Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Bränsleuttorkning – ersättare till HBV-skog

Bränsleuttorkning – ersättare till HBV-skog

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
Enhet: Enheten för arbete med naturolyckor och beslutsstödsystem

Text: Anna Jansson, SMHI
Tryck: DanagårdLiTHO

Publikationsnummer: MSB2069 - november 2022
ISBN: 978-91-7927-303-3

Sammanfattning

En utredning har genomförts för att undersöka om HBV-skog modellen kan ersättas av något eller några underindex till FWI-modellen. Flera angreppssätt har testats och itererats i nära samarbete mellan SMHI och MSB. Resultatet blev att en ny beräkningsmodell, bränsleuttorkning, har ersatt HBV-skog modellen i brandriskprognossystemet sedan 2021. I den här rapporten presenteras endast den slutgiltiga versionen av den nya beräkningsmodellen bränsleuttorkning. Den nya modellen utgår från underindexen DC och DMC i FWI-modellen som därefter vägs samman på motsvarande sätt som HBV-skog modellen vägde samman HBV-värdet utifrån HBV_{undre} och $HBV_{övre}$.

Då DMC även använder den relativa luftfuktigheten som indata till skillnad från HBV-skog modellen så resulterar det i att modellerna kommer bete sig aningen annorlunda. Speciellt tydligt blir det om den relativa luftfuktigheten är hög, då kommer den nya bränsleuttorkningen visa lägre risk jämfört med den tidigare HBV-skog modellen.

Förord

Det här arbetet har utförts på uppdrag av MSB (överenskommelse gällande utveckling och anpassning av beslutsstödsystem för brandriskprognoser i vegetation, SMHI dnr 2020/2130/10.4).

HBV-skog är en anpassning av HBV-modellen som beskriver uttorkningen i de markskikt som har betydelse för brandrisk. Då HBV-modellen skulle avvecklas på SMHI så fanns det anledning att utreda om något eller några av underindex till FWI-modellen som också beskriver uttorkningen kunde ersätta HBV-skog modellen. Endast den slutgiltiga version som används sedan säsongen 2021 presenteras i den här rapporten.

Innehåll

1. Bakgrund 6
2. HBV-skog modellen 7
3. FWI-modellen 10
4. Dataunderlag 12
5. Metodik 14
6. Slutsats 19
7. Referenser 20
Bilaga 21

1. Bakgrund

HBV-skog modellen beskriver hur uttorkningen varierar från dag till dag som har betydelse för brandrisken. Från modellen fås fyra variabler HBV_{undre}, $HBV_{övre,}$ HBV och HBV-index men den som används mest är HBV-index och det är den variabeln som den här utredningen fokuserar på och som är ersatt sedan 2021.

Då FWI-modellen också innehåller uttorkning så fanns det anledning att undersöka om HBV-index kan ersättas med någon eller några av FWI-modellens underindex så att HBV-skog modellen kunde avvecklas. På det sättet kommer beräkningarna för skogsbrandrisk utgå från en och samma modell på SMHI nämligen FWI-modellen.

I denna rapport används ordvalet ”nya HBV-index” istället för bränsleuttorkning då det namnet tillkom efter att utredningen var klar. Det är också bränsleuttorkning som den har hetat sedan 2021.

Flera olika angreppssätt har testats men här redovisas endast det som används sedan säsongen 2021.

2. HBV-skog modellen

HBV-skog modellen (Gardelin, 2001) visar markfuktigheten i två markskikt, ett övre ($HBV_{övre}$) och ett undre (HBV_{undre}) och sedan sammanvägs det till ett HBV-värde och utifrån det värdet indelas det i olika klasser för att få fram ett HBV-index från 1–5E.

Tabell 1. Indelning enligt HBV-skog

HBV	HBV-index	
>74	1	Mycket blött
60–73	2	Blött
44–59	3	Måttligt blött
34–43	4	Torrt
29–33	5	Mycket torrt
<28	5E	Extremt torrt

Indata till HBV-skog modellen är dygnsmedeltemperatur och dygnsnederbörd (18–18 UTC). För analys hämtas indata från MESAN och för prognos hämtas indata från SMHIs officiella prognoser.

Det övre markskiktet, $HBV_{övre}$, kan magasinera 20 respektive 25 mm beroende på läget i landet och det undre markskiktet, HBV_{undre}, kan magasinera 180 respektive 225 mm beroende på läget i landet.

Figur 1. Områdesindelning enligt HBV-skog modellen. Område 1 i kartan magasinerar 20 mm i det översta markskiktet ($HBV_{övre}$) och 180 mm i det undre markskiktet (HBV_{undre}). Område 2 i kartan magasinerar 25 mm i det översta markskiktet ($HBV_{övre}$) och 225 mm i det undre markskiktet (HBV_{undre}).

Källa bakgrundskarta: Lantmäteriet

Markfuktigheten anges i procent av den maximala vattenmagasineringen i respektive markskikt, dvs sjunkande värden anger ökad uttorkning och därmed ökad brandrisk.

