



Klimatförändringarnas effekt på gräsbrandsrisken i Europa

Johan Sjöström
Frida Vermina Plathner

BRANDFORSK
2026:1



**BRAND
FORSK**

Referensgrupp

Mattias Delin, Brandforsk

Axel Mossberg, Bengt Dahlgren

Peter Berg, SMHI

Pelle Håkansson, Eld och Vatten

Jenny Sander, MSB

Martin Olander, Brandskyddslaget

Sökord: Gräsbrand, skogsbrand, vegetationsbrand, klimatförändringar, vår, snösmältning, WUI

Key-words: Grass fires; wildfires; climate change; litter; snow melt; spring; WUI;

Denna rapport utgör ett slutligt arbetsmanuskript för det rubricerade projektet. Den officiella projektrapporten, till vilken referens bör ske återfinns på RISE:s hemsida:

Klimatförändringarnas effekt på gräsbrandsrisken i Europa.

www.ri.se

BRANDFORSK
2026:1

Abstract

European spring grassfire danger in a changing climate

Wildfires constitute a frequent example of climate change impact. Fire-prone weather has increased across much of the world and contributes to a global rise of wildfire disasters. Changing drought patterns affect Mediterranean regions (California, Chile, South Africa) while boreal forests are drying more rapidly during warm summer days.

In southern Europe, large and intense fires occur during high summer causing fatalities and affect buildings and ecosystems. In other (north and east) more mesic parts of Europe, smaller early-spring fires are most numerous. For Scandinavia, these are the fires that cause the greatest damage to people and buildings.

In eastern and northern Europe, cold winter weather leads to senescence of grasses and herbs. As sunlight and temperatures rise in dry spring air, this highly flammable litter dries quickly and can spread flames much faster than typically observed for forest fires. However, the grass-fire season lasts only a few weeks until fresh green grass, with high moisture content, emerges through the litter. Thus, grasses become flammable in different weather conditions than forests, and their seasons are often separated in time.

While the impact of climate change to increasing *forest fire* danger is well established, changes of *grassfire* risks are not yet studied. An expected increase of dry and warm early-summer weather would typically increase spread rates, and reduced snow cover expose more litter, thus enabling fire for dry conditions. By contrast, shorter snow seasons and warmer winters accelerates green-up which impedes fire spread potential. Reduced solar radiation and changes in dry winds, cloudiness, and precipitation patterns are also important factors whose influence on grassfire risk remains uncertain.

Here we calculate rate of spread in spring grasslands using the Swedish grass fire danger model. Using two scenarios with five independent climate models each, grassfire risks in ten European regions are assessed towards the end of this century in terms of (i) the number of risk days and (ii) each season's maximum spread rate.

The results show that in all non-mountainous regions both the number of risk days and the season's maximum risk peak are projected to decrease. Under RCP8.5, maximum spread rates decrease by roughly 10% across most lowland regions between the reference period (2006-2035) to the 30-years period (2071-2100). The number of risk days also decrease with 11% to 35%, depending on region, with the greatest reductions occur in places where the largest proportion of snow days is expected to disappear. Faster onset of grass growth shifts the combustible season into less dry weather. In these cases, increased temperatures actually lead to lower flammability through a phenological shift.

The Scandes exhibit only small changes while both the Alps and the Carpathians display increasing numbers of risk days. Spatial variability across the mountain regions is large and, in contrast to the lowlands, the areas with the greatest snow loss also show the largest *increase* in risk days. This trend is driven by more fire-prone (dry and windy) weather during the early winter months, when grassfire risk rises by increasingly exposed litter layer before the onset of green-up.

Innehåll

Abstract.....	1
Innehåll.....	2
Förord.....	3
Sammanfattning	4
1 Bakgrund	6
1.1 Vårens gräsbränder och dess effekter	6
1.2 Klimatförändringar och bränder	8
2 Svenska varningsmodellen för gräsbrandsrisk	9
3 Metod.....	11
3.1 Dataunderlag	11
3.1.1 Regionindelning	11
3.1.2 Klimatmodeller.....	12
3.2 Gräsbrandsrisk baserat på dygnsdata	14
3.3 Bearbetning av resultat	16
4 Resultat.....	17
4.1 Snö dagar och säsongsvariation	17
4.2 Antalet riskdagar	19
4.2.1 Nuläge.....	19
4.2.2 Förändring av riskdagar	20
4.3 Maximal spridningshastighet.....	24
5 Diskussion	25
6 Slutsatser	26
7 Referenser	27
Appendix I – Ytterligare figurer	1
Appendix II – Algoritmen för spridningsmodellen.....	1
Appendix III – Algoritmen och utvärdering av dyngs-proxy	1
Appendix IV – Bestäm I_{max} utifrån I_{medel}	1

Förord

Trots att de utgör den vanligaste formen av bränder globalt och trots att de visat sig vara de mest skadliga bränderna i skandinaviska förhållanden, är gräsbränder alltid mindre omtalade än de mer dramatiska skogsbränderna. Många studier har fokuserat på hur framtidens antagligen blir vanligare och intensivare givet en allt varmare värld men än så länge har ingen ställt sig samma fråga gällande gräsbränderna.

Vi är därför mycket tacksamma för Brandforsks finansiering av denna framtidsutblick där gräsbrandsrisk studeras fram till år 2100. Den svenska modellen för gräsbrandsvarning appliceras på tio regioner där kalla vintrar leder till typiska gräsbränder under våren.

Vi vill också tacka referensgruppen bestående av Peter Berg (SMHI), Mattias Delin (Brandforsk), Pelle Håkansson (Eld och Vatten), Axel Mossberg (Bengt Dahlgren), Martin Olander (Brandskyddslaget) och Jenny Sander (MSB) för diskussioner och kommentarer. Dessutom har Robert Svensson (RISE) och Alastair Temple (numera på Arup) bidragit med inledande diskussioner.

Göteborg och Malmö, 10 februari 2026

Sammanfattning

Skogsbränder förekommer ofta som varnande exempel på klimatförändringars effekter. Brandbenäget väder har ökat över större delen av världen och bidrar tillsammans med förändrad markanvändning och demografi till en global ökning av brandkatastrofer. Förändrade torrperiodsmönster påverkar exempelvis Kalifornien, Chile och Sydafrika medan de boreala skogarna torkar upp snabbare under varmare sommar dagar.

I Europa pågår de största och mest intensiva bränderna under högsommaren runt medelhavet och i Portugal. Det är dessa bränder som orsakar dödsfall, förstör byggnader och infrastruktur samt påverkar redan hårt stressade ekosystem. I andra delar av Europa, såsom i norr och i öster, är det faktiskt de mindre bränderna under vårkanten som är flest till antal. För Sverige och Norge har det också visats att det är just dessa bränder som i hög grad skadar människor och byggnader.

I östra och norra Europa dör gräs och andra örter under vinterns kyla. När solen och temperaturen stiger i torr vårluft torkar den lättantändliga gräsförnan snabbt upp och kan sprida flammor mycket snabbare än vid motsvarande förutsättningar i skogsmark. Gräsbrandssäsongen avtar dock efter några veckor när årets färska och fuktrika gräs växer in i förnan. Grönt gräs har en exponentiellt begränsande inverkan på spridningen och säsongerna för gräsbränder och skogsbränder är därför ofta helt separerade i tid.

Klimatförändringarna påverkan på själva skogsbrandsrisken är väl etablerad men hur påverkar den risken för de snabba och oberäkneliga gräsbränderna i vår del av Europa? Tidigare forskning visar på högre förekomst av torrt och varmt försommarväder, något som även torde ha bäring på vårens gräsbrandsrisk. Minskat i snötäcke, som med all tydlighet pågår, blottlägger mer gräsförna och därmed ökar antalet möjliga branddagar. Å andra sidan leder en kortare snöperiod och varmare senvinter till tidigare uppväxt av grönt gräs, vilket minskar benägenheten för snabb spridning. Dessutom, en tidigare gräsbrandssäsong innebär att den så betydelsefulla solstrålningen minskar. Effekten av torra vindar, förändrad molnighet eller förändrad nederbördsfördelning är också viktiga parametrar vars inverkan på gräsbrandsrisken vi inte med säkerhet kan tyda.

Då studier av enskilda väderparametrar inte räcker används här alla relevanta väderstorheter för att beräkna flamspridningshastighet i gräsmark under våren enligt den svenska varningsmodellen för gräsbrand. Vi utgår från två vedertagna klimatscenarier, det milda och mindre troliga RCP4.5 och det tuffare RCP8.5, som precis överskrider nuvarande utfall av växthusgasutsläpp. För varje scenario används fem olika klimatmodeller som beräknar gräsbrandsrisken i tio europeiska regioner:

- Tornedalen – Arktiskt klimat med lång vinter och ihållande snötäcke
- Finska karelen – Snörikt och kallt
- Örebro län – Varierat snötäcke och mindre kalla vintrar
- Litauen – Kalla vintrar med kraftigt minskande snötäcke
- Brandenburg – Befolkningstätt inlandsområde med få snö dagar
- Wales – Kustnära och mycket gräsrik region med ytterst få vita vintrar
- Donaudeltat – Kalla vintrar och föremål för de största vårbränderna i Europa
- Sydnorska Skanderna – Snö- och nederbördsrikt bergsområde >800 m ö.h.
- Rumänska Karpaterna – Örtdominerad mark >800 m ö.h., många vårbränder
- Österrikiska alperna – Berg >800 m ö.h. i fokus för europeisk klimatförändring

Då själva riskindex för en gräsbrandsvarning är flamspridningshastighet, karakteriseras varje säsongs risknivå med antalet riskdagar, alltså dagar där potentiell spridningshastighet under minst en timme överskrider $20 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ (utgörande medel av risk-kategorin *Hög gräsbrandsrisk*), samt säsongen högsta spridningshastighet, $R_n^{\max}$.

Tabell 1. Beräknade förändringar enligt RCP8.5 mellan perioden (2006 – 2035) och (2071 – 2100) av antalet riskdagar, säsongens maximala spridningsindex ($R_n^{\max}$) samt förändringen i antalet snödagar. Värden inom parentes anger förändringen i procent relaterat till perioden 2006 – 2035.

Region	Förändring antal riskdagar [dagar, (%)]	Förändring $R_n^{\max}$ [$\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$, (%)]	Förändring antalet snödagar [dagar, (%)]
Tornedalen	-2.0 (-11 %)	-4.3 (-10 %)	-50 (-31 %)
Karelen	-2.4 (-12 %)	-4.6 (-11 %)	-59 (-46 %)
Örebro	-4.3 (-16 %)	-4.2 (-9.4 %)	-47 (-67 %)
Litauen	-5.9 (-21 %)	-5.0 (-11 %)	-37 (-74 %)
Brandenburg	-8.1 (-24 %)	-4.5 (-10 %)	-14 (-83 %)
Wales	-11.1 (-35 %)	-4.9 (-11 %)	-4.3 (-85 %)
Donaudeltat	-8.6 (-16 %)	-2.0 (-3.7 %)	-4.1 (-81 %)
Skanderna	-0.2 (-1.0 %)	-0.3 (-0.8 %)	-50 (-25 %)
Karpaterna	+4.5 (+14 %)	+0.5 (+1.1 %)	-44 (-56 %)
Alperna	+6.7 (+22 %)	+3.8 (+8.3 %)	-56 (-43 %)

Resultaten visar att alla regioner (bergsområden undantaget) förväntas få en minskning av både antalet riskdagar och säsongens maximala risktopp. Jämför vi århundradets sista 30 år (2071 – 2100) med referensperioden (2006 – 2035) för RCP8.5, minskar det maximala spridningsvärdet med ca 10% för de flesta låglandsregioner. Antalet riskdagar minskar också i varierande grad mellan 11 och 35% med kraftigare minskningen där störst andel av snödagarna förväntas försvinna. Det är den snabbare inväxten av grönt gräs som förskjuter den brännbara säsongen mot mindre torrt vårväder. Förändringar innebär alltså mindre brännbarhet genom ett fenologiskt skifte.

I Skanderna ser vi enbart små förändringar men i både Alperna och Karpaterna ökar antalet riskdagar. Ökningen är markant i medeltal men spatial variation över bergsregionerna är stor. Till skillnad från låglandsregionerna är det områden som förväntas erfara kraftigast minskning av snötäcket som också visar störst *ökning* av antalet riskdagar. Bakom denna trend ser vi ett mer brandbenäget (torrt och blåsig) väder under säsongens tidiga vintermånader där ett minskat snötäcke blottlägger förnan och ökar brandrisken eftersom det gröna gräset ännu inte hunnit växa in.

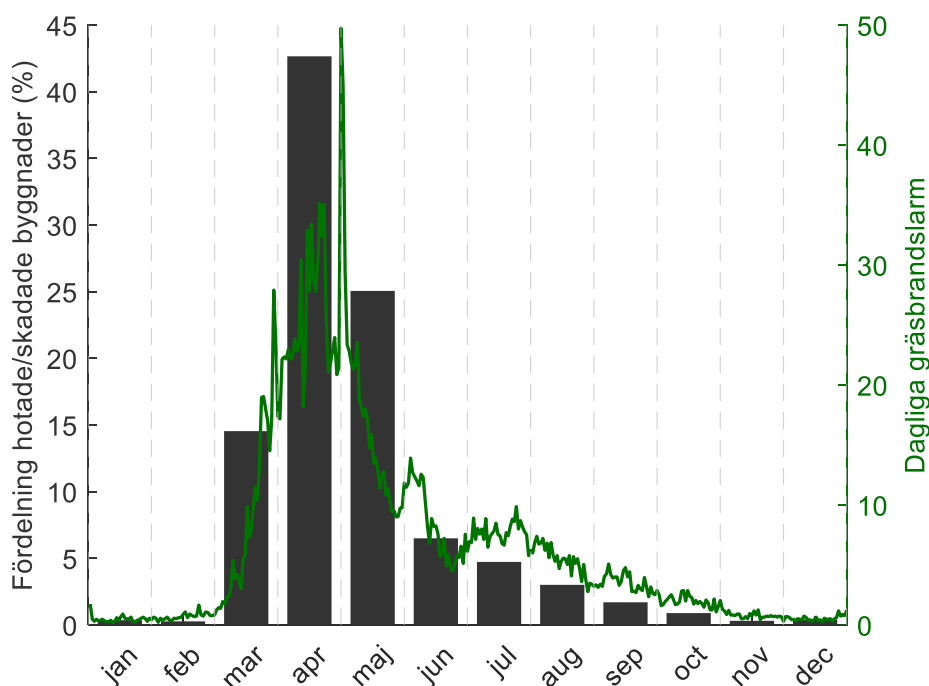
Så trots att vi förväntar oss en klimatologisk ökning av *skogsbrandsrisken* så ser vi också en viss minskning *gräsbrandsrisken* på våren. Detta gäller dock enbart den väderbaserade delen av risk och den lokala risken som helhet är också starkt förknippad med landskapet och hur vi hanterar (eller inte hanterar) marken och dess bränslen.

1 Bakgrund

1.1 Vårens gräsbränder och dess effekter

I Sverige sker årligen många bränder i skog och mark. Beroende på väder så varierar antalet utryckningar från räddningstjänsten mellan 2200 st för riktigt blöta år (exempelvis 2012) och 8500 st under riktigt torra år (exempelvis 1997). De allra flesta är små, färre än 10% brinner på en yta över 0.5 hektar (ha) och färre än 1% blir större än 10 ha (Sjöström & Granström, 2020). Trots att skogsbränder ofta ligger i fokus i samhällsdiskussionen sker omkring hälften av alla utryckningar till bränder i öppen mark. Långt innan förnan i skogen torkat upp till försommaren har bränder spridit sig i öppna marker med lätt dött bränsle från förra året, främst gräsmarker.

Efter snösmältning, eller efter en blöt och kall vinter i södra Sverige, är det gott om fjolårsgräs och andra döda örter på öppna marker. Vackra vårdagar karakteriseras av mycket låg luftfuktighet över dessa marker som dessutom är exponerade för vind och solinstrålning. På enbart några timmar kan då fjolårsförnan torka upp och bli brännbar, redan eftermiddagen efter att det regnat under natten (Sjöström & Granström, 2023a).

