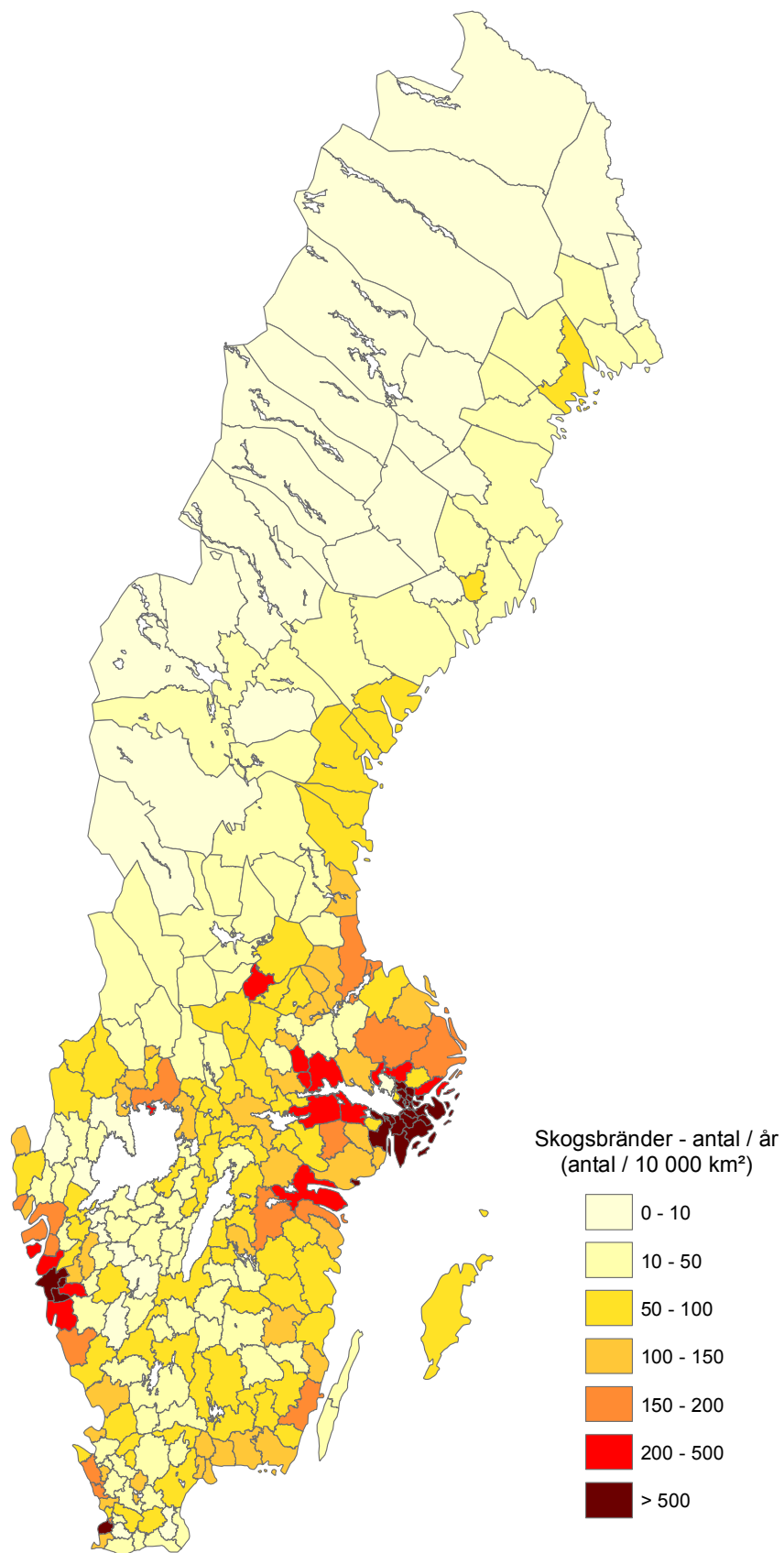
4. Resultat

4.1 Sammanställning av skogsbrandsstatistik från hela landet

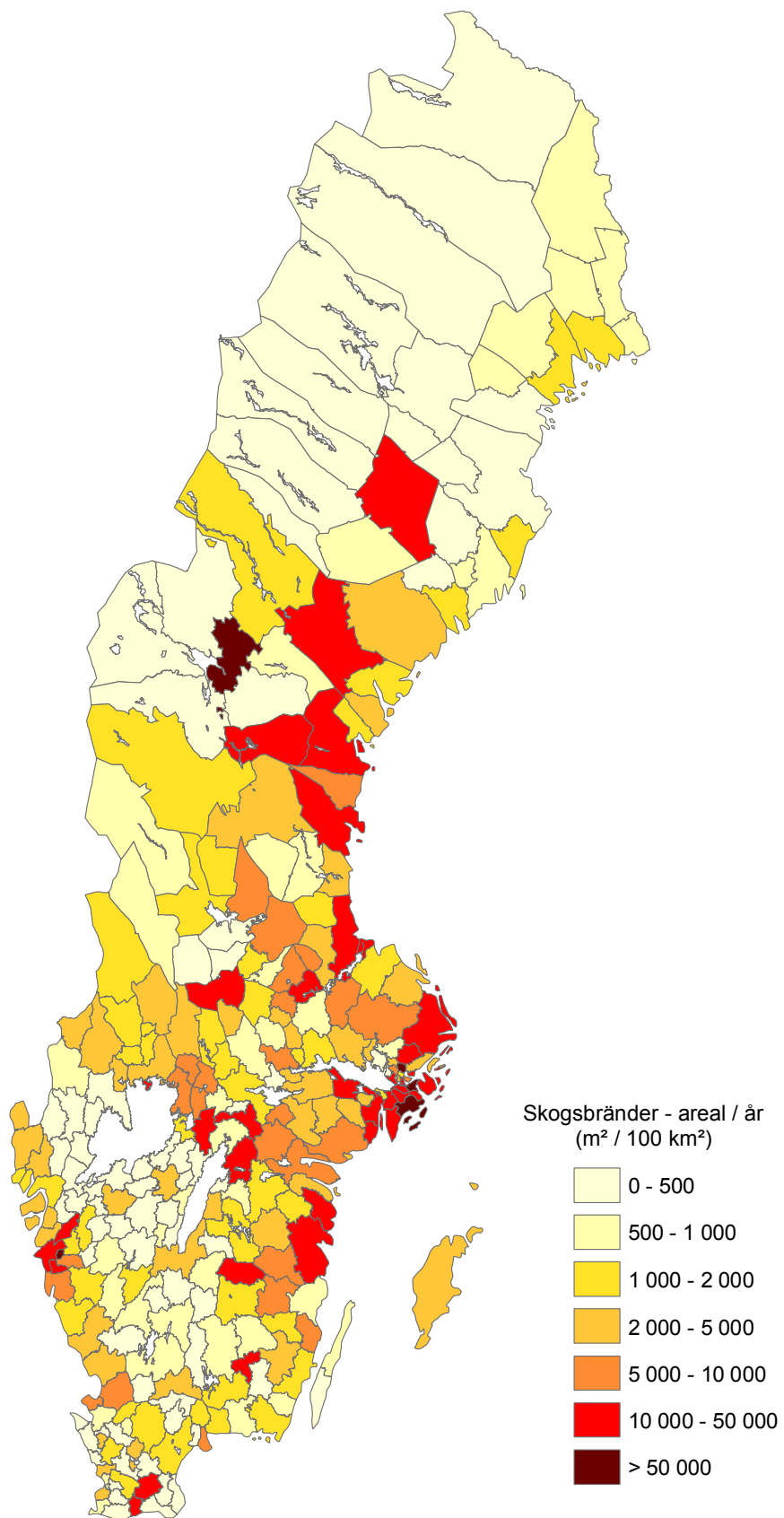
Statistiken över inträffade skogsbränder har sammanställts i kartor som visar arealviktade värden för antal skogsbränder och den nedbrunna skogsarealen i landets alla kommuner. I figur 2 och 3 visas de genomsnittliga årliga värdena för perioden 1996-2001, och i figur 4 och 5 visas de genomsnittliga månadsvärden för perioden april-september.

Årsstatistiken visar att det största antalet skogsbränder inträffade i de tätbefolkade storstadsregionerna kring Stockholm, Göteborg och Malmö. I övrigt inträffade många skogsbränder i Mälardalen, i östra och västligaste delarna av Götaland samt i östra Svealand. Stora skogsarealer har brunnit i de regioner som drabbats av många bränder, men även i kommuner i södra Norrlands kustland och inland, där antalet bränder varit få, har stora arealer brunnit.