En sammanvägning av de två markskikten görs genom att kombinera fuktighets-underskottet från respektive skikt enligt formeln:

$$HBV_{skiktad} = 100 - 2\frac{smdef_{övre} * smdef_{undre}}{smdef_{övre} + smdef_{undre}} \qquad \text{(Ekvation 1)}$$

Där:

$smdef_{övre} = (100 - HBV_{övre})$ och

$smdef_{undre} = (100 - HBV_{undre})$

Det innebär att inverkan av fuktigheten i det undre markskiktet blir störst när det ytliga markskiktet är torrt. När det ytliga markskiktet är blött erhålls alltid relativt höga skiktade fuktighetsvärden (låga brandriskvärden). För att extremt höga brandriskvärden ska kunna erhållas krävs att båda skikten är torra.

En enkel korrektion av fuktighetsvärdet används också under de dagar då det faller regn för att ge mer realistiska värden som samvarierade bättre med statistiken över observerade bränder enligt:

- Om nederbörden >0 mm så korrigeras HBV-värdet med att öka med 10 enheter, dvs HBV+10.

3. FWI-modellen

Fire Weather Index (FWI)-modellen (Van Wagner, 1987) är hämtad från Kanada och beskriver brandbeteende och intensitet.

Indata till FWI-modellen är också dygnsnederbörd 18–18 UTC, temperatur, relativ luftfuktighet och vind 12 UTC. För analys hämtas indata från MESAN och för prognos hämtas indata från SMHIs officiella prognoser. Nedan listas vilka indata som används till de underindex i FWI-modellen som beskriver markfuktigheten.

DC (Drought Code) beskriver markfuktighet i det understa markskiktet i FWI-modellen och använder temperatur 12 UTC och dygnsnederbörden 18–18 UTC som indata. Magasineringen i detta skikt motsvarar cirka 100 mm vatten.

DMC (Duff Moisture Code) beskriver markfuktighet i det mellersta markskiktet i FWI-modellen och som använder temperatur 12 UTC, relativ luftfuktighet 12 UTC och dygnsnederbörden 18–18 UTC som indata. Magasineringen i detta skikt motsvarar cirka 15 mm vatten.

BUI (Build Up Index) beräknas som ett viktat medelvärde av DMC och DC och kan ses som ett allmänt fuktighetsmått för de något djupare markskikten samt mängden torrt bränsle som finns tillgängligt för en potentiell skogsbrand.

Därutöver beräknas även:

FFMC (Fine Fuel Moisture Code), som beskriver fuktigheten i det översta markskiktet. Indata till FFMC är dygnsnederbörden 18–18 UTC, temperatur, vind och relativ luftfuktighet 12 UTC.

ISI (Initial Spread Index) beräknas från FFMC och vindhastigheten. ISI kan ses som ett relativt mått på en brands spridningshastighet.

FWI (Fire Weather Index) beräknas från ISI och BUI och är det slutgiltiga värdet och är ett mått på en brands intensitet.

DC kan jämföras med HBV_{undre} men DC har ingen övre gräns som HBV_{undre} har. DMC kan jämföras med $HBV_{övre}$ men i DMC ingår den relativa luftfuktigheten och DMC har inte heller någon övre gräns som $HBV_{övre}$ har.

BUI kan till viss del jämföras med HBV-värdet men BUI väger inte samman DC och DMC på samma sätt som HBV-värdet väger samman HBV_{undre} och $HBV_{övre}$. Om DMC är nära noll (blöt) samtidigt som DC är hög (torr) så påverkar inte det BUI oavsett hur torr DC är, men det görs till viss del HBV_{undre} i HBV-värdet. I BUI ingår också den relativa luftfuktigheten och den har inte heller någon övre gräns som HBV-värdet har.

En annan skillnad är också att HBV-modellen använder dygnsmedeltemperaturen till skillnad från FWI-modellen som använder temperaturen 12 UTC.