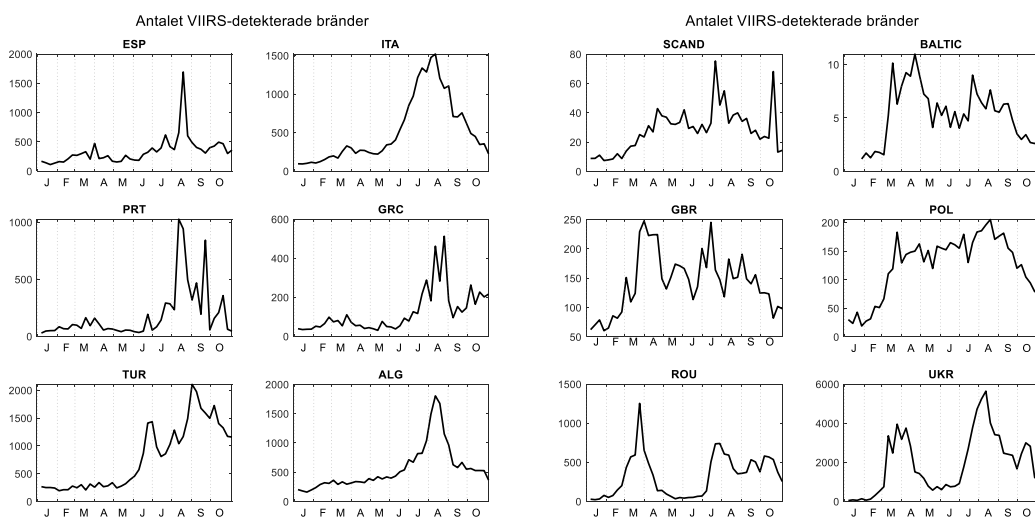


Figur 1. Vänster: Säsongens månadfördelning över byggnader som skadas eller hotas av vegetationsbränder i Sverige (Vermina Plathner m. fl. 2025). Höger: Medelvärde (1996 - 2018) av dagligt antal larm på bränder i öppen mark (Sjöström & Granström 2020)

Det hastiga förloppet när detta fluffiga bränsle brinner bidrar till en kortvarig men intensiv flamfront som sprider sig mycket snabbare än typiska bränder i skogsmark. Spridningshastighet är lätt att underskatta (Sjöström & Granström, 2023b) och det är just vid små bränder under våreftermiddagar, inte under hög skogsbrandsrisk, som flest hus och människor skadas av svenska vegetationsbränder (Vermina Plathner m. fl. 2025). Fördelningarna över larm om gräsbränder och de över hotade/skadade hus följer varandra väl (Figur 1). I genomsnitt hotas årligen över 150 byggnader i Sverige av

vegetationsbränder och 30 av dessa antänds, oftast i små bränder i öppna landskap under våren. Utöver byggnader så skadas i snitt ca 18 personer så att de behöver uppsöka sjukvård och i medeltal dör strax över en person årligen i svenska vegetationsbränder (Vermina Plathner m. fl. 2025). Liknande resultat med vårbränders dominans vid husantändning har beskrivits för Norge (Fjellgaard Mikalsen m. fl. 2025).

Även i andra delar av Europa med mindre snötäcke sker fler vegetationsbränder på öppna marker och under typisk låg skogsbrandsrisk. I Storbritannien har studier visat att växtfenologi, alltså växtlighetens påverkan av årstiderna, är mer betydelsefullt för antalet bränder än skogsbrandsrisk (Nikonovas m. fl. 2024). Även i Tyskland, Ukraina och Ungern sker fler bränder under våren än under sommaren (Camia m. fl. 2014), se Figur 2. Vissa år härjar kontinentens största bränder i Rumäniens Donaudelta (Almeida m. fl. 2024), senast mars/april 2025 brann över tusen hektar känsliga gräsmarker i Wales (BBC 2025) och i april 2025 drabbades Polens största nationalpark, Biebrza National Park, av en omfattande brand (NFP 2025). Gemensamt för alla dessa områden är att gräs dör under den kallare vintern och den döda gräsförnan är mycket brandbenägen på våren fram till att grönt gräs växer in. Det gröna, färska gräset har en stor påverkan på brandspridning på grund av dess höga fukttinnehåll (ca 250%), även vid torrt väder. Enbart 10% grönt gräs bidrar alltså till att den kombinerade fuktkvoten i gräsmarken överstiger 25%, vilket överskrider gränsen för flamspridning.



Figur 2. VIIRS-detekterade bränder (medelvärde över 2012 - 2025) För områden kring medelhavet (vänster: Spanien, Italien, Portugal, Grekland, Turkiet och Algeriet) samt för områden i norra och östra Europa (höger: Skandinavien, Baltikum, Storbritannien, Polen, Rumänien och Ukraina) (Camia m. fl. 2014).

Liknande gräsbränder i vinterdött gräs har genom åren också skapat stora rubriker då exempelvis Marshallbranden i Colorado, 30 december 2021, spred sig med en medelhastighet på över 80 meter per minut och förstörde över 1000 byggnader (Fovell m. fl. 2022). Gräsbränder är också globalt sett den vanligaste typen av vegetationsbränder som både formar savanner och orsakar katastrofer som den i Lāhainā på Hawaii, 2023 (med över 100 dödsfall, Rains 2023). Många av dessa gräsmarker består dock av gräsförna som dött av torka eller höga temperaturer och skiljer sig därmed ut sig från de europeiska bränderna vi studerar i denna rapport.

1.2 Klimatförändringar och bränder

Trots att den totala brända arealen och det globala antalet bränder minskar, i huvudsak till följd av att savannbränder blivit färre genom ett mer rationaliserat jordbruk i Afrika och Asien (Andela m. fl. 2017), ökar brandrisken i skogsmark och förekomsten av brandkatastrofer världen över (Cunningham m. fl. 2025). I de nordamerikanska och asiatiska boreala skogarna ökar både den brända arealen och utsläppen på grund av varmare och torrare väderförhållanden (Jones m. fl. 2022). I tätbefolkade områden med medelhavsklimat, såsom södra Europa, Kalifornien, Chile och Sydamerika, bidrar förändrade torrperioder tillsammans med förändringar i markanvändning och demografi till en kraftig ökning av intensiva bränder. Även om fler faktorer samverkar är kopplingen mellan klimatförändringar och ökade bränder i busk- och skogsmark tydlig (Kelley m. fl. 2025).

I Sverige förväntas skogsbrandsrisken öka under detta århundrade. Den största ökningen prognostiseras för de sydöstra landskapen och längs norrlandskusten (Berg m. fl. 2024). Det är inte främst längre torrperioder som driver denna utveckling, utan höjda middagstemperaturer som inte kompenseras tillräckligt av ett ökat vatteninnehåll i luften. Tillsammans leder detta till en lägre relativ luftfuktighet (RH), vilket i sin tur accelererar uttorkningen av bränslet, särskilt de lätta och snabbtorkande bränslekomponenterna. De största förändringarna har hittills observerats under den tidiga skogsbrandssäsongen i maj (Sjöström m. fl. 2025).

De modeller som används för att beskriva framtida brandrisk i vegetation domineras helt av den kanadensiska modellen för meteorologisk skogsbrandrisk, den så kallade FWI-modellen (Lawson & Armitage 2008). Hur motsvarande klimattrender påverkar risken för vårens gräsbränder är däremot inte utforskat.

Eftermiddagarnas lägre luftfuktighet, RH, har stor betydelse för brännbarheten i gräsförna och förändringen verkar vara kraftigast tidigt på året. Ett minskat snötäcke blottlägger mer förna för solexponering. Både dessa trender torde öka risken för snabb flamspridning. Samtidigt kan varmare senvintrar och ett minskande snötäcke bidra till en tidigare inväxt av grönt gräs, vilket istället minskar gräsbrandsrisken. Dessutom, mer molnighet och en (under en tidigare säsong) lägre stående sol minskar dessutom uttorkningshastigheten av gräsförna. Hur vårens regnmönster och vindhastigheter under torra förhållanden påverkar risken vet vi därtill inget om.

För att kunna svara på om risken för nord- och östeuropeiska gräsbränder förväntas öka under århundradet måste vi helt enkelt beräkna spridningsrisk dag för dag med klimatmodeller. Det går inte att isolera förändringar i olika väderparametrar var för sig utan de måste kombineras för att se hur förändringar i snötäcke, grön inväxt, förnans fuktkvot och vindhastigheter tillsammans påverkar vårens gräsbrandsrisk.

2 Svenska varningsmodellen för gräsbrandsrisk

Den svenska varningsmodellen för vårens gräsbränder har varit operativ sedan 2021. Modellen utvecklades efter att en äldre modell, baserad på relativ luftfuktighet (Andréasson & Gardelin 2002), bedömdes ta otillräcklig hänsyn till inväxt av grönt gräs och därför ofta slå om från hög brandrisk till ”slut på säsongen” från en dag till en annan.

Den nya modellen (Sjöström & Granström 2023a) uppdateras på timbasis och inkluderar fler väderparametrar samt inväxt av grönt gräs vid beräkning av spridningshastighet. Beräkningsalgoritmen baseras på vedertagna modeller över spridningshastighet i helt torrt och dött gräs (R_W) samt hur denna reduceras när bränslets fuktkvot överskrider noll (ϕ_{mc}) (Cheney m. fl. 1998). Genom laboratorieförsök har fuktkvoten i dött gräs bestämts vid temperaturer som är relevanta för tidig vår (tidigare bara vid 21 °C). En fenologisk modell för inväxten av grönt gräs i Sverige har utvecklats baserat på 5000 dokumenterade gräsbränder under en 25-årsperiod. Slutligen har en serie experimentbränder (från snösmältning till sommar) använts för att beräkna den gröna gräsinväxtens effekt på spridningshastigheten i förnan (ϕ_c) (Sjöström & Granström 2023a).

Precis som den vanliga skogsbrandsmodellen, vilken baseras på ett modellsystem av en fullsluten kanadensisk tallskog, utgår gräsbrandsmodellen från plan öppen mark med snöpressad gräsförna vars torrmasa uppgår till 300 g·m⁻². Modellen beräknar vad förnans jämviktsfuktkvot (Equilibrium Moisture Content - EMC) är och hur snabbt bränslet torkar (eller uppfuktas) mot denna jämvikt. Sedan beräknas spridningshastighet utifrån rådande fuktkvot, grön gräsinväxt och vindhastighet. Modellen beaktar alltså följande parametrar:

Tabell 2. Väderparametrar i varningsmodellen för gräsbrandsrisk.

Parameter	Beteckning och enhet	Kommentar
Dygnet medelvärde av lufttemperatur (2 m höjd)	$\bar{T}_{air}$ [°C]	Används tillsammans med snötäcke för att beräkna inväxten av grönt gräs
Markens snötäckningsgrad (per dygn)	snc [%]	Används tillsammans med medeltemperaturen för att beräkna inväxten av grönt gräs
Lufttemperatur (2 m)	T [°C]	Används för att bestämma EMC och uttorkningshastighet av förnan.
Relativ luftfuktighet (2 m)	RH [%]	Används för att bestämma EMC och uttorkningshastighet av förnan.
Nederbörd	P [mm]	Används för att justera fuktkvoten
Solstrålning	I [kW m ⁻²]	Justerar förnans temperatur som i sin tur justerar bränslenära RH och T
Vindhastighet (10 m öppen mark)	W [m s ⁻¹]	Bestämmer uttorkningshastighet samt spridningshastigheten.

- Från hela säsongens dygnsmedelvärden (upp till aktuell dag) av $\bar{T}_{air}$ och snc bestäms effekten av grön gräsinväxt på spridningshastigheten - ϕ_c . Denna faktor är = 1 (ingen effekt) i början av säsongen och närmar sig noll ju närmare sommaren kommer.
- Från aktuell vindhastighet bestäms en grundläggande spridningshastighet i helt död och helt torr gräsförna - R_W .
- Från förra timmens fuktkvot samt nuvarande timmes värden på T , RH , P , I och W bestäms nuvarande timmes fuktkvot (mc) och därmed dess inbromsande effekt på spridningshastighet - ϕ_{mc} (= 1 för helt uttorkat och = 0 för $mc > 25$ %).
- Beräkna varje timmes spridningshastighet $R_n = R_W \phi_{mc} \phi_c$.
- Låt spridningshastigheten utgöra riskindex.

Se Appendix II – Algoritmen för spridningsmodellen för en detaljerad redogörelse över algoritmen.

3 Metod

3.1 Dataunderlag

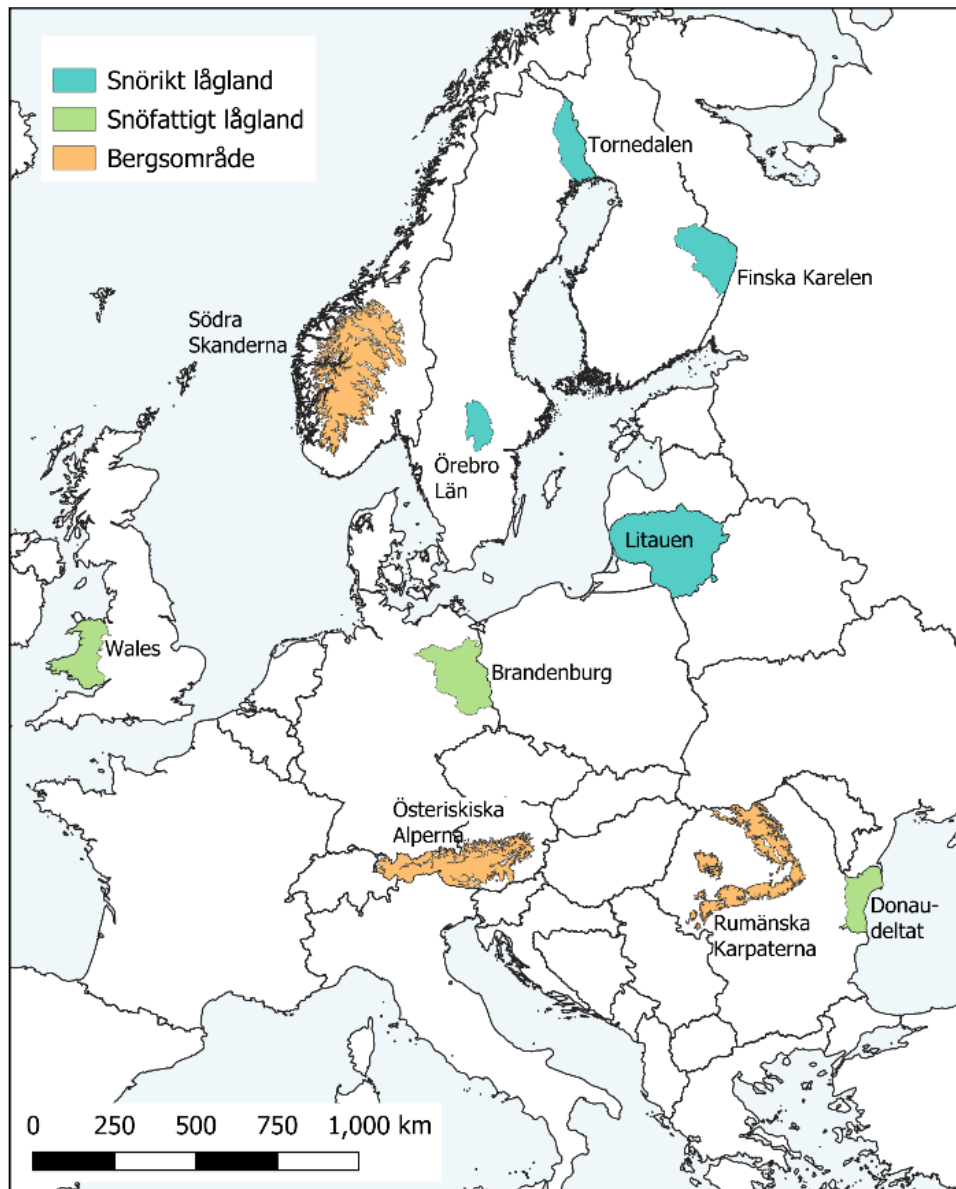
3.1.1 Regionindelning

Tio regioner med gräsbrandssäsong valdes ut för att täcka in en bred gradient av klimatförhållanden. Samtliga regioner är belägna i tempererade eller boreala klimatzoner, där klimatförändringen förväntas påverka både antalet snö dagar och grässets fenologi. Regionerna grupperades i snörika lågländsområden, snöfattiga lågländsområden och bergsområden, Figur 3.