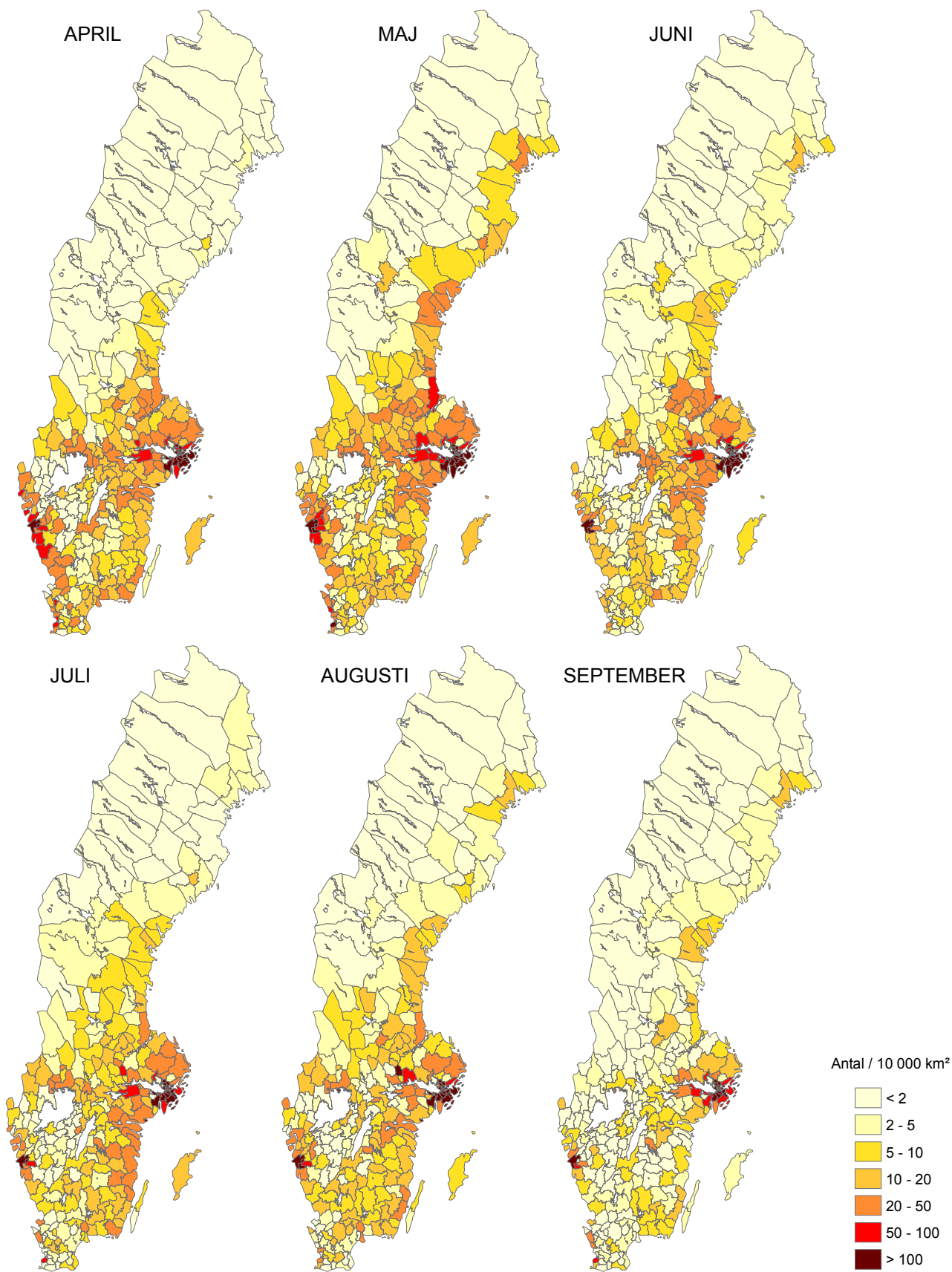
Månadsstatistiken visar samma regionala mönster som årsstatistiken. Under hela säsongen var antalet bränder i landet som störst i storstadsregionerna. I övrigt var antalet bränder stort i östra Götaland och östra Svealand. I västra Götaland och i Norrlands kustland inträffade många skogsbränder redan tidigt på säsongen. Under september inträffade betydligt färre bränder än under de övriga månaderna. Stora arealer har framförallt brunnit i de östra delarna av landet där många bränder inträffat, men under hela säsongen inträffar också större bränder spridda i Svealands och södra Norrlands inland.