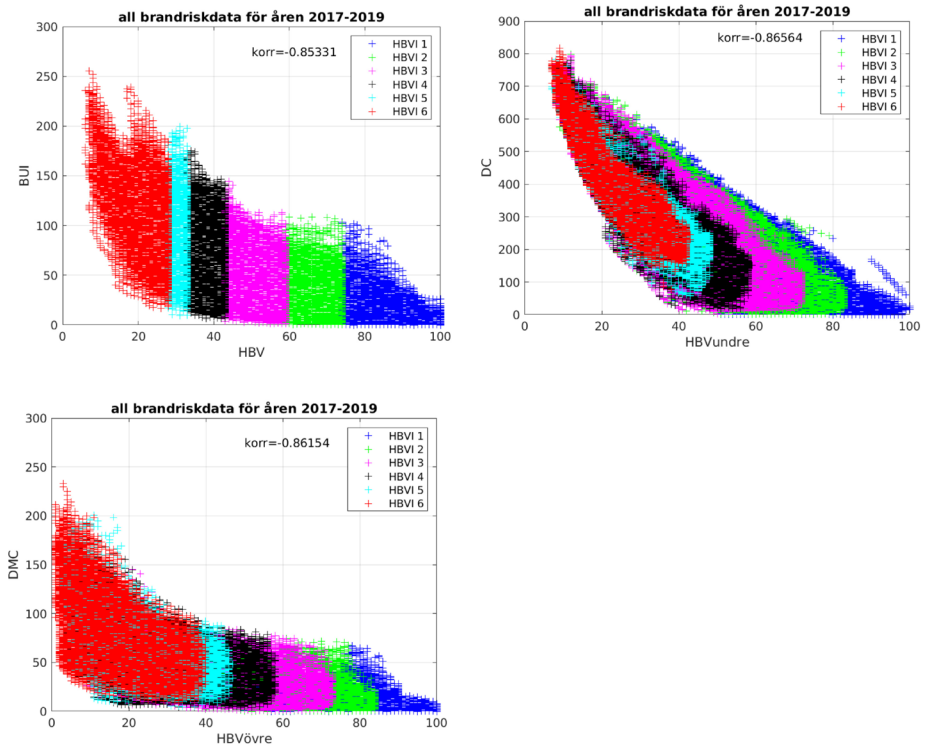
4. Dataunderlag

Brandriskdata för åren 2017–2019 har använts för att undersöka hur de olika variablerna samvarierar och för att därefter ta fram nya ekvationer.

För varje år används data från april till och med september, för 2017 har alla data använts förutom där snö ligger, för 2018 och 2019 har de gridpunkter där FWI-beräkningarna startat använts.

Nedan presenteras så kallade scatter diagram för alla brandriskdata 2017–2019 (totalt 1 766 997 gridpunkter), i diagrammen framgår även vilket HBV-index data hör till samt korrelationskoefficient för respektive uppsättning.

Figur 2. Scatter diagram för alla brandriskdata 2017–2019, översta raden, vänster: HBV mot BUI höger: HBV_{undre} mot DC, nedersta raden, vänster: $HBV_{övre}$ mot DMC. I respektive diagram framgår även korrelationskoefficienten samt vilket HBV-index data hör till.



I Figur 2 ser man att korrelation mellan HBV_{undre} och DC samt mellan $HBV_{övre}$ och DMC är bättre än mellan HBV och BUI. Det som också framgår är att för tex HBV-index 6(5E) går det inte att säga att det motsvarar ett och samma intervall för BUI, DC eller DMC utan de finns representerade för nästan samtliga HBV-index. Det beror i sin tur på att BUI, DC och DMC inte har någon definierad skala som HBV har. Till exempel, vid en längre tids torka så ökar DC för varje dag som går, det innebär att DC kan vara 200, 400, 600 och 800 samtidigt som HBV-index är 5E(6) vid samtliga tillfällen.

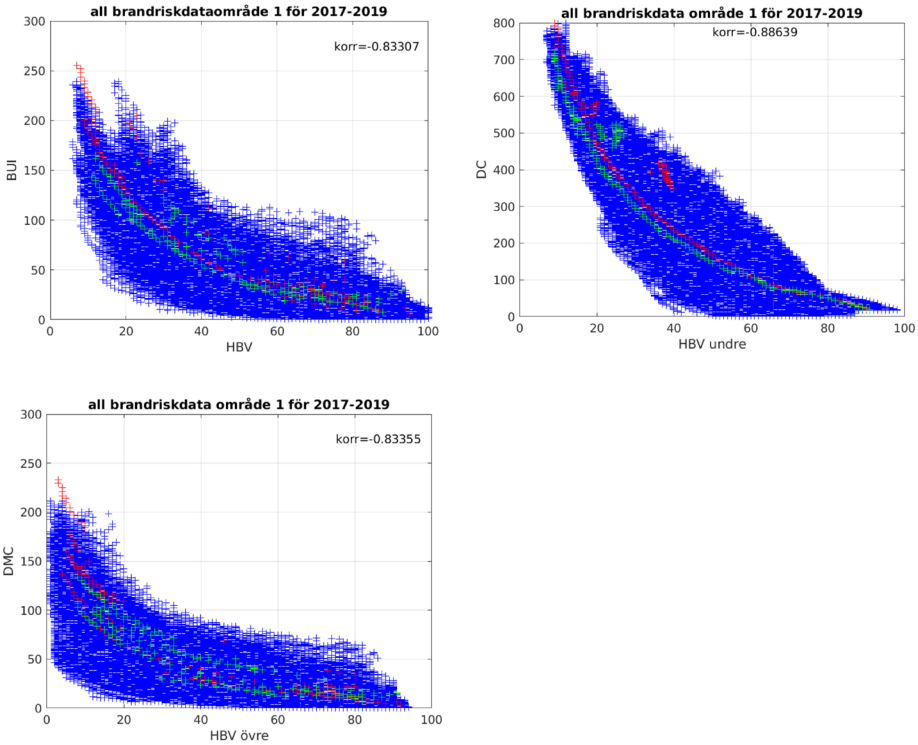
5. Metodik

Flera olika varianter på angreppssätt har testat, tex har respektive HBV-index studerats separat, skilt på om det fallit nederbörd eller inte, delat upp data per månad samt tidig respektive sen säsong.