De snörika lågländsregionerna Tornedalen, Finska Karelen (hädanefter Karelen), Litauen och Örebro län kännetecknas av avsaknaden av höga berg samt av ett traditionellt stabilt vinterklimat. Tornedalen och Karelen är boreala lågländsområden med lång snöperiod, medan Örebro och Litauen representerar ett något sydligare klimat med mer variabla vintrar.

Vi inkluderade också tre nordliga/östliga regioner där vintrarna är relativt snöfattiga men där det både finns stora gräsmarker och problem med gräsbränder. Wales består av 62% gräsmarker (Rowland m. fl. 2025) som vissa år drabbas hårt av gräsbränder, exempelvis under 2025 då över 30 000 ha brann under våren (BBC 2025). Brandenburg består av typiska tyska gräsmarker i anslutning till jordbruksmark och skogarna växer mestadels på örtdominerad, sandig mark. Donaudeltat utgör Europas största våtmark med den största förekomsten av vass. Området utgör vissa år det där störst arealer brinner och detta sker under toppvärden på gräsbrandsmodellen, efter analyser av 2022-års brandsäsong då över 160 000 hektar mark brann under slutet på mars, främst gräsmarker men även örtdominerade skogar (Almeida m. fl. 2024).

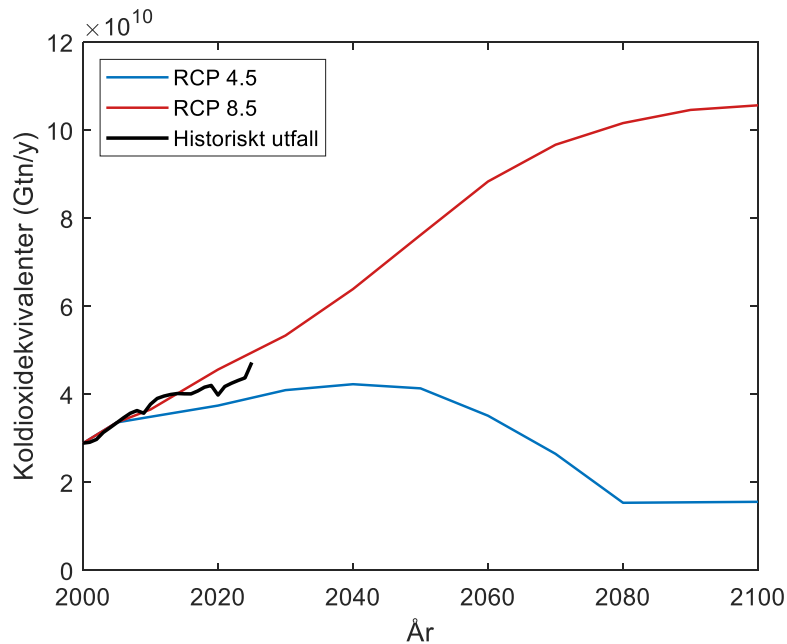
De tre bergsområdena södra Skanderna, österrikiska Alperna och rumänska Karpaterna (hädanefter Skanderna, Alperna och Karpaterna) avgränsades till områden ovanför 800 m ö.h. Trädgränsen i Skanderna (59–63 lat., 800–2500 m ö.h.) är lägre (~900 m ö.h.) jämfört med de bägge andra bergsområdena (~2000 m ö.h.) på grund av sin högre latitud och längre snövinter. Den lägre delen av det skandiska området utgörs av en övergång mellan boreal skog och fjäll, med hed, gräs- och våtmark ovanför, för att på högre höjd (>1400 m ö.h.) övergå i kortare och mer fragmentarisk vegetation. Alpernas (47–48 lat., 800–3700 m ö.h.) och Karpaternas (45–48 lat., 800–2500 m ö.h.) trädbevuxna delar domineras av barr- och blandskog som blir successivt glesare med höjden. Ängs- och betesmark är vanliga inslag i skogen. Ovanför trädgränsen domineras landskapet av gräs, lågört och snölegor, med sammanhängande fältvegetation utom i brant terräng. På de högsta (>2800 m ö.h.) alptopparna är vegetationen gles eller obefintlig.



Figur 3 Utvalda regioner för analys av gräsbrandsrisk. Bakgrundskarta från Eurostat (2026)

3.1.2 Klimatmodeller

Två utsläppsscenarier användes i studien: RCP4.5 och RCP8.5. Dessa föreskriver koncentrationer av växthusgaser i atmosfären vilket kan omräknas till utsläpp. I RCP4.5 antas utsläppen kulminera redan under århundradets första hälft för att därefter minska kraftigt. Utsläppen i RCP8.5 antas fortsätta öka under större delen av seklet (SMHI 2026). Den historiska utvecklingen sedan millennieskiftet visar att utsläppen hittills legat strax under scenario RCP8.5 och långt över RCP4.5 (Figur 4). Samtliga modeller ger dagliga klimatdata för perioden 2006–2100 (WDC 2026).



Figur 4 Globala utsläpp av växthusgaser enligt de två scenarierna RCP4.5 och RCP8.5.

För båda scenarierna används här en ensemble av fem globala cirkulationsmodeller, även kallade klimatmodeller (GCM). Cirkulationsmodellerna EC-Earth, CNRM-CM5 och IPSL-CM5A-MR beskriver främst samspelet mellan atmosfär och hav. Modellerna HadGEM2-ES och MPI-ESM-LR, inkluderar dessutom andra processer såsom kol- och kvävecykler. Dessa globala modeller har använts omfattande inom internationell klimatforskning, bland annat till IPCC:s utvärderingsrapport (IPCC 2021), Tabell 3.

Tabell 3. Globala klimatmodeller

Modell	Utvecklare	Kommentarer
CNRM-CM5	Centre National de Recherches Météorologiques & CERFACS, France	Ofta använd i Europeisk klimatforskning. Har viss svårighet med snötäcke i komplicerad miljö (alperna)
EC-EARTH	EC-EARTH Consortium: Europeist nätverk inkl. SMHI	Utvecklad som en "European community Earth System model", därmed god noggrannhet för Europa. Lär ha god snönoggrannhet.
HadGEM2-ES	UK Met Office	Fullt kopplad global modell. De största systematiska felen på södra halvklotet. Måttlig upplösning.
IPSL-CM5A-MR	Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), France	Global modell med full inkludering av atmosfärs kemi och biogeokemi. Något känslig återkoppling.
MPI-ESM-LR	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)	Mycket stabil återkoppling. Låg upplösning. Stabil snörepresentation.

För regionalt anpassade klimatprojektioner användes den regionala klimatmodellen RCA4, utvecklad av SMHI (Samuelsson m fl 2015). RCM-modeller drivs av GCM-data vid beräkningsområdets ytterkanter. I denna studie användes EUR-11 domänen, med en horisontell upplösning på 0.11° , vilket motsvarar cirka 12 km i nord-sydlig riktning

För varje klimatmodell laddades följande meteorologiska variabler ner:

- Dygnets lägsta och högsta temperatur på 2 m höjd över marken (tasmin, tasmax)
- Dagligt medelvärde av relativ luftfuktighet på 2 m höjd (hurs)
- Dagliga medelvärden av nord/sydliga, respektive ost/västliga vindhastighetskomponenter på 10 m höjd (uas, vas)
- Dygnsmedel av solinstrålning vid markytan (rsds)
- Ackumulerad dygnsnederbörd (pr)
- Andelen av varje gridruta som är snötäckt (snc)

3.2 Gräsbrandsrisk baserat på dygnsdata

Gräsbrandsmodellen är utvecklad för timsupplösta meteorologiska data eftersom gräsbrandsrisken varierar kraftigt över dygnet. Då klimatmodeller endast tillhandahåller variabler på dygnsnivå behöver dessa därför omräknas så att de kan användas för att uppskatta den dagliga risktoppen.

Dygnets medeltemperatur antas motsvaras av medelvärdet av dygnets lägsta och högsta temperatur, vilken tillsammans med information om snötäcke används för att bestämma säsongens gräsuppväxt.

Dygnets lägsta RH-värde beräknas från dygnsmedelvärdet av RH kombinerat med dygnsmedel- och maxvärde av lufttemperaturen, under antagandet att det absoluta fukttinnehållet är konstant över dygnet. Mättnadsångtrycket bestäms som funktion av temperaturen enligt: $e_s(T) = 6.112 \cdot \exp(17.62T/(243.12 + T))$, där e_s anges i hPa och T i $^\circ\text{C}$. Medelångtrycket beräknas via $e = 0.01 \times RH_{medel} \cdot e_s(T_{medel})$ och slutligen erhålls dygnets lägsta RH genom $RH_{min} = e/e_s(T_{max}) \times 100$, där RH anges i %.

Den maximala solinstrålningen kan inte uppskattas genom att skala dygnsmedelvärdet med en enkel konstant eftersom relationen varierar kraftigt med både latitud och tid på året. Därför hämtades 50 års historiska timupplöst data för solinstrålning från ERA5 (Hersbach m. fl. 2020) över varje region. För varje dag på året beräknades kvoten mellan dygnets maximala värde och dygnsmedelvärdet, och dessa kvoter medelvärdades sedan över hela regionen och alla dagar. De resulterande anpassningarna användes därefter vid omräkningen av klimatmodellernas medelvärden till uppskattade dagliga maxvärden av solinstrålning. Detaljer över dessa relationer visas i Appendix IV – Bestäm I_{max} utifrån I_{medel} .

Dygnsmedelvärde av vindhastighet (10 m över öppen mark) och 24 timmars kumulativ nederbörd kan inte direkt användas för att beskriva dygnets topp i brandrisk. Dessa parametrar skalades så att enbart en bråkdel av eventuell nederbörd antogs bli absorberat av bränslet och medelvinden skalades upp med en faktor för att representera vindhastigheten vid dygnets risktopp.

Med hjälp av timupplöst data över alla relevanta väderparametrar i tre regioner (Karelen, Örebro och Karpaterna) beräknades spridningshastigheten för varje timme samt ett proxy-värde för varje dygn. Ett karakteristiskt riskindex över en säsong definierades som antalet dagar där minst en timme uppvisar en spridningshastighet över $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Parametrarna för att justera proxy-värdet justerades därefter för att minimera skillnaden mellan karakteristiskt riskindex baserat på timupplöst data och dygns-proxy.

Karakteristiskt riskindex för en säsong:

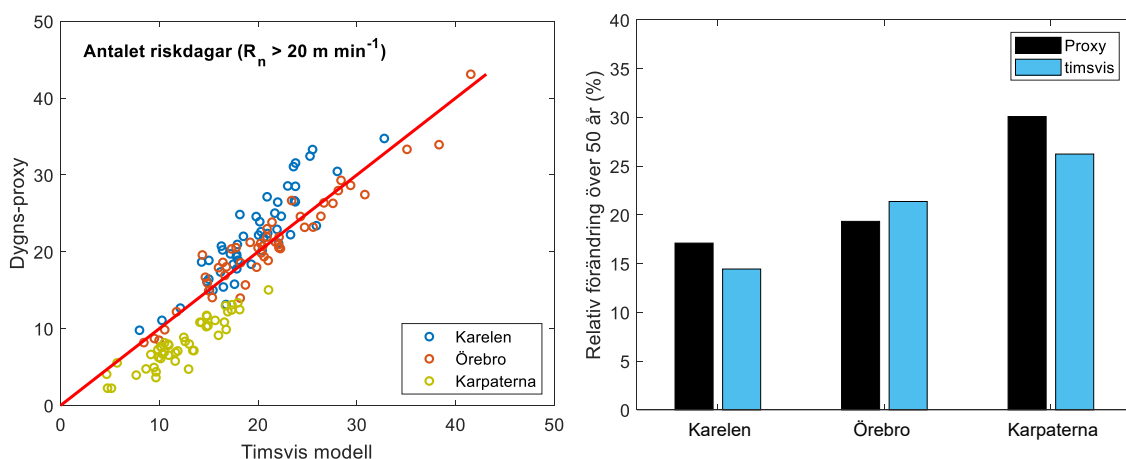
Antalet riskdagar

= antalet dagar där minst en timme uppvisar en spridningshastighet över $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$

Den dygns-proxy som minimerar skillnader i uppskattat karakteristiskt riskindex samt uppvisar lika förändringar över den historiska 50-årsperioden är följande:

1. Inväxten av grönt gräs beräknas utifrån varje dags medelvärde på lufttemperatur och snötäcke. Snö anses förekomma om $snc > 30\%$. Från inväxten beräknas ϕ_C .
2. Jämviktsfuktkvoten (EMC) beräknas från dagens värde av RH_{min} , I_{max} och T_{max} .
3. Justera fuktkvoten till $mc_0 = 1.11 \times EMC$.
4. Vid 24-h nederbörd, absorbera 0.75%. bestäm slutgiltig fuktkvot:
 $mc = mc_0 + 0.0075 \cdot P / 0.3$. Bestäm fuktkvotens begränsande faktor ϕ_{mc} .
5. Justera vindhastigheten till $W = 1.25 \times W_{medel}$. Beräkna R_W som funktion av W .
6. Beräkna spridningshastigheten genom $R_n = R_W \phi_{mc} \phi_C$.

Se Appendix III – Algoritmen och utvärdering av dyngs-proxy för detaljer om algoritmen.



Figur 5. Vänster: Korrelation mellan antalet riskdagar per år beräknat med timsvis data samt med dygns-proxyn. Höger: Procentuell förändring (enligt linjär anpassning) av antalet riskdagar under de 50 år som studerats (1975-2024).

3.3 Bearbetning av resultat

För varje klimatmodell och utsläppsscenario beräknades ett dagligt värde på spridningshastigheten (enligt algoritmen ovan) för varje gridcell inom respektive region. Därefter beräknades, för varje cell och klimatmodell, antalet riskdagar ($>20 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$) samt säsongens maximala spridningshastighet. Dessa två karakteristiska riskindex medelvärdesbildades sedan över samtliga fem klimatmodeller inom respektive utsläppsscenario, och en rasterfil per scenario och region extraherades.

De spatiala variationerna i dessa raster visualiseras i kartor, medan regionvisa medelvärden presenteras i diagram i denna rapport.

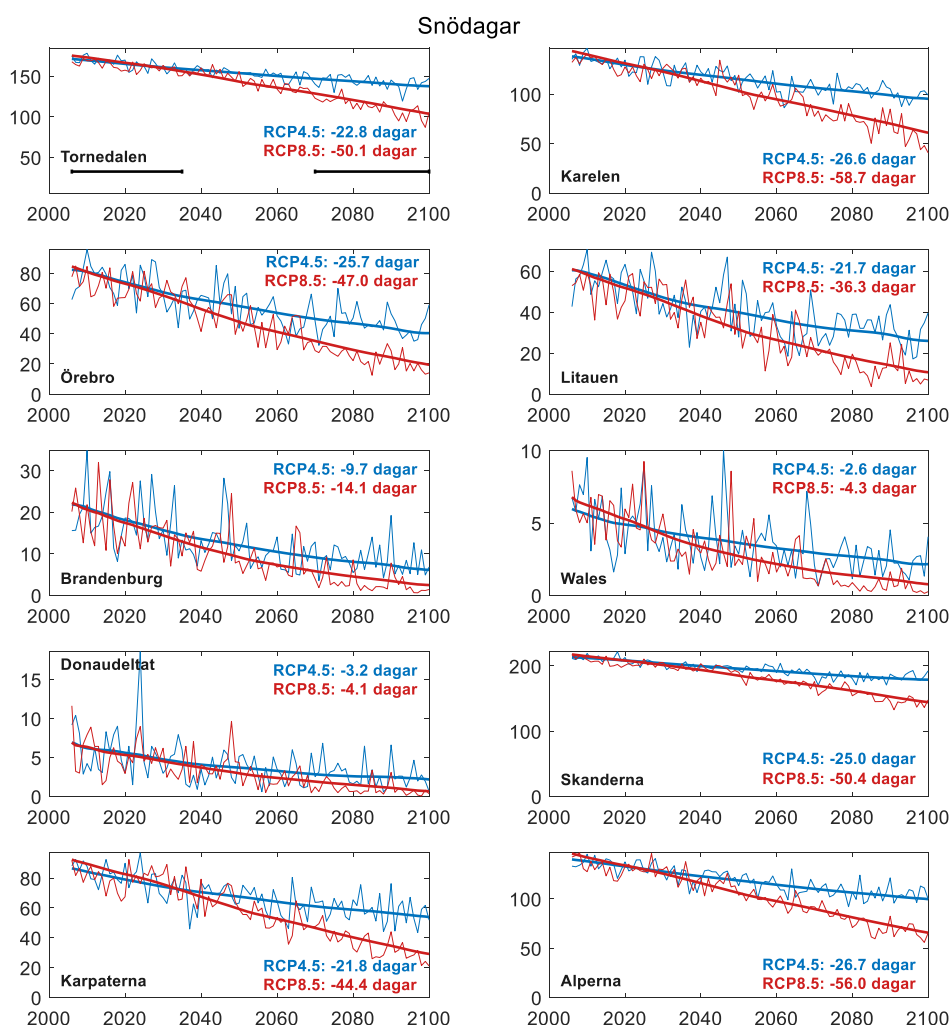
För att kvantifiera förändringar över århundradet jämfördes riskindex medelvärdesbildade över den första 30-årsperioden (2006 – 2035) med motsvarande värden för den sista 30-årsperioden (2071 – 2100).