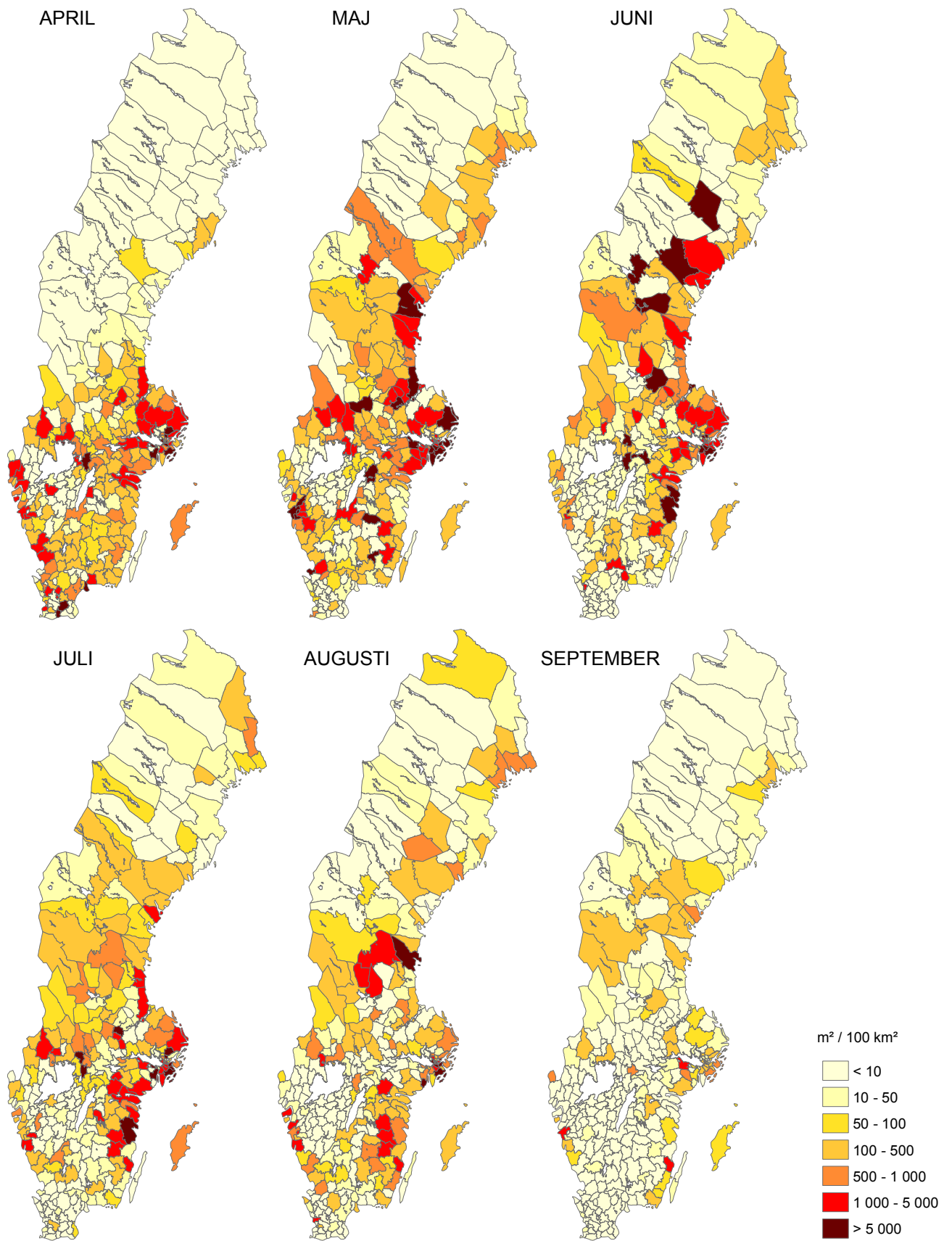
Figur 2. Årligt antal skogsbränder i landets kommuner. Genomsnittliga arealviktade värden baserade på statistik för perioden 1996-2001.



Figur 3. Årligt nedbrunnen skogsareal i landets kommuner. Genomsnittliga arealviktade värden baserade på statistik för perioden 1996-2001



Figur 4. Antalet skogsbränder per månad under perioden april-september i landets kommuner. Genomsnittliga arealviktade värden baserade på statistik för perioden 1996-2001.