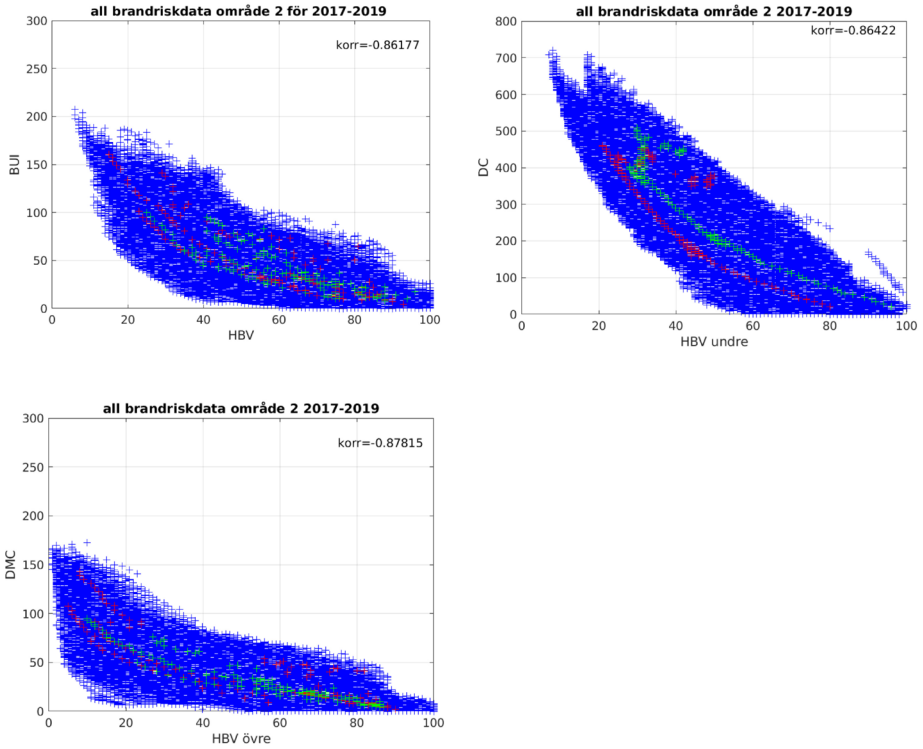
För att fånga HBV-skog modellens egenskaper på bästa sätt genom att anta att DMC motsvarar $HBV_{övre}$ och DC motsvarar HBV_{undre}. Samt därefter väga samman dessa på motsvarande sätt som HBV-skog gör enligt Ekvation 1.

För att studera eventuella skillnader mellan de olika geografiska områden som HBV-skog modellen bygger på (enligt Figur 1), där mängden vatten som magasineras i HBV_{undre} och $HBV_{övre}$ skiljer så har de gridpunkter som ligger i område 1 respektive de som ligger i område 2 studerats separat.

Figur 3. Scatter diagram för brandriskdata 2017–2019 inom område 1. Översta raden, vänster: HBV vs BUI höger: HBV_{undre} vs DC, nedersta raden, vänster: $HBV_{övre}$ vs DMC.I respektive diagram framgår även korrelationskoefficienten. De röda respektive grön kryssen representerar 2018 års data för en gridpunkt i närheten av Oskarshamn respektive Karlskrona.



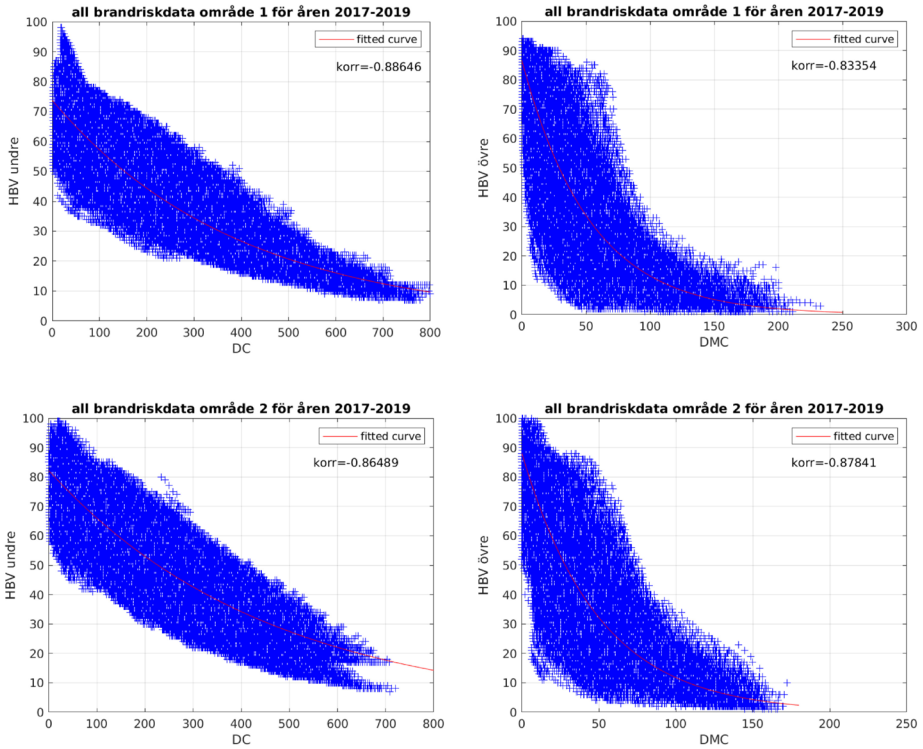
Figur 4. Scatter diagram för brandriskdata 2017–2019 inom område 2, översta raden, vänster: HBV mot BUI höger: HBV_{undre} mot DC, nedersta raden, vänster: $HBV_{övre}$ mot DMC. I respektive diagram framgår även korrelationskoefficienten. De röda och grön kryssen representerar 2018 års data för en gridpunkt nordväst om Malung respektive nordväst om Boden.