Vi studerade också den potentiella spridningshastigheten i helt död förna, alltså utan att beakta inväxten av grönt gräs. Detta utgör ett kombinerat mått på brandbenäget väder och dess säsongsvariation (se Appendix I – Ytterligare figurer).

4 Resultat

4.1 Snödaggar och säsongsvariation

Minskningen av antalet snödaggar är som störst i de regioner som i dag är snörika. Trots detta bedöms snötäcket i dessa nordliga områden ligga kvar under en betydande del av vintern även i slutet av seklet i scenario RCP8.5. Längre söderut är förlusten av snödaggar mindre i absoluta termer, men utgör en större relativ minskning jämfört med dagens nivåer. I Wales, Brandenburg, och Donaudeltat förväntas snödagarna i stort sett försvinna mot slutet av århundradet (Figur 6).

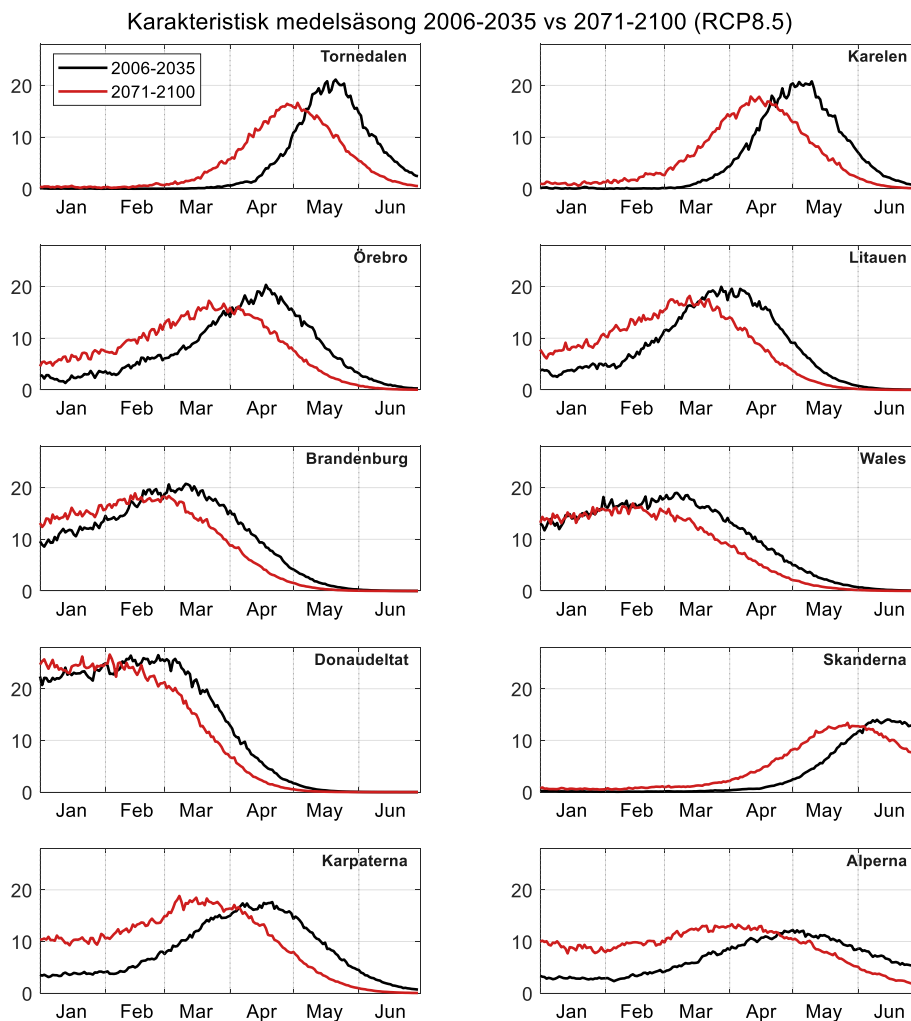


Figur 6. Antal snödaggar för utsläppsscenarierna RCP4.5 och RCP8.5. Årliga medelvärden över varje region och alla fem klimatmodeller, samt trendlinje. Förändringarna relaterar medelvärden för referensperioden (2006 – 2035) och 30-årsperioden (2071 – 2100).

Om man enbart beaktar vädrets påverkan på gräsbrandsrisken, och bortser från effekten av den gröna inväxten, är vintervädret fortfarande ogynnsamt för snabb brandspridning i de mest nordliga regionerna Tornedalen, Karelen och Skanderna. Däremot inträffar ankomsten av vårens torrare väder två till fyra veckor tidigare på säsongen (Figur A15). För de snöfattiga områdena på kontinenten verkar inte kombinationen av

väderförändringar leda till någon större förändring i den potentiella spridningshastigheten. I både Alperna och Karpaterna ökar däremot förekomsten av väderförhållanden som är gynnsamma för snabb spridning markant under vintermånaderna januari – mars (Figur A15).

Eftersom inväxten av grönt gräs tidigareläggs med 2 - 3 veckor förändras samtliga regioners säsongsmönster. I Tornedalen, Karelen och Örebro innebär detta en tidigare säsongstart, en något längre säsong, men också lägre spridningshastigheter under de veckor som utgör säsongens tydligaste toppveckor (Figur 7).



Figur 7. Varje dags spridningshastighet för tidig (2006 – 2035) respektive sen (2071 – 2100) period för scenario RCP8.5. Värdet är medelvärdesbildat över alla modeller, alla celler i varje region och över alla 30 åren i varje period.

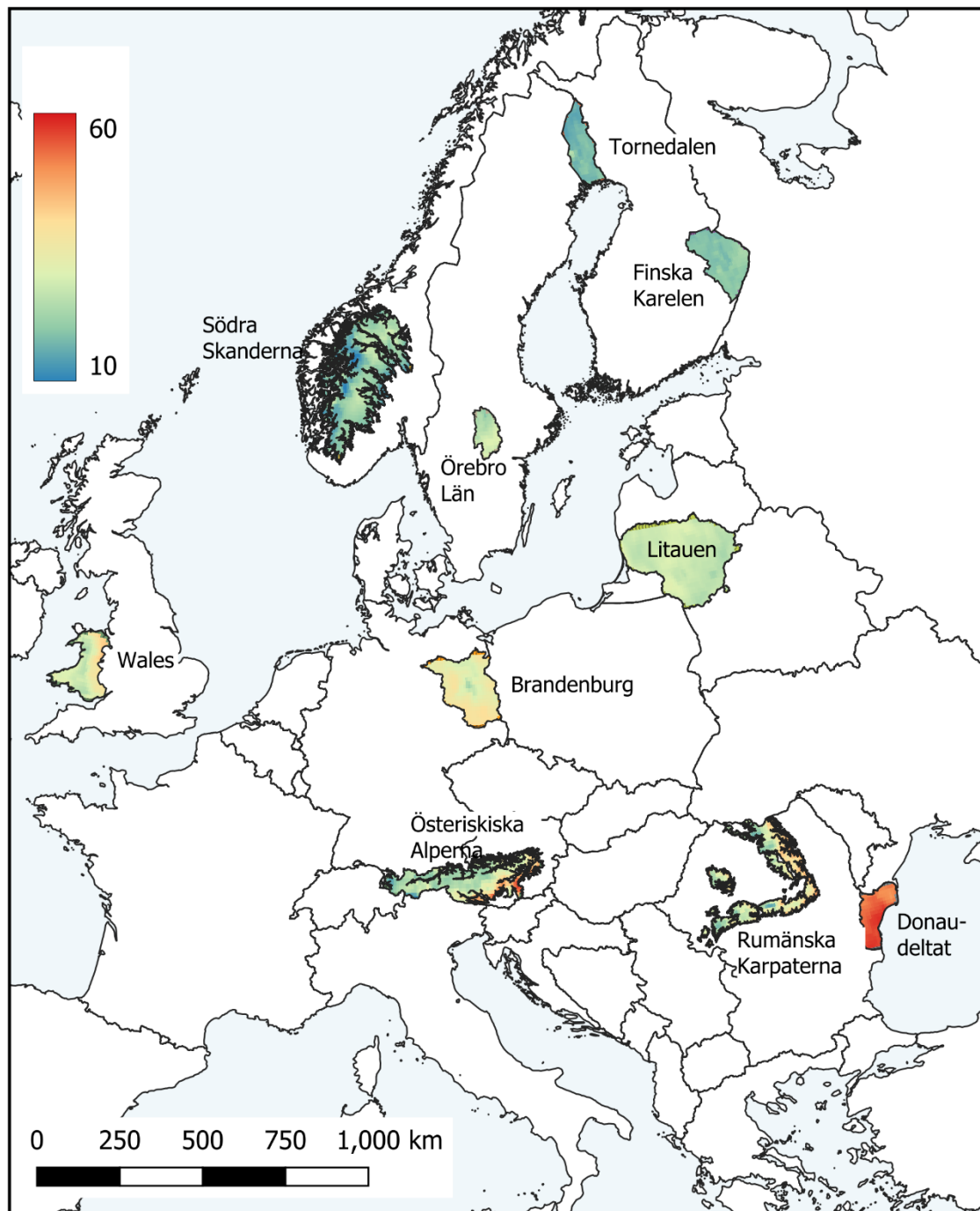
I de mer snöfattiga områdena förväntas säsongen snarare förkortas även om viss ökning av spridningshastighet i medeltal kan skönjas under vintermånaderna. I de sydligare bergsområdena (Alperna och Karpaterna) avslutas säsongen visserligen tidigare, men detta kompenseras av en kraftig ökning av dagar med hög risk under vintermånaderna (Figur 7). I dessa regioner är dessutom toppvärdena under säsongen något högre under (2071 – 2100) än under referensperioden.

Skanderna verkar i medeltal inte uppvisa någon direkt förändring av risknivåer, annat än att hela säsongen tidigareläggs med drygt två veckor.

4.2 Antalet riskdagar

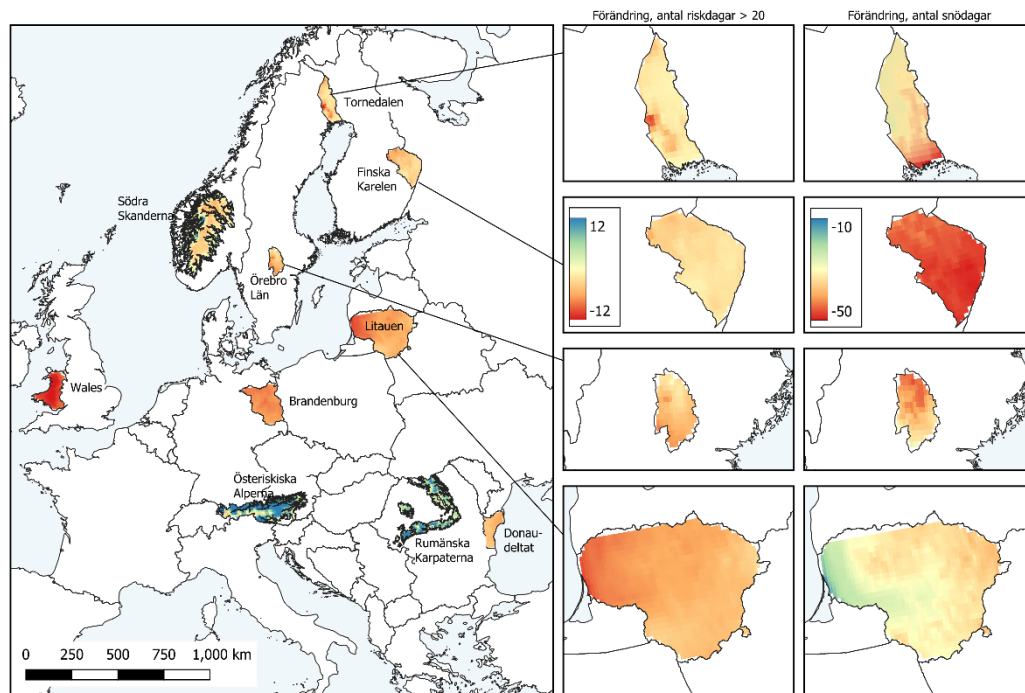
4.2.1 Nuläge

Nuvarande antalet riskdagar (alltså för referensperioden, 2006 – 2035) är som lägst i de mest snörika områdena, Tornedalen och Karelen. Ju snöfattigare regionen är desto fler riskdagar återfinns i medeltal under en säsong. Donaudeltat utmärker sig särskilt, med i genomsnitt 60 riskdagar per säsong, vilket är mer än 50% fler än i exempelvis Brandenburg eller Wales (Figur 8).



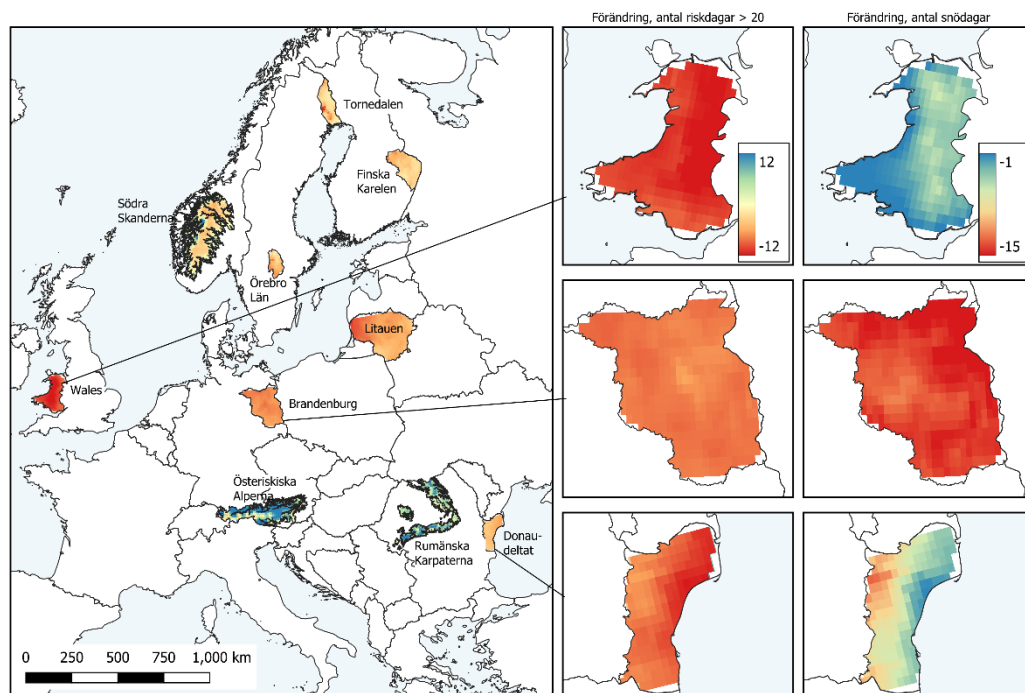
Figur 8. Antal riskdagar (spridningshastighet $R > 20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$) för referensperioden 2006-2035.

4.2.2 Förändring av riskdagar



Figur 9. Snörika områden: Förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt RCP8.5.

Snörika låglandsområden kommer enligt scenario RCP8.5 i genomsnitt erfara en minskning av antalet riskdagar med 2.0 – 4.3 dagar för Tornedalen, Örebro och Karelen, vilket motsvarar ungefär 11 - 16% av nuvarande antal. Litauen visar upp en större minskning med -5.9 dagar (ca 21%), se Figur 9.