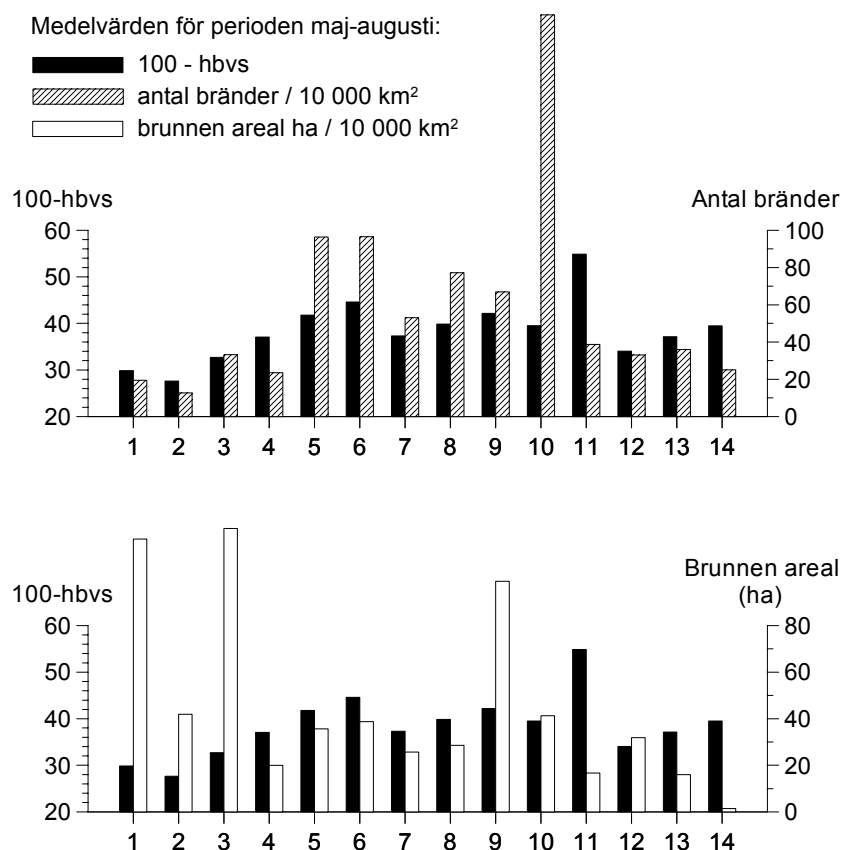


Figur 5. Nedbrunnen skogsareal per månad under perioden april-september i landets kommuner. Genomsnittliga arealviktade värden baserade på statistik för perioden 1996-2001.

4.2 Jämförelse med skogsbrandsstatistik för 14 testområden

De beräknade brandriskvärdena för månaderna maj-augusti har jämförts med antalet bränder och den nedbrunna arealen i de 14 testområdena. Figur 6 visar att de genomsnittliga brandriskvärdena (*100-hbvs*) varierar i olika delar av landet mellan cirka 30 och 55, vilket ungefär spänner över intervallen för brandriskindex 2 och 3. De lägsta brandriskvärdena återfinns i testområdena i Norrland (nr 1-3), medan de högsta värdena finns i östra delarna av Götaland och Svealand (nr 11, 6, 9 och 5). Brandriskvärdena på Gotland (nr 11) är märkbart högre än i övriga områden.

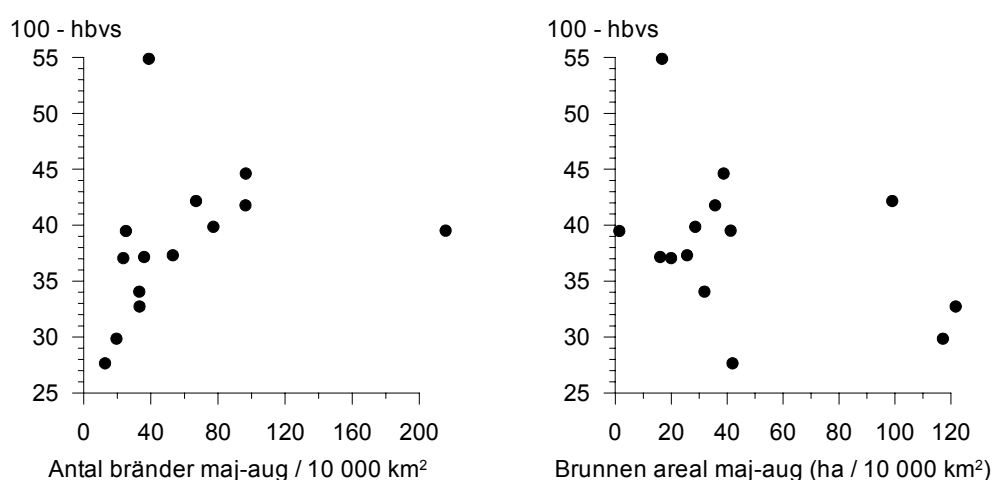
I område 10 (Göteborg) inträffade fler än dubbelt så många bränder som i något annat testområde. I övrigt var antalet bränder högt i de östra områdena (nr 5, 6 och 9) samt i område 8. De största skogsarealerna har brunnit i de norrländska områdena 1 och 3 samt i område 9 i östra Götaland.



Figur 6. Genomsnittligt brandriskvärde (100-hbvs) jämfört med antal skogsbränder (överst) och nedbrunnen areal (nederst) för perioden maj-augusti under åren 1996-2001 i 14 testområden.