I Figur 3 och 4 ser man att spridningen för respektive parametrar kommer från samma gridpunkt (röda och gröna kryss). Tex för DC, det som följer en och samma linje är början på säsongen 2018 då det var torrt och senare på säsongen blev det ostadigt med regn och då följer inte det samma linje. Här ser man också att beroendet mellan HBV_{undre} och DC samt mellan $HBV_{övre}$ och DMC är mer linjär för område 2 i förhållande till område 1 där den är mer exponentiell.

Därefter har funktioner anpassats så att HBV_{undre} beskrivs i termer av DC samt $HBV_{övre}$ i termer av DMC för område 1 och område 2 separat. I figur 4 presenteras vilken funktion som har anpassats till respektive område och variabel.

Figur 5. Scatter diagram för brandriskdata 2017–2019 samt anpassad exponentiell kurva, översta raden, område 1, vänster: HBV_{undre} mot DC, höger: $HBV_{övre}$ mot DMC. Nedersta raden, område 2, vänster: HBV_{undre} mot DC, höger: $HBV_{övre}$ mot DMC.



De anpassade exponentiella funktionen bygger på där flest DC/HBV_{undre} respektive DMC/$HBV_{övre}$ hamnar, det innebär att fall som inte inträffar så ofta inte kommer beskrivas i funktion och därmed inte fångas i de anpassade funktionerna för HBV_{undre} samt $HBV_{övre.}$ Ekvationerna för de nya funktionerna anges nedan.

$$nHBV_{undre} = a_{1,2} \times e^{b_{1,2} \times DC}$$

$$nHBV_{övre} = c_{1,2} \times e^{d_{1,2}1 \times DC}$$

a_1 till och med d_1 avser område 1 och a_2 till och med d_2 avser område 2 där:

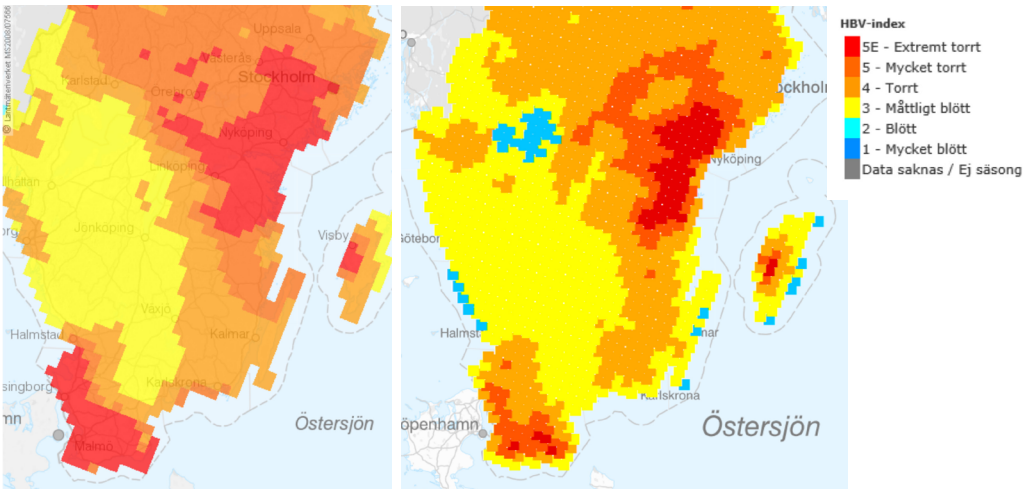
$$a_1 = 73.75, b_1 = -0.002541, c_1 = 86.55, d_1 = -0.01881$$

$$a_2 = 82.12, b_2 = -0.002191, c_2 = 88.04,\ d_2 = -0.02012$$

Därefter har samma formel för att kombinera HBVundre och HBVövre använts som för HBV-värdet enligt Ekvation 1 för område 1 respektive område 2.

Samt när nederbörd faller så ökas HBV med 10 för att till slut erhålla ett nytt HBV-index.