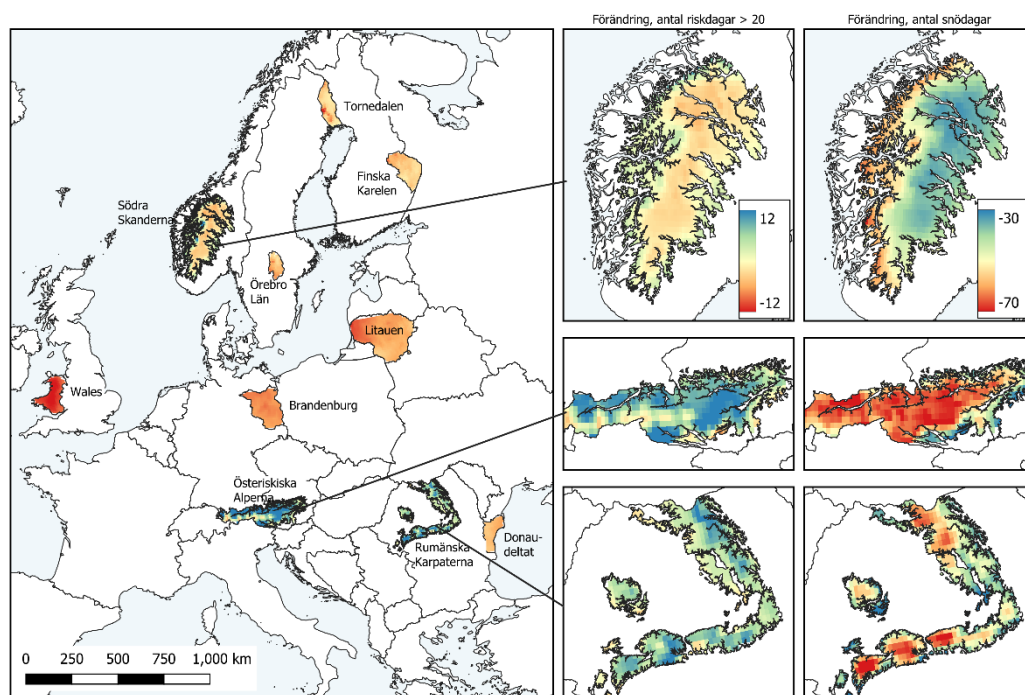


Figur 10. Snöfattiga områden: Förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt RCP8.5.

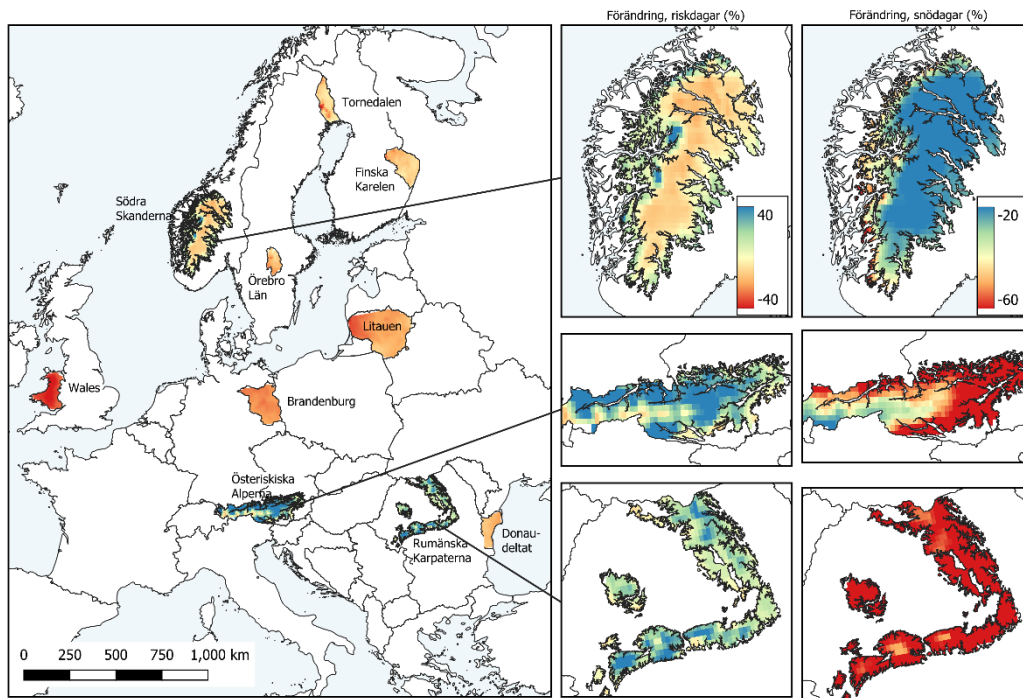
Ju snöfattigare regionen är desto större förändring av antalet riskdagar erhålls. Kraftigaste minskningen enligt RCP8.5 uppvisar Wales med -11.1 dagar (-35%) följt av Donaudeltat (-8.6 dagar, -16%) och Brandenburg (-8.1 dagar, -24%), se Figur 10 eller tabell i sammanfattningen.

Skanderna skiljer sig från de båda andra bergskedjorna, då större delen av arealen indikerar en obetydlig minskning av antalet riskdagar (-0.2 dagar, -1%). Däremot så uppvisar bergsområdena i söder stor förändring. Jämfört med referensperioden (2006-2035) och enligt utsläppsscenario RCP8.5 väntas antalet riskdagar i genomsnitt öka med 7 dagar (22%) för Alperna som helhet, medan lokalt områden ökar med över 60%. Även i Karpaterna kan en trend med fler högriskdagar urskiljas, om än något lägre (5 dagar, 14%) (Figur 11).

Trenden i bergsområdena är inte lika homogen som låglandsområdena eftersom den spatiala variationen både i förändring av snötäcke och riskdagar följer det kuperade landskapet. Förändringen i antalet riskdagar är svår att koppla till förändringen i absoluta antalet snödagar. Den relativa förändringen i antalet snödagar är däremot tydligare anti-korrelerad med förändringen i riskdagar då områden som förlorar majoriteten av nuvarande snödagar uppvisar störst procentuell ökning av antalet riskdagar (Figur 12). Dessa bergsområden har alltså ett motsatt förhållande till förlusten av snö än vad låglandsområdena har. Motsvarande förhållanden för snörika och snöfattiga lågland återfinns i Appendix I – Ytterligare figurer.

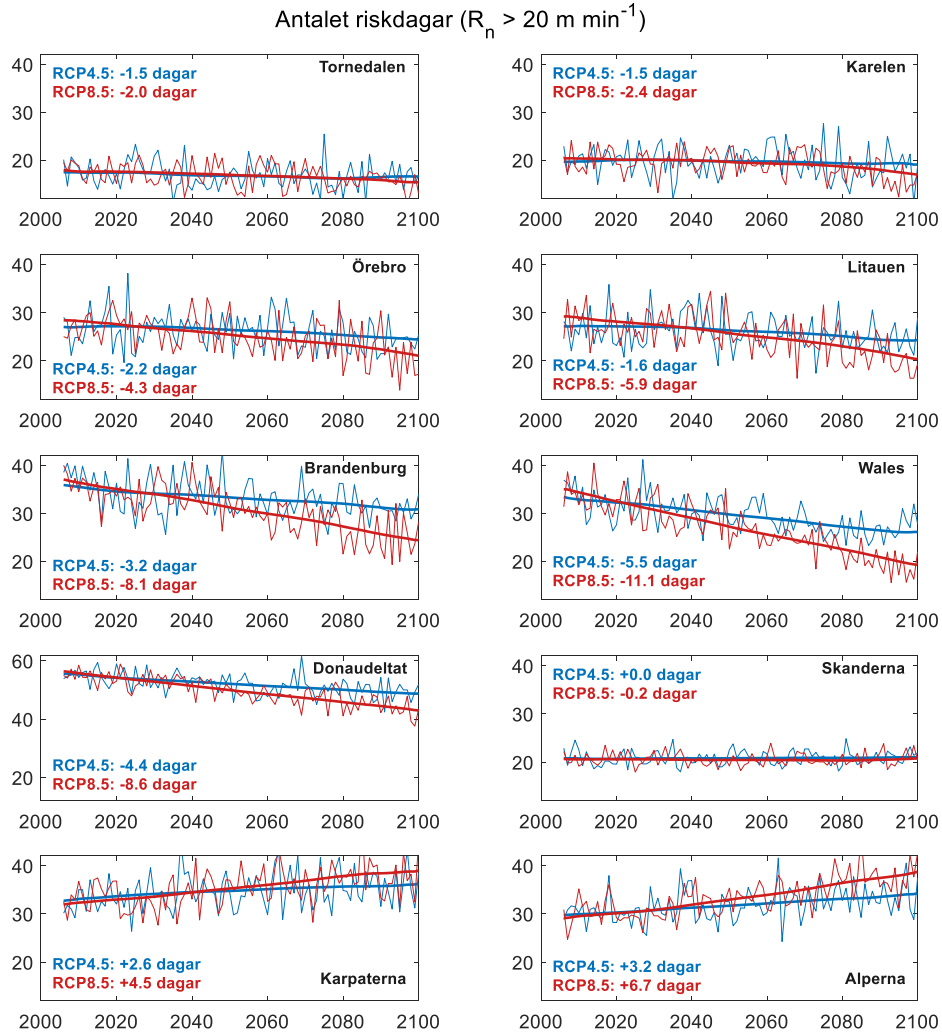


Figur 11. Bergsområden: Förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt RCP8.5.



Figur 12. Bergsområden: Procentuell förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt RCP8.5

Scenario RCP4.5 uppvisar samma trender som RCP8.5, men bara mer måttliga. Alla trender för antalet riskdagar och variationen mellan åren återges i Figur 13.

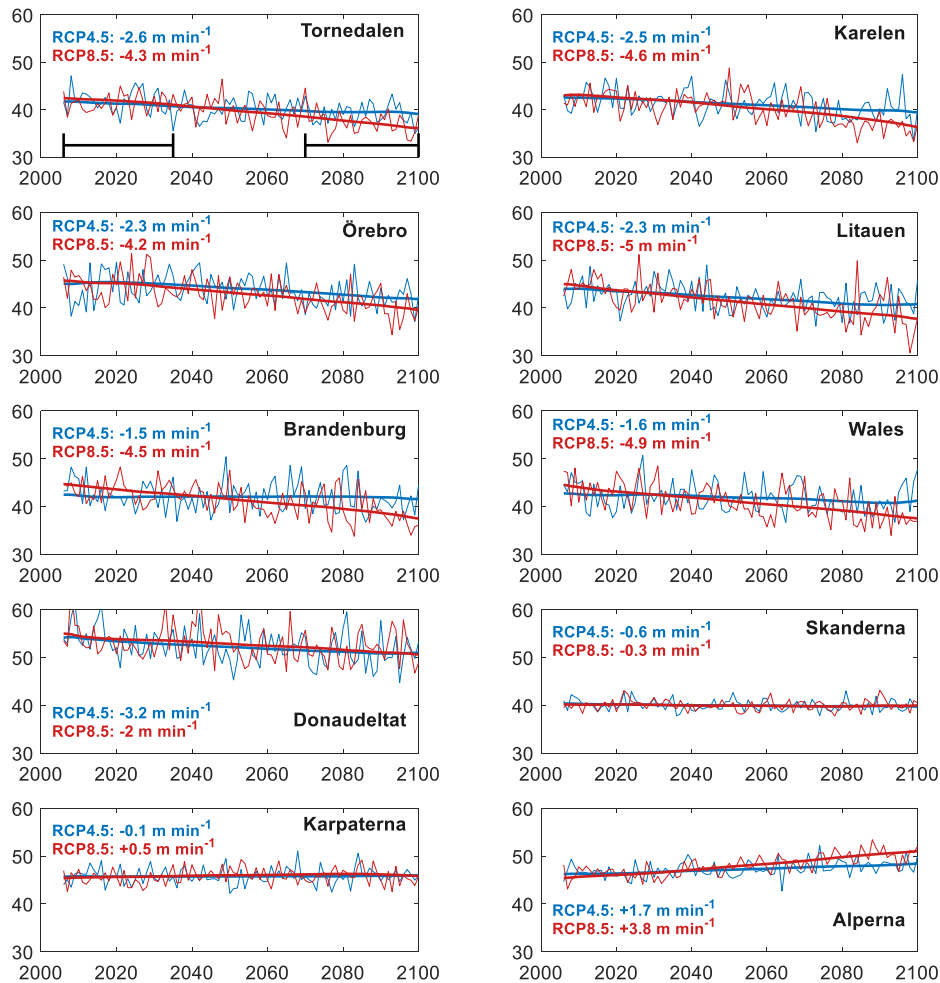


Figur 13. Antalet riskdagar enligt scenario RCP4.5 och RCP8.5 för alla regionerna (medelvärdesbildat över alla modeller och alla celler i var region). Förändringarna gäller medelvärdet för referensperioden (2006 – 2035) till medelvärdet för de sista 30 åren (2071 – 2100).

4.3 Maximal spridningshastighet

I alla låglandsregioner, förutom Donaudeltat, minskar säsongens maximala spridningshastighet med 4 – 5 m·min⁻¹, från ca 45 m·min⁻¹ idag, alltså en minskning med ca 10%. Skanderna uppvisar, i likhet med antalet riskdagar, bara en marginell förändring och Karpaterna likaså. De många fler riskdagarna i Alperna för även med sig en ökning av högsta spridningshastighet med +3.8 m·min⁻¹, ca 8%.

Säsongens högsta spridningshastighet (medelvärde över region and modeller)



Figur 14. Förändring i säsongens maximala spridningshastighet (medelvärdesbildat över regionen och alla modeller). Tunna linjer är årliga värden för RCP4.5 och 8.5 och tjocka linjer trendbeteende. Förändringarna relaterar medelvärdet för referensperioden (2006 – 2035) till 30-årsperioden (2071 – 2100).

5 Diskussion

Det är vetenskapligt belagt att klimatförändringarna leder till högre skogsbrandsrisk i de flesta av världens regioner. Även Sverige förväntas få högre förekomst av väder som möjliggör fler skogsbränder. Denna studie fokuserar däremot på vårens gräsbrandsrisk, som har ett helt annat förhållande till väder och fenologi (alltså vårgrönska och vissnande) än vad skogsbrandsrisken har. Båda gynnas av torrt och blåsigtt uppehållsväder men upptorkningens tidsskalor samt påverkan av säsongsutbredning är helt olika. Till skillnad från skogsbrandsrisken pekar denna rapport på ett framtida väder som minskar risken för vårens gräsbränder i norra och östra Europas låglandsterräng.

En varmare senvinter och en tidigare vår leder till att grönt gräs växer in tidigare. Detta gör att den höga spridningshastigheten, som utgör den största risken vid gräsbränder, dämpas jämfört med i dag. Även om brandbenäget väder (framförallt låg relativ luftfuktighet och hård vind) förväntas öka under våren, väger effekten av den tidigare inväxten tyngre i de studerade låglandsområdena. I områden där vintrarna redan idag bara sporadiskt medför snötäcke förväntas nästan alla snödagar försvinna fram mot slutet av århundradet. Just i dessa områden sker den kraftigaste minskningen av antalet riskdagar, både i absoluta tal och i förhållande till dagens nivåer. Detta beror främst på att det mer brandbenägna vädret endast förändras marginellt under den studerade perioden (Figur A15), medan den snabbare inväxten blir betydande.

Anledningen till att risknivåerna under de mest intensiva veckorna minskar beror förmodligen på säsongsförskjutningen. Den typiska gräsbrandssäsongen i snörika områden startar när snötäcket smält undan. Vid den tidpunkten har vårtemperaturerna ofta redan stigit så pass mycket att den relativa luftfuktigheten är låg, vilket skapar gynnsamma förhållanden för gräsbränder. Skillnaden mellan ett snötäcke (alltså ingen gräsbrandsrisk) och det torra vårvädret när väl snötäcket försvunnit är mycket stor, vilket genererar en kraftig topp i potentiell spridningshastighet. När säsongen i framtiden blir mer utdragen, minskar kontrasten mellan snötäcke och gräsbrandrisk, vilket minskar både de maximala spridningshastigheterna och antalet högriskdagar.

Bergsområdena i södra Europa uppvisar däremot i medeltal en ökning av både antalet riskdagar och säsongens högsta spridningshastigheter. Det är ännu inte helt klart vad som ligger bakom detta men vi ser hur vädret under vintermånaderna (Figur A15) förändras mot mer gynnsamt för snabb spridning (mer så än för andra regioner). När snötäcket drar sig tillbaka så möjliggörs dagar med hög spridning. Det ska också tilläggas att vädermodeller i bergsområden är notoriskt svåra på grund av de kraftiga tryck- och temperaturvariationerna men medelvärden över flera modeller och stora områden pekar här ändå i en tydlig riktning.