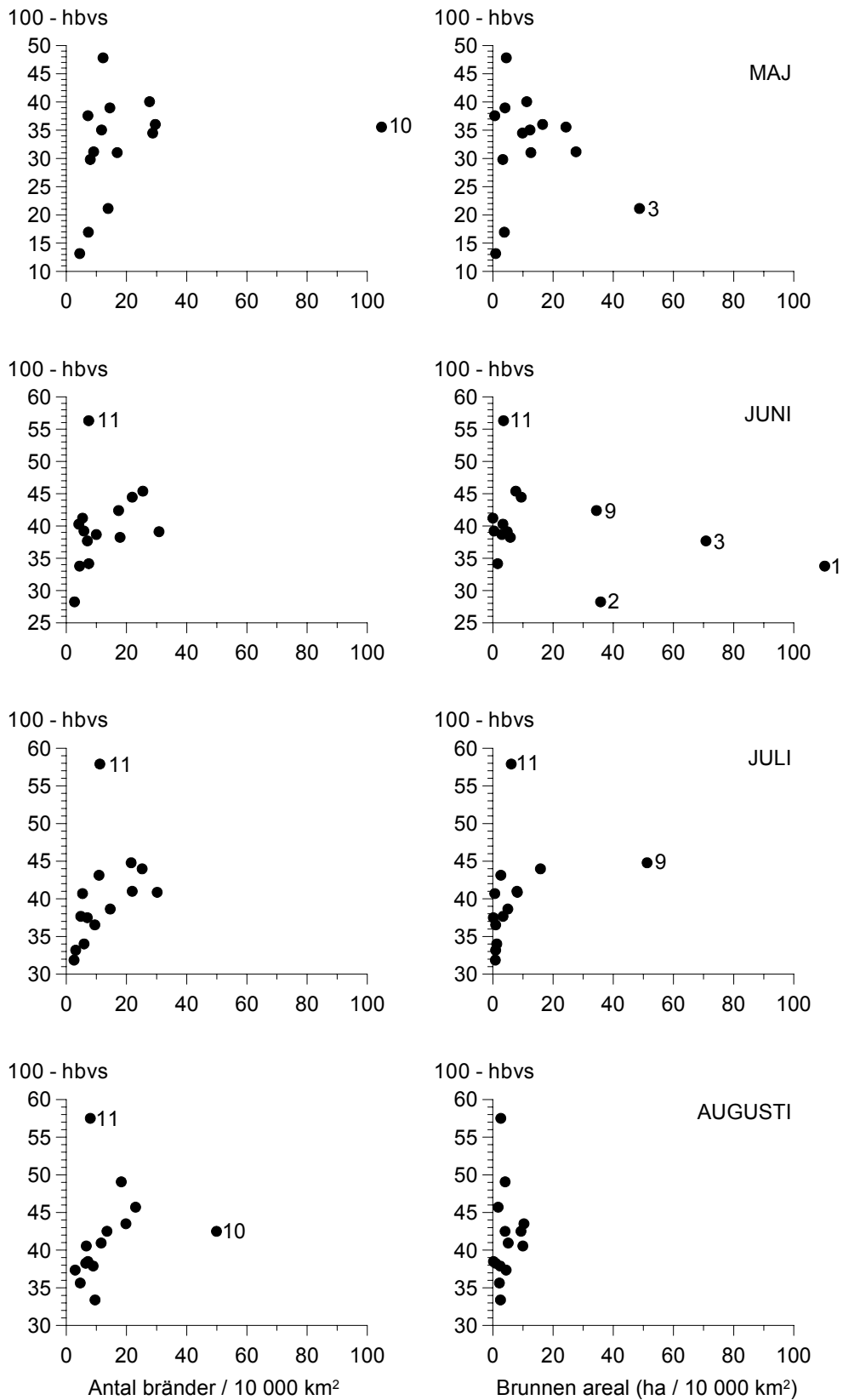
Figur 7 visar att det finns ett starkt samband mellan de beräknade brandriskvärdena och antalet bränder i de olika testområdena. I de områden där det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt, har också antalet bränder varit lågt. De två områden som avviker mest från de övriga är Göteborg (nr 10) och Fårösund (nr 11). I Göteborg inträffade betydligt fler bränder än i de övriga områdena, trots att brandriskvärdena inte var extremt höga. På Gotland däremot, inträffade relativt få bränder trots att brandriskvärdena var höga.

Sambandet mellan brandriskvärdena och den nedbrunna arealen är inte lika tydligt. Stora arealer har brunnit i t ex områdena 1 och 3, trots att det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt.



Figur 7. Genomsnittligt brandriskvärde (100-hbvs) jämfört med antal skogsbränder (till vänster) och nedbrunnen areal (till höger) för perioden maj-augusti under åren 1996-2001 för 14 testområden.

I figur 8 redovisas motsvarande samband separat för de enskilda månaderna under brandrisksäsongen. Diagrammen visar att sambandet mellan de beräknade brandriskvärdena och antalet skogsbränder är liknande under alla fyra månaderna. Vid låga genomsnittliga brandriskvärden har antalet bränder varit få. Trots relativt låga brandriskvärden har dock stora arealer brunnit under maj och juni i de norrländska områdena.