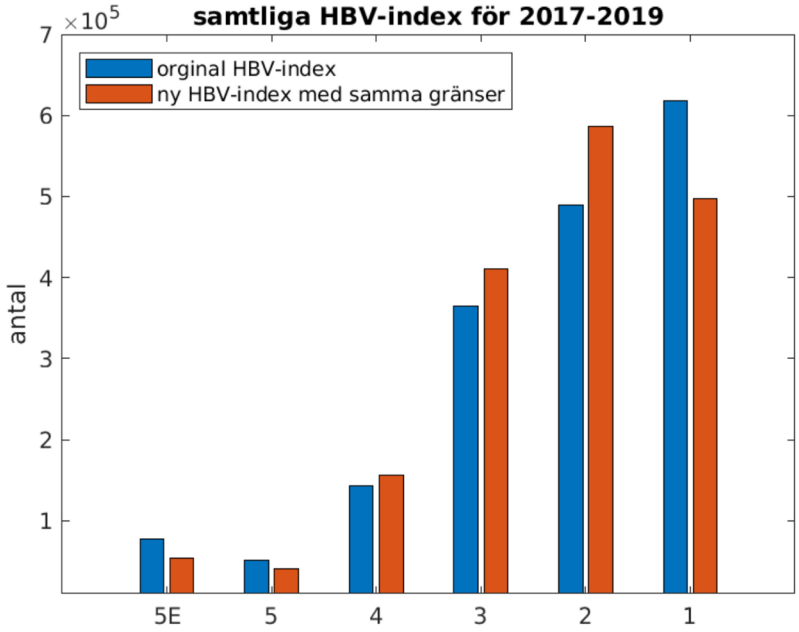
Figur 6. Exempel på skillnaderna för den 26/6 2020. I den vänstra kartan visas original HBV-index och i den högra, nya HBV-index.



I figur 6 ser man att skillnader finns över Vänern och längs kusterna där nya HBV-index är lägre jämfört med original HBV-index. Det beror på att i den nya HBV så ingår även den relativa luftfuktigheten, via DMC, i beräkningarna till skillnad från original HBV-index. Då det oftast är fuktigare luft över vatten jämfört med över land så blir det högre värden (lägre index) för nya HBV jämfört med original HBV.

I frekvensdiagrammet nedan presenteras hur original HBV-index förhåller sig till nya HBV-index för åren 2017–2019.

Figur 7. Frekvensdiagram för original HBV-index samt nya HBV-index med samma indelning som original HBV-index för 2017–2019



I Figur 7 framgår att den nya HBV-index underskattar 5E och 5 samt överskattar index 4–2 med, vilket också syns i den högra kartan i Figur 6.

Det som kommer bli tydligast i skillnaderna är då det är hög brandrisk i original HBV-index samtidigt som den relativa luftfuktigheten är hög, då kommer den nya HBV-index inte ha lika hög risk och dessa fall kommer inte återspeglas i den nya HBV-index. Det kommer gälla över hela landet men också beroende på vädersituation. Där det oftast är hög relativ luftfuktighet är längs kusterna och över de stora sjöarna och där kommer de tydligaste skillnaderna att vara som framgår i kartorna i Figur 6.

I bilagan finns kartor för utvärdering för ett antal dygn under sommaren 2020. Observera att då den här analysen bygger på data på 11x11 km så presenteras nya HBV-index också på 11x11 km och inte på den nya och högre upplösningen.

6. Slutsats

En ersättare till HBV-index, bränsleuttorkning (i den här rapporten kallad nya HBV-index) har tagits fram genom att utgå från att HBVövre är en funktion av DMC, samt att utgå från att HBVundre är en funktion av DC för respektive område (område 1 och 2 i Figur 1) där HBV-skog magasinerar olika mängder vatten i $HBV_{övre}$ och HBV_{undre}.

Därefter har samma ekvation använts för att kombinera $HBV_{övre}$ och HBV_{undre} för att erhålla ett nytt HBV-värde. Även villkoret om nederbörd faller så höjs HBV med 10 enheter finns med.

Då DMC även använder den relativa luftfuktigheten som indata till skillnad från HBV-skog modellen så resulterar det i att modellerna kommer bete sig aningen annorlunda. Speciellt tydligt blir det om den relativa luftfuktigheten är hög, då kommer den nya HBV-index visa lägre risk jämfört med den tidigare HBV-skog modellen.

Beräkningarna för den nya HBV-index startas när FWI-modellen startar från vintervila, tidigast 1 februari, och sätter FWI-index till -1 första november (de övriga parametrarna beräknas dock). Då kommer FWI-index och den nya HBV-index följa varandra till skillnad från tidigare säsonger.