Rapporten är en studie i hur de förväntade vädermönstren under resten av århundradet påverkar den svenska varningsmodellen för gräsbränder applicerat på tio regioner i Europa. Det är alltså utfall utifrån modellens antaganden och begränsningar som studeras. Det ska tilläggas att modellen för gräsinväxt innehåller en faktor baserad på snötäcke och dygnsmedeltemperatur (då det enbart växer om medeltemperaturen över fyra dagar överskrider 2 grader) och en faktor som är kalenderstyrd. Detta beror på att säsongscykeln hos många växter inte är helt styrd av rådande väder utan inprogrammerad efter tid för grodd och ljusförhållanden. Då modellen enbart är

validerad för snörika låglandsterräng vet vi inte exakt hur den egentliga inväxten av grönt gräs bör modelleras i Alperna eller Karpaterna. Å andra sidan är det exakt så här alla brandriskmodeller (engelska: fire danger models) fungerar, de bygger på ett modellsystem och appliceras sedan över större regioner. Det främsta exemplet är den s.k. FWI-modellen (Lawson & Armitage 2008) som baseras på en fullsluten kanadensisk tallskog men som ändå kan relatera risken för skogsbränder i stora delar av exempelvis Europa och har använts för att prognosticera framtida skogsbrandsrisk över kontinenten (Hetzler m. fl. 2024).

Det är viktigt att påpeka att modellen enbart beaktar vårens gräsbränder. De områden som studerats upplever sällan sommartorka på nivån att stora gräsmarker dör och möjliggör snabb flamspridning. Den här typen av fenologisk förändring baserat på höga temperaturer och torka förekommer dock sporadiskt (Sjöström & Granström 2020) och kan med klimatförändringarna tänkas öka. I nuläget finns dock ingen heltäckande modell för att beräkna denna typ av visnande och ökad brandrisk (Sjöström & Granström 2023a).

Det ska också tilläggas att mänsklig sårbarhet mot gräsbränder inte bestäms helt utav den meteorologiska gräsbrandsrisken utan i hög grad av bränsletillgången och exakt var den förekommer. En gräsbrand kan oftast stoppas av en relativt kort sträcka med mindre bränsletillgång om inte vinden är för kraftig. Genom att hålla de närmaste metrarna invid fasader rena från fjolårsförna kan vi alltså undvika att den snabba flamspridningen övergår till antändning av byggnader. Det är då byggnader antänds som stor intensitet utvecklas och där stora mängder flygbränder kan genereras vilket i sig är farligt för ytterligare spridning. För Sveriges del ska det tilläggas att en begränsning av bränslet inte står i konflikt med målet att exempelvis upprätta blomsterängar. Dessa kan stå under större delen av sommaren men hanteras enkelt genom att de slås närmast fasader under hösten så att inte gräsförna står farligt nära hus eller andra konstruktioner när våren anländer.

6 Slutsatser

Vi har studerat utfallet av modellen för spridningshastighet av vårens gräsbränder utifrån två klimatscenarier (RCP4.5 och RCP8.5) för tio europeiska regioner. Resultaten beskriver att:

- Till skillnad från skogsbrandsrisk uppvisar gräsbrandsrisken en generell minskning, både av antalet riskdagar och av säsongens högsta spridningshastighet då vi jämför referensperioden (2006 – 2035) med perioden (2071 – 2100).
- Minskningen av antalet riskdagar enligt RCP8.5 är tydligare (20 – 35%) i områden som idag inte har snösäkra vintrar än för de snörika områdena i norr (10 – 16%).
- Minskningen beror på att den dämpande effekten av en snabbare inväxt av grönt gräs dominerar över ett något mer brandbenäget vårväder.
- Bergsområden skiljer sig från den generella trenden. De snörika Skanderna uppvisar enbart marginella förändringar medan det i Alperna och Karpaterna

förväntas en ökning av antalet riskdagar (+7% respektive +5%). Denna ökning kommer sig av en kraftig ökning av brandbenäget väder under vintermånaderna, då grönt gräs ännu inte hunnit växa, i kombination med minskat snötäcke som exponerar gräsförna.

- Alla trender från RCP8.5 återfinns med förminskad styrka i RCP4.5.

7 Referenser

Almeida, M., m. fl., 2024. Report on the large wildfires of 2022 in Europe. Publications office of the European Union, Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/19760>

Andela, N. m. fl. (2017). A human-driven decline in global burned area. Science, 356, 1356-1362. <https://doi.org/10.1126/science.aal4108>

Andréasson, J., Gardelin, M. (2002) Utveckling av en modell för gräsbrandsvarning under våren, Räddningsverket, Karlstad, 2002. <https://rib.msb.se/Filer/pdf/19025.pdf> (bekräftad 2026-02-09)

BBC (2025) UK's rarest wildlife being 'pushed to extinction' by grass fires. 16 April 2025. <https://www.bbc.com/news/articles/c2dej3x94320>

Camia, A., Durrant, T., San-Miguel-Ayanz, J. (2014) The European Fire Database Technical specifications and data submission - Executive report, JRC 88884. European Commission, Joint Research Centre. ISBN 978-92-79-35929-3. <https://doi.org/10.2788/2175>

Cheney, N.P., Gould, J.S., Catchpole, W.R. (1998) Prediction of fire spread in grasslands. International Journal of Wildland Fire 8, 1–13. <https://doi.org/10.1071/WF9980001>

Cunningham, C.X., Abatzoglou, J.T., Kolden, C.A., Williamson, G.J., Steuer, M., Bowman, D.M. (2025). Climate-linked escalation of societally disastrous wildfires. Science, 390, 53-58. <https://doi.org/10.1126/science.adr5127>

Eurostat (2026). Countries- GISCO <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/administrative-units/countries> (verifierad 2026-02-10)

Fjellgaard Mikalsen, R., Aamodt, E., Gribble, M., Skilbred, E.S., Snersrud, D.O., Arsava, K.S. (2025). Understanding Wildfires in Norway: Key Hazards and Vegetation Fires Damaging Buildings 2016–2023. Fire and Materials 49, 536–549. <https://doi.org/10.1002/fam.3292>

Fovell, R.G., Brewer, M.J., Garmon, R.J. (2022) The December 2021 Marshall Fire: Predictability and Gust Forecasts from Operational Models. Atmosphere 13, 765. <https://doi.org/10.3390/atmos13050765>

Hersbach, H. m. fl. (2020) The ERA5 global reanalysis. Q. J. Roy. Meteor. Soc. 146, 1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>

- Hetzer, J., Forrest, M., Ribalaygua, J., Prado-López, C., Hickler, T. (2024). The fire weather in Europe: large-scale trends towards higher danger. *Environmental Research Letters*, 19, 084017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad5b09>
- IPCC (2021) Annex II: Models [Gutiérrez, J M., A.-M. Tréguier (eds.)]. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, pp. 2087–2138, <https://doi.org/10.1017/9781009157896.016>.
- Jones, M.W. m. fl. (2022). Global and regional trends and drivers of fire under climate change. *Reviews of Geophysics*, 60, e2020RG000726. <https://doi.org/10.1029/2020RG000726>
- Kelley, D.I. m. fl. (2025). State of wildfires 2024–2025. *Earth System Science Data*, 17(10), 5377–5488. <https://doi.org/10.5194/essd-17-5377-2025>
- Lawson, B.D., Armitage, O.B. (2008) *Weather Guide for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre. <https://ostrnrcan-dostrncan.canada.ca/bitstreams/9597f038-b170-440a-a553-a9336coaod2f/download> (bekräftad 2026-02-06)
- NFP (2025) Tusk pledges tough punishment for arsonists amid wildfire in Poland's biggest national park. *Notes From Poland* April 22, 2025. <https://notesfrompoland.com/2025/04/22/tusk-pledges-tough-punishment-for-arsonists-amid-wildfire-in-polands-biggest-national-park/> (bekräftad 2026-02-06)
- Nikonovas, T., Santín, C., Belcher, C.M., Clay, G.D., Kettridge, N., Smith, T.E., Doerr, S.H. (2024). Vegetation phenology as a key driver for fire occurrence in the UK and comparable humid temperate regions. *International Journal of Wildland Fire*, 33. <https://doi.org/10.1071/WF23205>
- Rains, M. (2023). Maui's deadly blazes reveal a fire-prone Hawaii. *Science* 381, 718–719. <http://doi.org/10.1126/science.adk2741>
- Rowland, C.S., Marston, C.G., O'Neil, A.W. (2025). *Land Cover Map 2024 (UK land cover statistics)*. NERC EDS Environmental Information Data Centre. <https://doi.org/10.5285/0171ccb2-1c0c-404f-b782-e7204a86a92f>
- Sjöström, J., Granström, A. (2020) *Skogsbränder och gräsbränder i Sverige - Trender och mönster under senare decennier*, MSB1536. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap ISBN: 978-91-7927-032-2. <https://rib.msb.se/filer/pdf/30223.pdf>
- Sjöström, J., Granström, A. (2023a) A phenology-driven fire danger index for northern grasslands. *International Journal of Wildland Fire* 32, 1332–1346. <https://doi.org/10.1071/WF23013>
- Sjöström, J., Granström, A. (2023b) Human activity and demographics drive the fire regime in a highly developed European boreal region. *Fire Safety Journal* 136, 103743. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103743>
- Sjöström, J., Vermina Plathner, F., & Granström, A. (2025). 70 Years of observational weather data show increasing fire danger for boreal Europe and reveal bias of ERA5 reanalysed data. *Scientific Reports*, 15(1), 20111. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04200-3>

Samuelsson, P., Gollvik, S., Jansson, C., Kupiainen, M., Kourzeneva, E., van de Berg, J. (2015) The surface processes of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA4), Meteorologi 157. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institute (SMHI). [meteorologi_157.pdf](#)

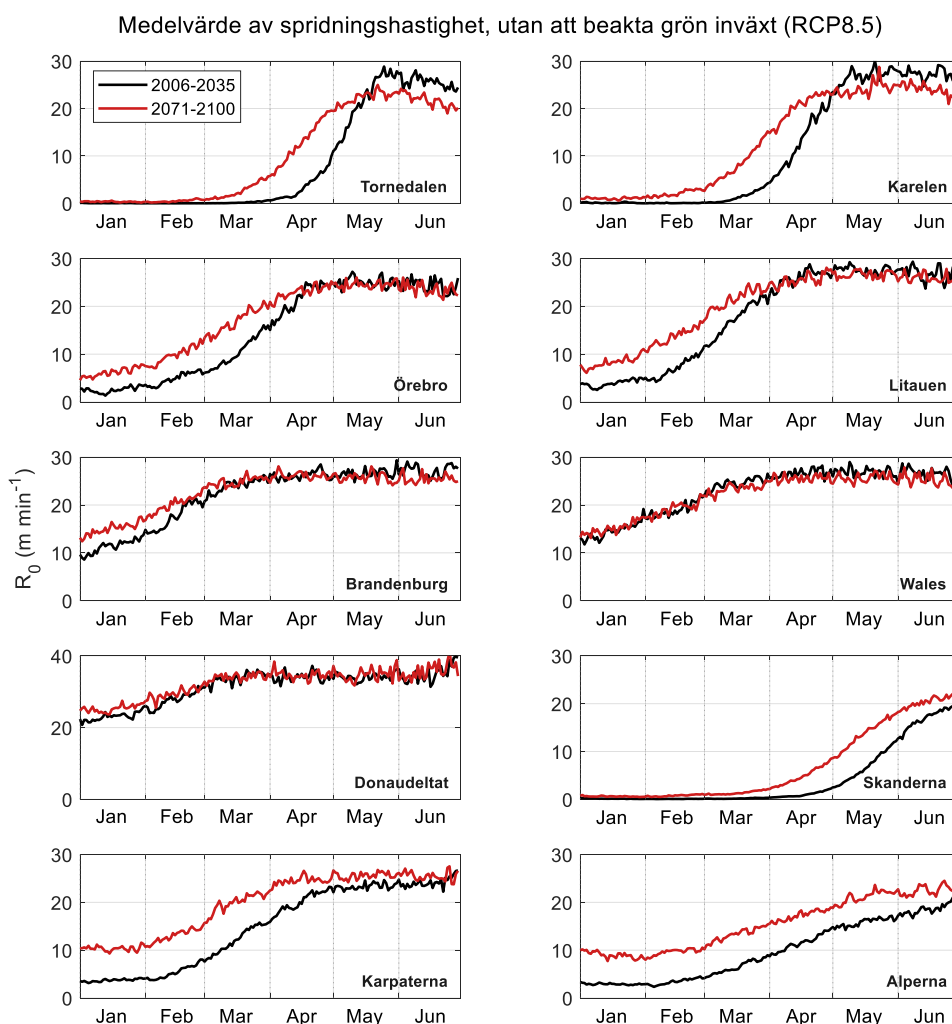
SMHI (2026) RCP scenarier. [RCP scenarier – SMHI](#) (bekräftad 2026-02-06).

Vermína Plathner, F., Sjöström, J., Granström, A. (2023) Garden structure is critical for building survival in northern forest fires – An analysis using large Swedish wildfires. Safety Science 157, 105928. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105928>

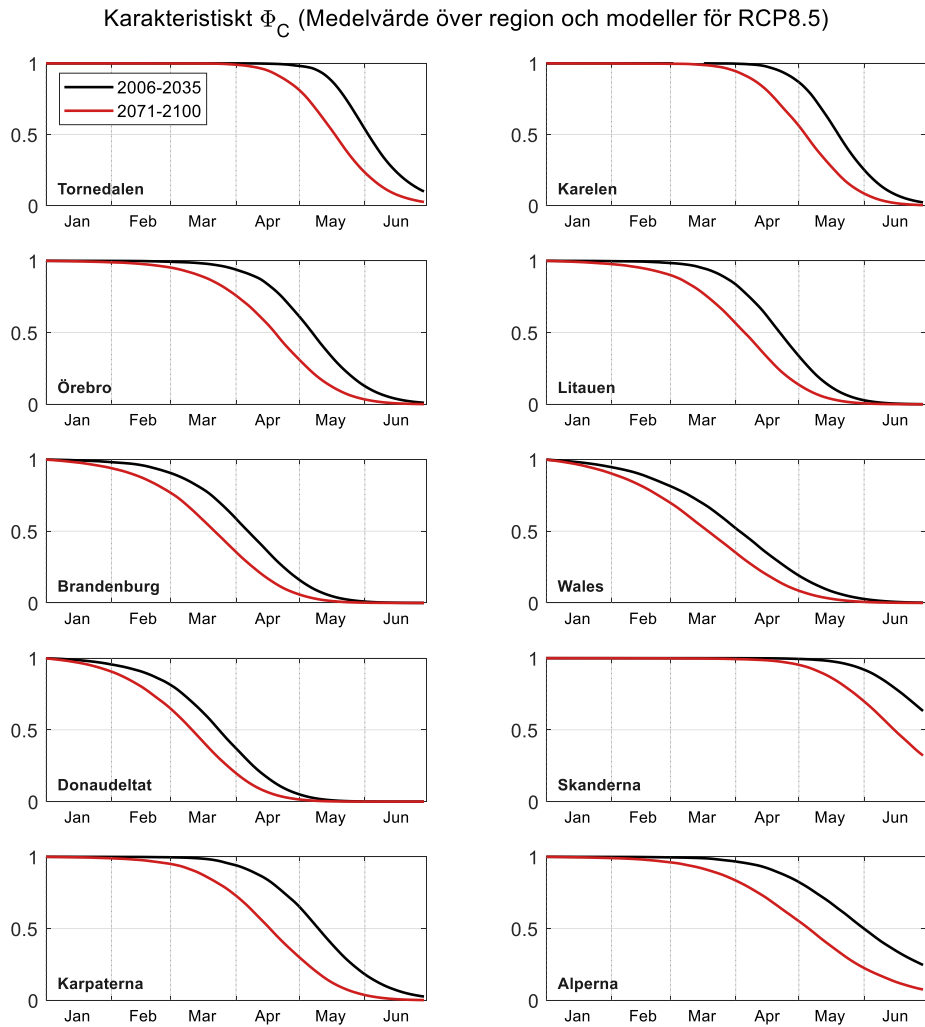
Vermína Plathner, F., Sjöström, J., Granström, A. (2025) Early season wildfires pose the highest threat to buildings and people in Sweden. Fire Safety Journal 156, 104457. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2025.104457>

WDC (2026) World Data Center for Climate. <https://www.wdc-climate.de/ui/> (bekräftad 2026-02-06).