Figur 8. Genomsnittligt brandriskvärde (100-hbvs) per månad jämfört med antal skogsbränder per månad (till vänster) och nedbrunnen areal per månad (till höger) under perioden 1996-2001. (Numren på några av de 14 testområdena har markerats i figuren.)

5. Slutsatser och diskussion

Sammanställningen av den nationella skogsbrandsstatistiken har gett en värdefull överblick av hur antalet bränder och nedbrunnen areal varierat i landet. Den tillgängliga 6-årsperioden är dock en mycket kort period för att kunna dra säkra slutsatser om den långsiktiga regionala variationen.

Sammanställningen visar emellertid tydligt att det inte enbart är klimat och naturförhållanden som påverkar var det inträffar skogsbränder. I storstadsregionerna kring Stockholm, Göteborg och Malmö, där många människor vistas i naturen, var antalet bränder betydligt högre än i glesbefolkade regioner. Detta visar att det alltså är många olika faktorer, vilka inte kan beskrivas av en markfuktighetsmodell, som har betydelse för när och var det inträffar skogsbränder. Hur stor areal som brinner beror t ex på hur snabbt branden upptäcks och på släckningsresurser. Allmänna varningar och eldningsförbud, som utfärdas när brandriskmodellerna indikerar stor brandfara, påverkar också hur människor handskas med eld i naturen. Bedömningen av en brandriskmodells funktion kan därför inte enbart grundas på utvärdering mot brandstatistik.

Sammanställningen av den nationella statistiken har gett ett bra underlag för utvärderingen i de 14 testområdena. Resultaten för testområdena visar att det finns ett starkt samband mellan de beräknade brandriskvärdena och framförallt antalet inträffade bränder. I de områden där det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt, har också antalet bränder varit lågt. Sambandet mellan brandriskvärdena och den nedbrunna arealen är inte lika tydligt. I några områden har stora arealer brunnit trots att det genomsnittliga brandriskvärdet varit lågt.

När det gäller antalet bränder avviker resultaten i framförallt två områden. I Göteborgsområdet inträffade betydligt fler bränder än i de övriga områdena, trots att brandriskvärdena inte var extremt höga. På Gotland däremot, inträffade relativt få bränder trots att brandriskvärdena var höga. När det gäller nedbrunnen areal, så är det framförallt på försommaren som stora arealer har brunnit i de norrländska testområdena, trots att brandriskvärdena varit jämförelsevis låga.

Det stora antalet bränder i Göteborgsområdet jämfört med i övriga testområden, kan till stor del förklaras av att befolkningstätheten är hög och att fler människor därför vistas i naturen. Sammanställningen för hela landet (figur 2) visar tydligt att det högsta antalet bränder inträffar i storstadsregionerna. Statistiken för område 10 visar också att större andel av skogsbränderna (ca 40%) orsakats av mänsklig påverkan (dvs klassats som t ex "lägereld", "barns lek", "anlagd" eller "gräseldning") än i landet som helhet (ca 30%). Inom område 10 inträffade de flesta bränderna i kommunerna Göteborg, Partille och Mölndal, medan antalet bränder var betydligt lägre i de östra kommunerna Mark, Lilla Edet, Ale och Lerum. Modellberäkningarna för testområdet har baserats på nederbördsdata från meteorologiska stationen i Göteborg, vilken anses representera fastlandet i

de västligaste kommunerna väl. I de östra delarna av området är nederbörden allmänt cirka 10% högre. Att resultaten för Göteborgsområdet avviker från övriga testområden, beror alltså troligen inte på att modellen ger för låga brandriskvärden (endast tre testområden har högre värden), utan på att den mänskliga påverkan här är större än i de övriga testområdena.

Testområdet på Gotland (nr 11) avviker istället åt andra hållet jämfört med Göteborgsområdet. På Gotland var antalet bränder relativt lågt trots att modellen gav genomsnittligt höga brandriskvärden. Det är emellertid troligt att modellberäkningar som baseras på analyserade griddade data ger genomsnittligt lägre brandriskvärden på Gotland, än då data från meteorologiska stationen i Fårösund används. Stationen representerar norra Gotlandskusten och nederbörden är här allmänt cirka 10% lägre än på ön som helhet. Antalet dagar med nederbörd är också färre vid stationen än i de inre delarna av ön. I genomsnitt är antalet dagar med mer än 1 mm nederbörd 10-20 färre per år vid Fårösund än på stora delar av ön. Testsimuleringar som genomförts med brandriskmodellen, där nederbördsmängden korrigerats för att bättre representera huvuddelen av ön, sänkte brandriskvärdet med ungefär 2 enheter. I testet antogs att antalet dagar med nederbörd var oförändrat. En testsimulering då även antalet regndagar ökades, skulle ge en betydligt större sänkning av brandriskvärdena, men de skulle fortfarande vara höga. Dessa brandriskvärden kan ändå vara korrekta, trots att antalet bränder varit relativt lågt, eftersom det inte alltid behöver börja brinna för att det är torrt. Det behöver också ske en antändning för att en brand ska utbryta. Allmänna varningar och kännedom om att det är mycket torrt i naturen, kan göra att allmänheten är mer försiktig med eld. Område 11 är dessutom ett av de minsta testområdena där det totala antalet bränder som ingår i statistiken är litet, vilket gör utvärderingen särskilt osäker.