7. Referenser

Van Wagner, C.E (1987), Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index system, Canadian Forest Service, Ottowa, Canada, Forestry Technical Report 35, https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=19927

Gardelin, M (2001), Brandriskprognoser med hjälp av en skiktad mark-fuktighetsmodell – vidareutveckling av HBV-modellen, https://rib.msb.se/Filer/pdf/17723.pdf

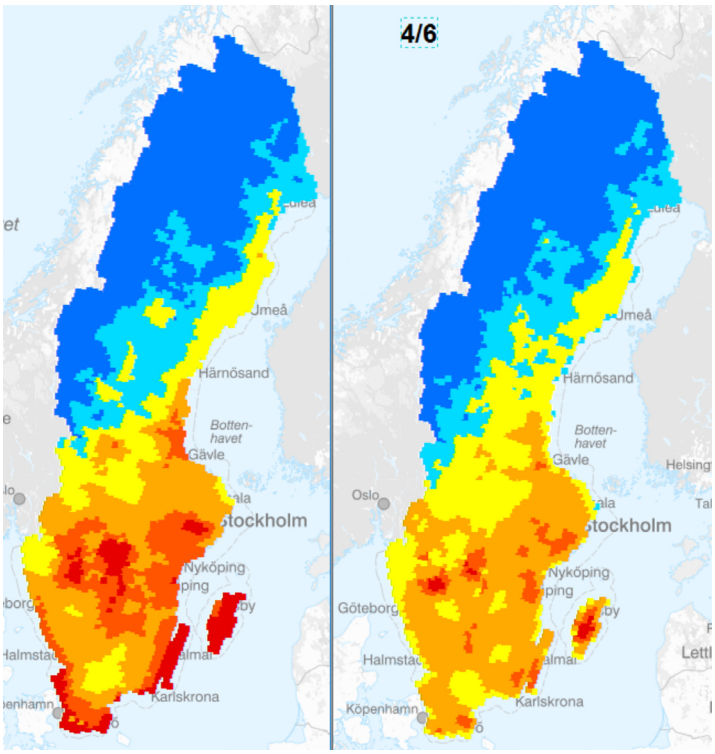
Systemdokumentation HBV-modellen, internt SMHI-dokument

Bilaga

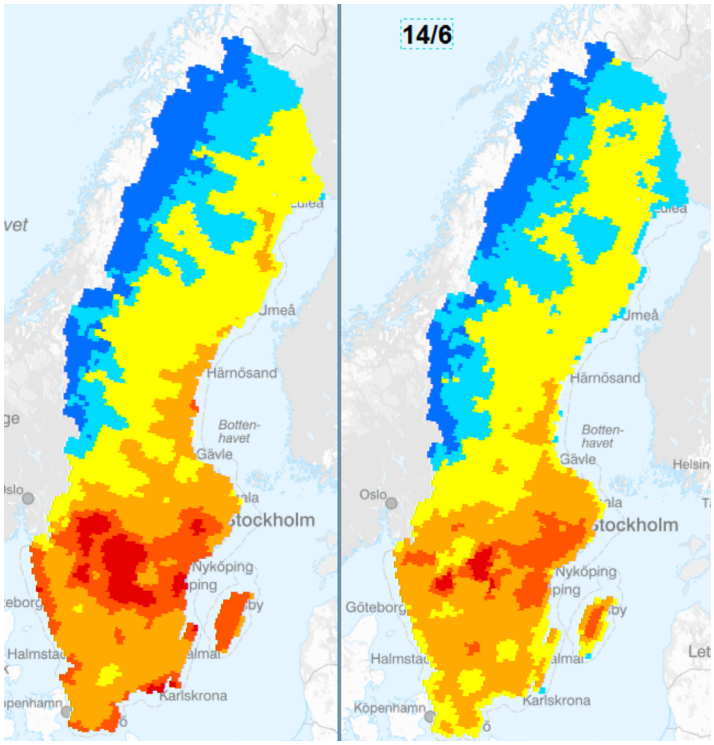
Kartor för några dygn under 2020 som visar skillnaden mellan original HBV-index och den nya HBV-index. Kartorna till väster är original HBV-index och kartorna till höger den nya HBV-index. Samtliga kartor använder legenden i Figur 1 nedan.

Figur 1. Legend för samtliga kartor

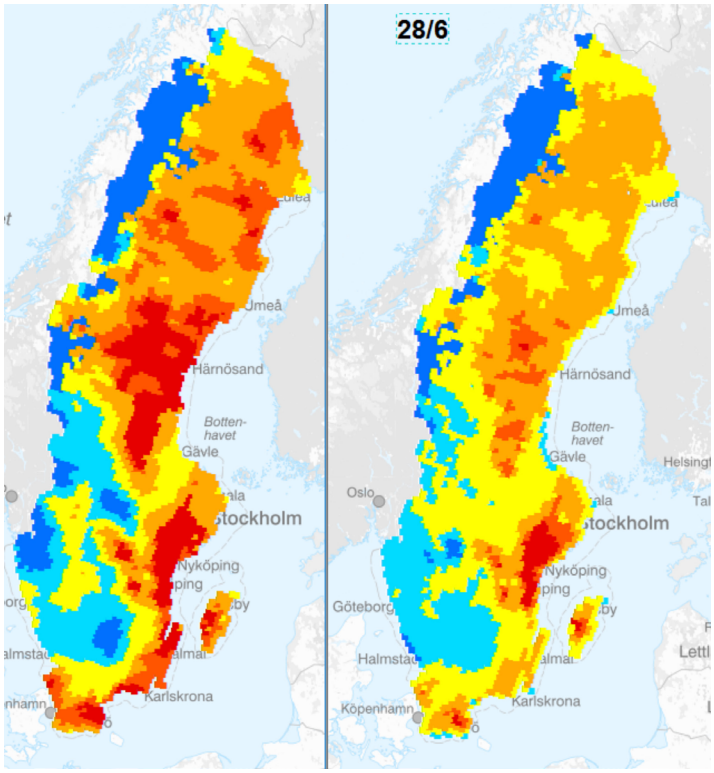
Figur 2. Original HBV-index (vänster) och den nya HBV-index (höger) för den 4/6.