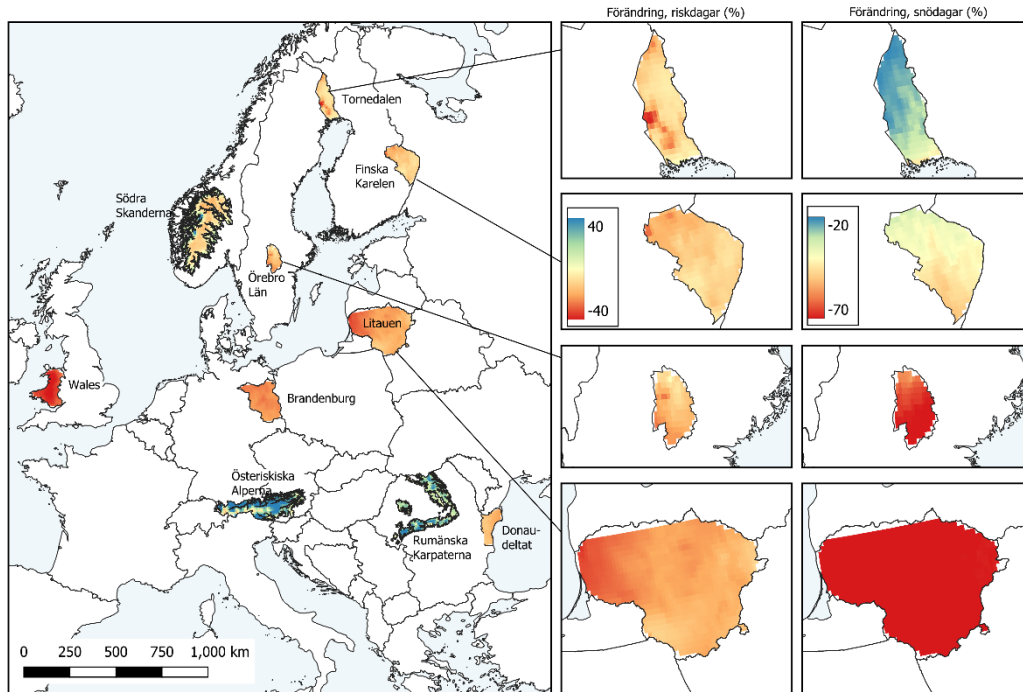
Appendix I – Ytterligare figurer



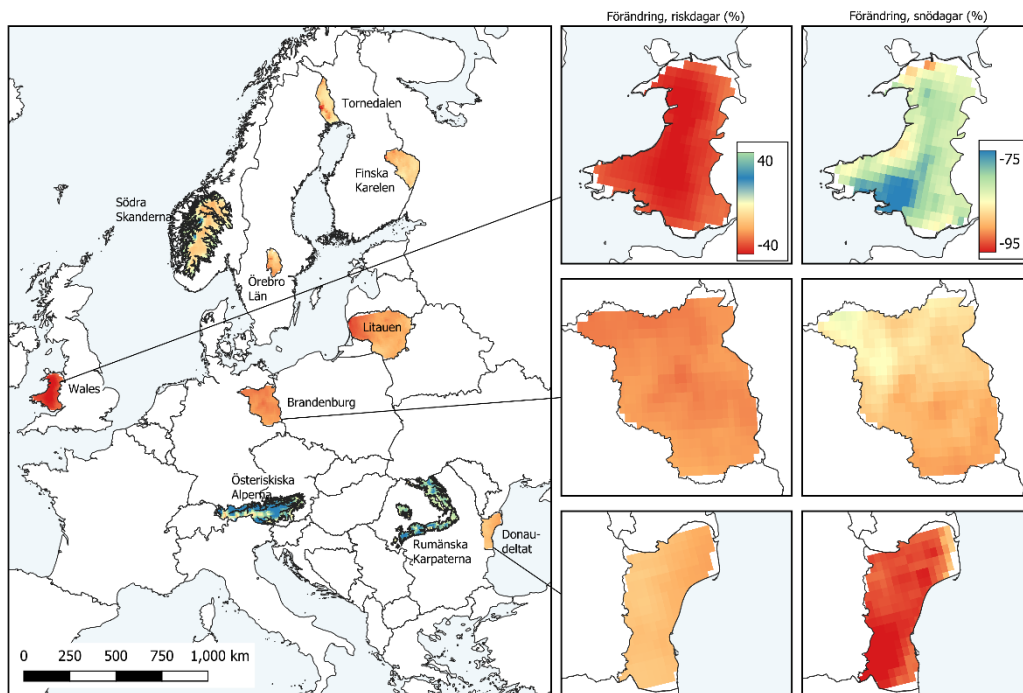
Figur A15. Medelvärde av spridningshastighet utan att beakta effekten av det gröna gräsets inväxt för tidig period (2006 – 2025) och för sen period (2071 – 2100) givet scenario RCP8.5.



Figur A16. Medelvärde av ϕ_C , effekten av inväxten av grönt gräs, för tidig period (2006 – 2025) och för sen period (2071 – 2100) givet scenario RCP8.5.



Figur A17. Snörika områden: Procentuell förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt rcp8.5



Figur A18. Snöfattiga områden: Procentuell förändring i antalet (a) högriskdagar och (b) snödagar 2071-2100 jämfört med referensperioden 2006-2035, enligt rcp8.5

Appendix II – Algoritmen för spridningsmodellen

Algoritm för gräsbrandsmodellen beskriven på engelska

Equations for calculating the fire danger index of the RING model, estimating *ROS* for northern uncut grasslands.

1. From January 1st, calculate the *GDD* (T_{air} is the 24 hours average of air temperature, i is the ordinal day):

$GDD(d) = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^d (T_i - 2) \times \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{i - 80}{60}\right) \right]$ $T_i = \left(\sum_{j=i-3}^i T_{corr,j} \right) / 4, \quad \text{Limited by } T_i \geq 2$ $T_{corr} = \begin{cases} 0 & \text{(if snow)} \\ 0.1 \times T_{air} & \text{(if no snow \& } T_{air} < 0) \\ T_{air} & \text{(else)} \end{cases}$	(A1)
---	------

2. For each time step (hour), calculate the *EMC*

$T_g = T + 35.07 \cdot I \cdot e^{-0.2237 \cdot W}$	(A2-1)
$RH_g = RH \cdot 10^{7.5 \left(\frac{T}{237+T} - \frac{T_g}{237+T_g} \right)}$	(A2-2)
$EMC_D = 2.21 \cdot RH_g^{0.46} + 13.7 \cdot e^{\frac{RH_g - 100}{13}} + 0.08 \cdot (26.67 - T_g) \text{ (for drying)}$	(A2-3)
$EMC_W = 2.00 \cdot RH_g^{0.44} + 12.0 \cdot e^{\frac{RH_g - 100}{18}} + 0.08 \cdot (26.67 - T_g) \text{ (for wetting)}$	(A2-4)

3. For each time step (hour), calculate the moisture content mc (P – Precipitation during last time step (mm), T - air temperature ($^{\circ}\text{C}$), I - irradiance¹ (kW m^{-2}), W - 10 m open wind speed (m s^{-1}), δ – length of time step (h))

$\Delta mc = 100 \times (P/0.3)$	(A3-1)
$mc_0 = mc(t - \delta) + \Delta mc, \quad (mc_0 \leq 400 \%)$	(A3-2)
$R = \begin{cases} RH_g/100 & (\text{for drying}) \\ 1 - RH_g/100 & (\text{for wetting}) \end{cases}$	(A3-3)
$k[h^{-1}] = 0.897 \cdot e^{0.0365 \cdot T_g} \cdot [0.424 \cdot (1 - R^{1.7}) + 0.1317 \cdot \sqrt{W} \cdot (1 - R^8)]$	(A3-4)
$mc(t) = \text{EMC} + [mc_0 - \text{EMC}] \times e^{-k \cdot \delta}$	(A3-5)

4. For each time step, calculate the spread rate (ROS) (m min^{-1})

$\Phi_{mc} = \begin{cases} \exp(-0.108 \cdot mc), & (mc \leq 12 \%) \\ 0.684 - 0.0342 \cdot mc, & (mc > 12 \% \ W < 3 \text{ m s}^{-1}) \\ 0.547 - 0.0228 \cdot mc, & (mc > 12 \% \ W > 3 \text{ m s}^{-1}) \end{cases}$	(A4-1)
$\Phi_C = e^{-0.0224 \cdot GDD}$	(A4-2)
$ROS = \begin{cases} [0.9 + 16.13 \cdot W] \Phi_{mc} \Phi_C, & (\text{for } W < 1.4 \text{ m s}^{-1}) \\ [23.33 + 41.18 \cdot (W - 1.3889)^{0.844}] \Phi_{mc} \Phi_C, & (\text{for } W \geq 1.4 \text{ m s}^{-1}) \end{cases}$	(A4-3)

5. Set the grassfire danger rating based on estimated ROS -values

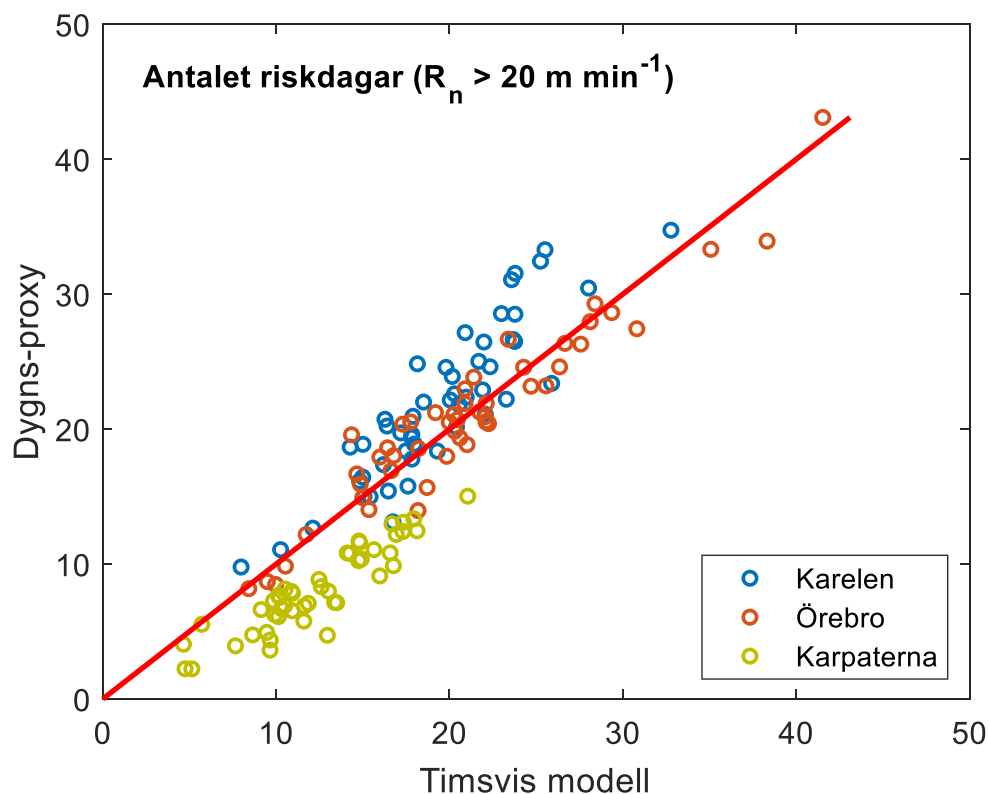
Danger level	ROS (m min^{-1})	(A5)
Low	$ROS \leq 5$	
Moderate	$5 < ROS \leq 15$	
High	$15 < ROS \leq 25$	
Very high	$ROS \geq 25$	

¹ Irradiance for the Nordic countries is calculated using a mesoscale model for solar radiation labelled STRÅNG. For more information visit <https://strang.smhi.se/>

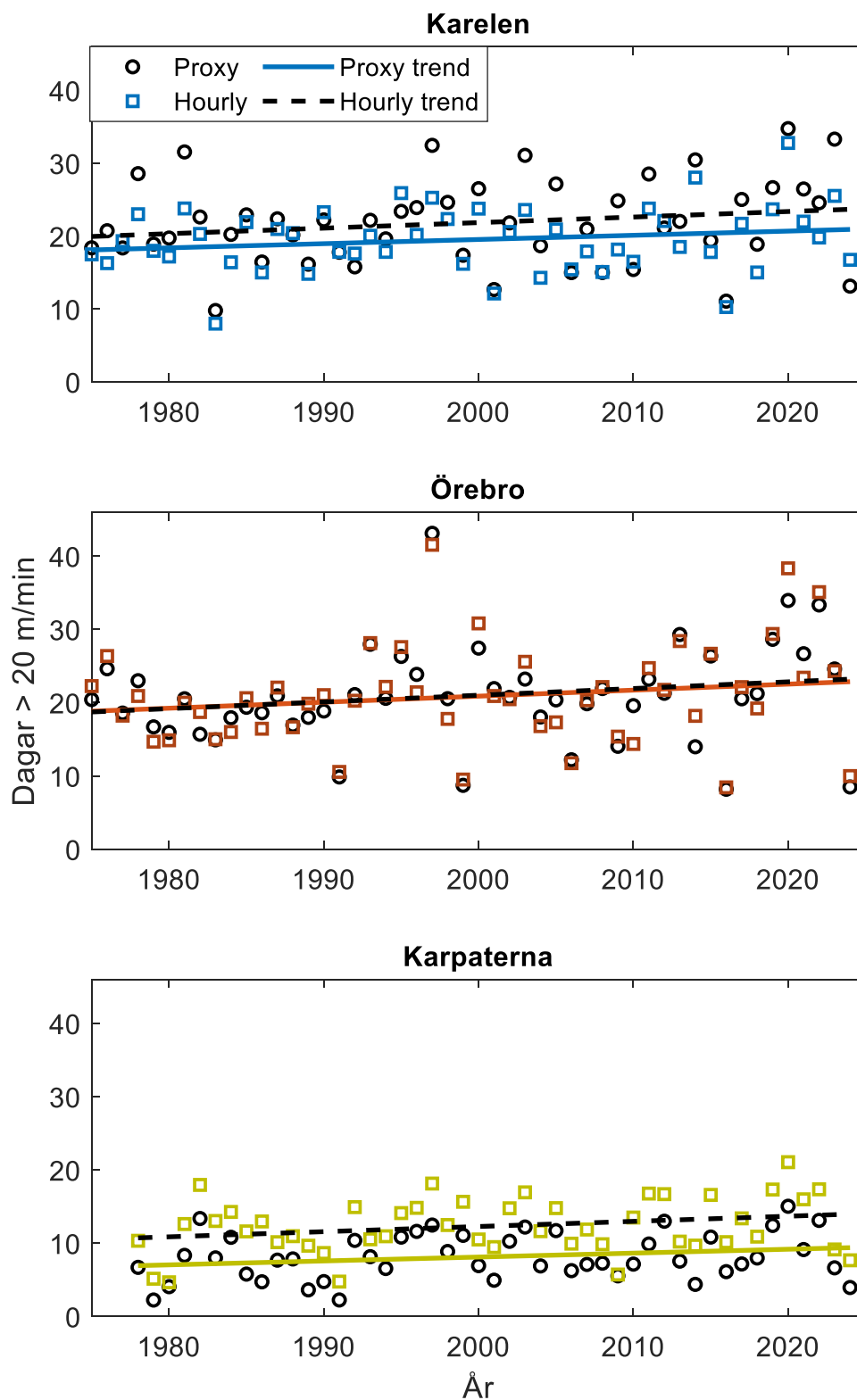
Appendix III – Algoritmen och utvärdering av dyngs-proxy