Sambandet mellan brandriskvärdena och den nedbrunna arealen är inte lika tydligt som sambandet med antalet bränder, vilket även visats i tidigare undersökningar av brandriskmodeller (Gardelin, 1996, 1997 och 2001). Det är framförallt i de norrländska testområdena som stora arealer brunnit på försommaren, trots att de genomsnittliga brandriskvärdena varit låga. De fåtal stora bränder som ger utslag i statistiken inträffade under två korta perioder i juni 1997 och i maj 1999. Brandriskvärdena var då betydligt högre än normalt för dessa månader (index 1-2), men de nådde ändå inte över index 3. Det är troligt att omfattningen av bränderna i de norrländska testområdena i stor utsträckning också beror av andra faktorer än markfuktigheten. Inom de här områdena finns stora sammanhängande skogsområden och räddningstjänsterna arbetar över stora områden. Hur stora arealer som brinner beror i stor utsträckning på t ex hur snabbt bränderna upptäcks och på hur och när släckningsresurserna sätts in.

Utvärderingens syfte har varit att ta fram underlag för eventuella justeringar av markfuktighetsmodellens parametervärden för att därigenom förbättra beskrivningen av brandriskens regionala variation. Studien har visat att det finns en stor överensstämmelse mellan brandriskvärdenas geografiska variation och brandfrekvensen i olika regioner i landet. Det är svårt att dra

säkra slutsatser om betydelsen av de avvikelser som upptäckts i vissa regioner. Det finns flera källor till osäkerhet som gör det svårt att motivera en justering av parametervärdena enbart baserat på denna undersökning. De värden som för närvarande används grundas på mångårig användning av HBV-modellen i olika delar av landet och liknande parametervärden används även i SMHIs vattenbalanskarta, som används för att beskriva den dagliga markvatten- och avrinningsituationen i landet.

Den största källan till osäkerhet i undersökningen är att utvärderingen omfattar en kort tidsperiod. Vidare har modellberäkningarna förenklats genom att data från endast en meteorologisk station använts i varje område. Detta ger osäkerheter genom att de olika stationerna representerar sina områden olika bra. I rutindrift används istället analyserade meteorologiska indata med upplösningen 22x22 km. Testområdenas storlek varierar också, vilket gör att omfattningen av det statistiska materialet varierar. Hänsyn har heller inte tagits till att andelen skogsmark är olika i de olika områdena. Vidare kan det finnas felkällor i skogsbrandsstatistiken, t ex genom att gräsbränder felaktigt kan ha klassats som skogsbränder eller att rapporteringen av bränder på annat sätt skiljer sig åt mellan de olika kommunerna. Det är också osäkert om samma brand i vissa fall kan ha rapporterats i flera kommuner.

6. Slutord

Denna studie har utförts vid SMHI med finansiering från Räddningsverket. Statistiska Centralbyrån har tillhandahållit skogsbrandsstatistik som rapporterats in av landets alla räddningstjänster. Anna Eklund har utfört testsimuleringar med flerskiktmodellen. Johan Andréasson, Daniel Björkert och Jenny Andersson har bearbetat skogsbrandsstatistiken. Till alla som bidragit till arbetet riktas ett stort tack.

7. Referenser

Bergström, S. (1992)

The HBV model - its structure and applications.

SMHI Reports Hydrology RH 4, Norrköping

Gardelin, M. (1996)

Brandriskprognoser med hjälp av en hydrologisk modell - Slutrapport.

FoU-rapport R53-127/96, Statens Räddningsverk, Karlstad

Gardelin, M. (1997)

Brandriskprognoser med hjälp av en kanadensisk skogsbrandsmodell.

FoU-rapport P21-168/97, Statens Räddningsverk, Karlstad

Gardelin, M. (2001)

Brandriskprognoser med hjälp av en skiktad markfuktighetsmodell – vidareutveckling av HBV-modellen.

FoU-rapport P21-389/01, Statens Räddningsverk, Karlstad

Lindström, G., Gardelin, M., Johansson, B., Persson, M. och

Bergström, S. (1996)

HBV-96 - En areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin.

SMHI, Reports Hydrology, RH 12, Norrköping