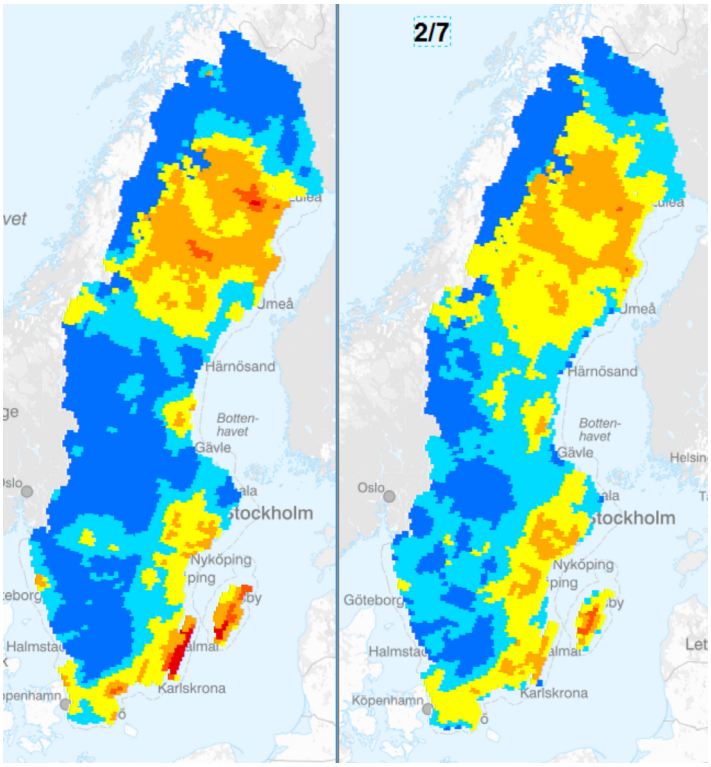
Figur 3. Original HBV-index (vänster) och den nya HBV-index (höger) för den 14/6.



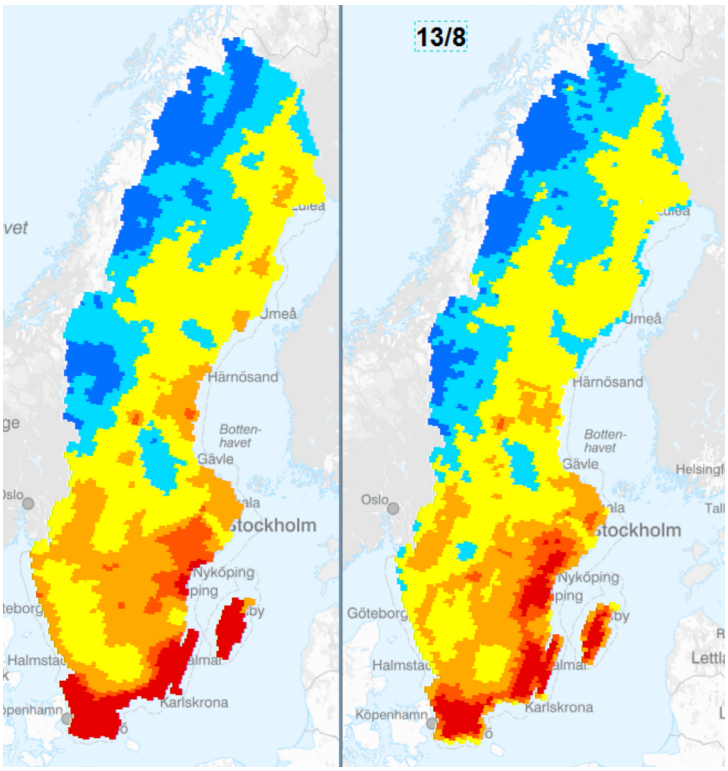
Figur 4. HBV-index (vänster) och den nya HBV-index (höger) för den 28/6



Figur 5. Original HBV-index (vänster) och den nya HBV-index (höger) för den 2/7



Figur 6. Original HBV-index (vänster) och den nya HBV-index (höger) för den 13/8



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 **www.msb.se**
Publ.nr MSB2069 - november 2022 ISBN 978-91-7927-303-3