Algoritm för proxyn baserat på dyngsmodellen

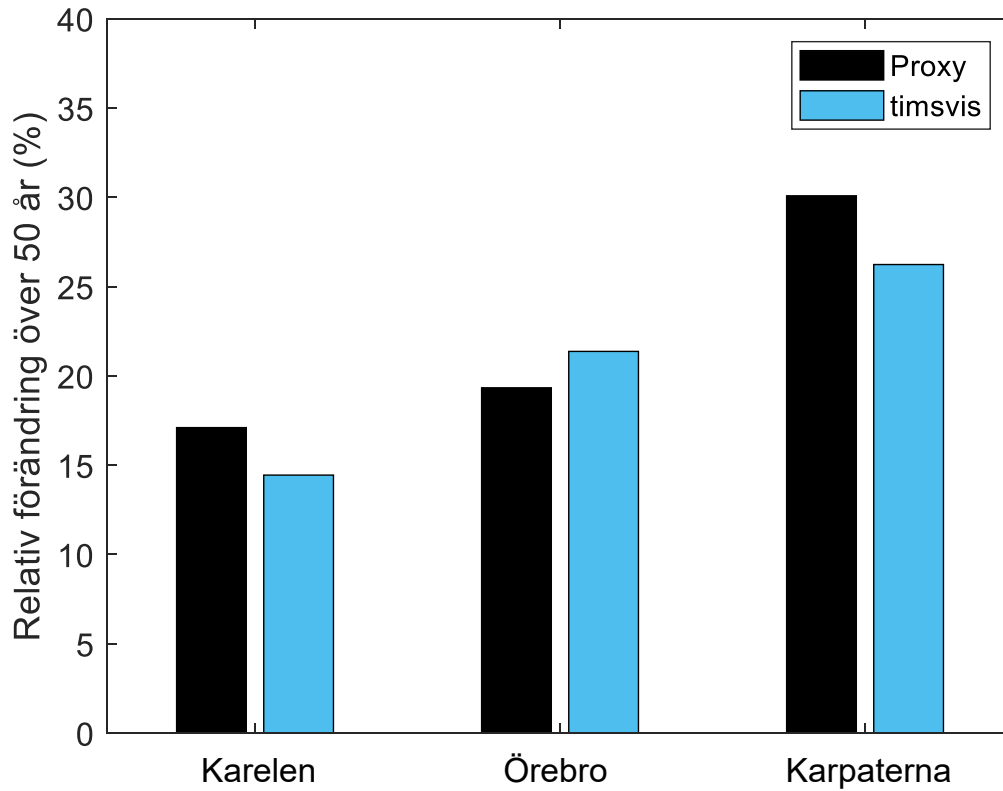
- Beräkna inväxten mha T_{medel} och snötäcke och bestäm Φ_C enligt ekvationerna (A1) och (A4-2)
- Beräkna jämviktsfuktkvoten per dag från beräknad RH_{min} , I_{max} och modellernas T_{max} från ekvationerna (A2) och (A3)
- Öka mc med en faktor 1.11 jämfört med jämviktsfuktkvoten
- Lägg till 0.75% av 24-h nederbörd
- Sätt vindhastigheten, W , till 25% högre än dyngsmedelvärdet
- Beräkna spridningshastigheten ROS baserat på W , Φ_C och Φ_{mc} enligt ekvationerna (A4)



Figur A19. Antalet riskdagar per säsong för tre regioner från data baserat på timsvisa respektive dagliga observationer.

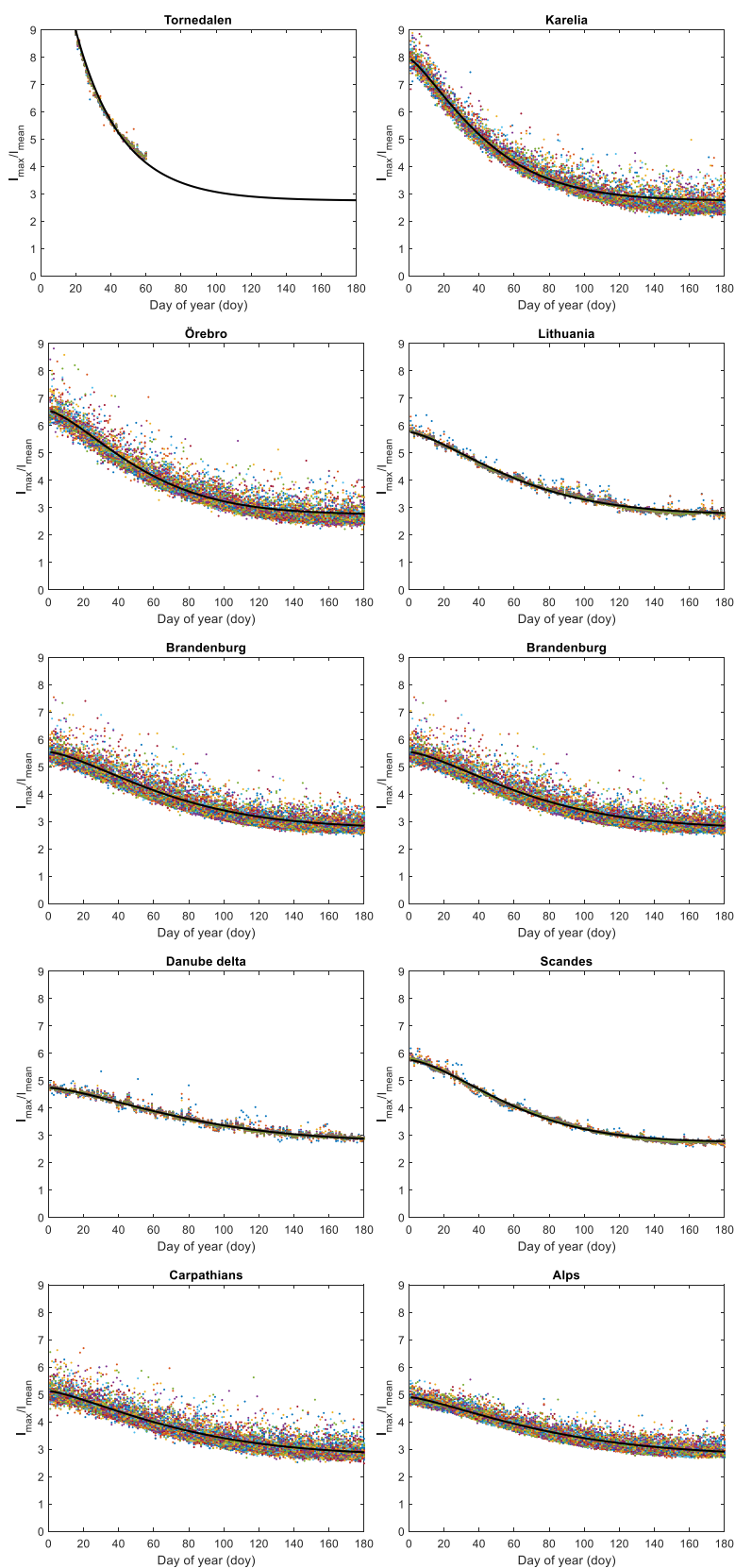


Figur A20. Antalet riskdagar per säsong för tre regioner från data baserat på timsvisa respektive dagliga observationer. Karpaterna är i detta fall Slovenska Karpaterna.

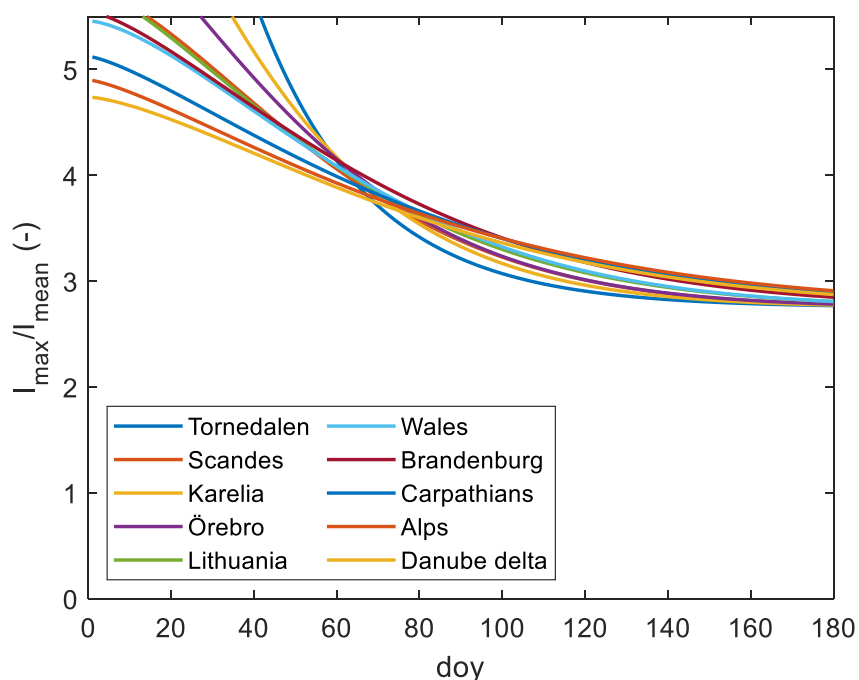


Figur A21. Relativ ökning av antalet riskdagar för tre regioner baserat på 50-års linjär anpassning av data framtagna med timsupplöst modell samt den föreslagna dygnsproxyn. Karpaterna är i detta fall Slovenska Karpaterna.

Appendix IV – Bestäm I_{max} utifrån I_{medel}



Figur A22. Kvot mellan maximala och dygnets medelvärde av globalstrålning för varje dag på säsongen. Data baseras på 50 års historisk ERA5-data tidsupplöst på timme.



Figur A23. Alla anpassningar av data i Figur A22.

Alla samband som beskriver variationen med *doy* beskrivs enligt ekvationen.

$$\frac{I_{max}}{I_{mean}} = A \exp\left(-\left(\frac{doy}{\alpha}\right)^{\beta}\right) + 2.75$$

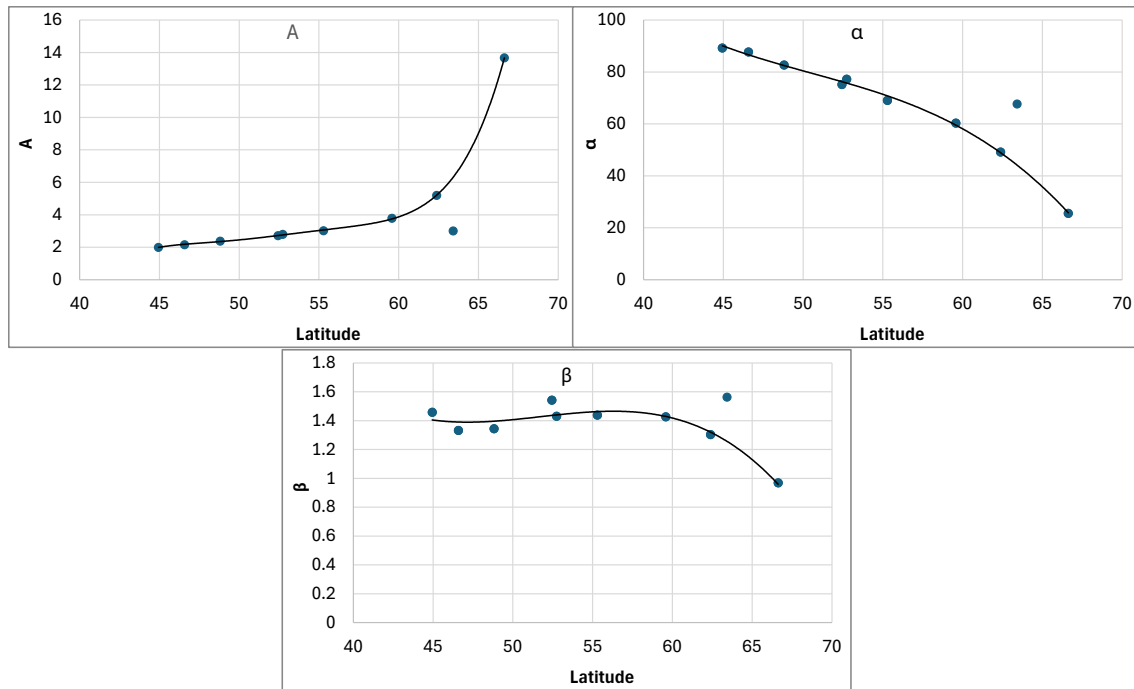
Värdena på A , α och β anpassas efter latitud enligt följande ekvationer så att I_{max} kan beräknas ur I_{mean} även i andra europeiska regioner än de som studerats här:

$$A = 1.828 \cdot 10^{-5} Lat^5 - 4.766 \cdot 10^{-3} Lat^4 + 0.4961 Lat^3 - 25.77 Lat^2 + 667.9 Lat - 6908$$

$$\alpha = -6.370 \cdot 10^{-3} Lat^3 + 0.9659 Lat^2 - 50.51 Lat + 987.6$$

$$\beta = -1.977 \cdot 10^{-4} Lat^3 + 3.068 \cdot 10^{-2} Lat^2 - 1.575 Lat + 28.15$$

Dessa ekvationer kommer från anpassningar av relationerna i Figur A24.



Figur A24. Värdena på A , α och β som funktion av latitud och anpassat till polynom.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB Box 857, 501 15 BORÅS Telefon: 010-516 50 00 E-post: info@ri.se , Internet: www.ri.se	Brandforskning RISE Rapport 2026:08 ISBN: 978-91-90109-35-9
---	---

Stödorganisationer

under 2025 då detta projekt beviljades

Asplan Viak AS • Bengt Dahlgren Brand & Risk • Brand och Bygg Sverige AB
Brandkonsulten AB • Brandkåren Attunda • Brandskyddsföreningen
Brandskyddsföreningen Dalarna • Brandskyddsföreningen Gävleborg
Brandskyddsföreningen Södermanland • Brandskyddsföreningen Värmland
Brandskyddsföreningen Väst • Brandskyddsföreningen Västernorrland
Brandskyddslaget • Brandutredarna • Bricon AB • Cold Cut Systems
Deap Fire Safety Design • Dina Försäkringar • Eld & Vatten • Faberge AB
Finlands Svenska Brand & Räddningsförbund, FSBR • Fire Safety Design AB
FireTech Engineering Folksam • FSS Solutions AS • Föreningen för brandteknisk ingenjörsvetenskap, BIV
Försäkrings AB Göta Lejon • GellCon • GKN Aerospace Sweden AB • Hovedorganisationen KA
Höglandets räddningstjänstförbund • If Skadeförsäkring • Jämtlands Räddningstjänstförbund
Kiruna Räddningstjänst • Kommunassurans Försäkrings AB • Kristianstads Räddningstjänst
Kyrkans Försäkring • Lantmännen • Marioff Skandinavien AB • MAUS Sweden AB
MSB, myndigheten för samhällsskydd och beredskap • NBSG, Nationella Brandsäkerhetsgruppen
Nerikes Brandkår • Q-Fog i Nora AB • Ramboll Sweden AB • RED Fire Engineers Sweden AB
Region Stockholm, Trafikförvalningen • Region Uppsala • RISE, Research Institutes of Sweden
Räddningstjänsten Boden • Räddningstjänsten Dala Mitt • Räddningstjänsten Fyrbodalen
Räddningstjänsten Gotland • Räddningstjänsten Halmstad • Räddningstjänsten Hässleholm
Räddningstjänsten Kalix • Räddningstjänsten Karlstadregionen • Räddningstjänsten Ljungby
Räddningstjänsten Luleå • Räddningstjänsten Mälardalen • Räddningstjänsten Skaraborg
Räddningstjänsten Skellefteå • Räddningstjänsten Skinnskatteberg • Räddningstjänsten Storgöteborg
Räddningstjänsten Strömstad • Räddningstjänsten Syd • Räddningstjänsten Väst
Räddningstjänsten Östra Götaland • St Eriks Försäkring • SIMBRA Rädgivning AS
Stockholms Stads Brandförsäkringskontor • Storstockholms Brandförsvår
Svenska Institutet för standarder, SIS • Svensk Brand- och säkerhetscertifiering AB, SBSC • Swedisol
Säkerhetsbranschen • Södertörns brandförsvår förbund • Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund
Trygg Hansa • Trä- och möbelföretagen TMF • Umeåregionens brandförsvår • Uppsala Brandförsvår
Västra Sörmlands Räddningstjänst

Insamlingsstiftelsen Brandforsk verkar för ett brandsäkert hållbart samhälle byggt på kunskap. Det gör vi genom att initiera och finansiera kunskapsutveckling inom området brandsäkerhet, och vi arbetar för att sprida den kunskapen så att den ska göra nytta.

Vi finansierar detta med insamlade medel från våra stödorganisationer som på så sätt bidrar till vår vision om **Ett brandsäkert och hållbart samhälle byggt på kunskap.**

Brandforsk

info@brandforsk.se, www.brandforsk.se



Projektgrupp

RI.
SE

Finansierad av Brandforsk

Brandforsks verksamhet möjliggörs av stöd från olika organisationer i samhället. Läs mer om våra stödorganisationer på www.brandforsk.se

