

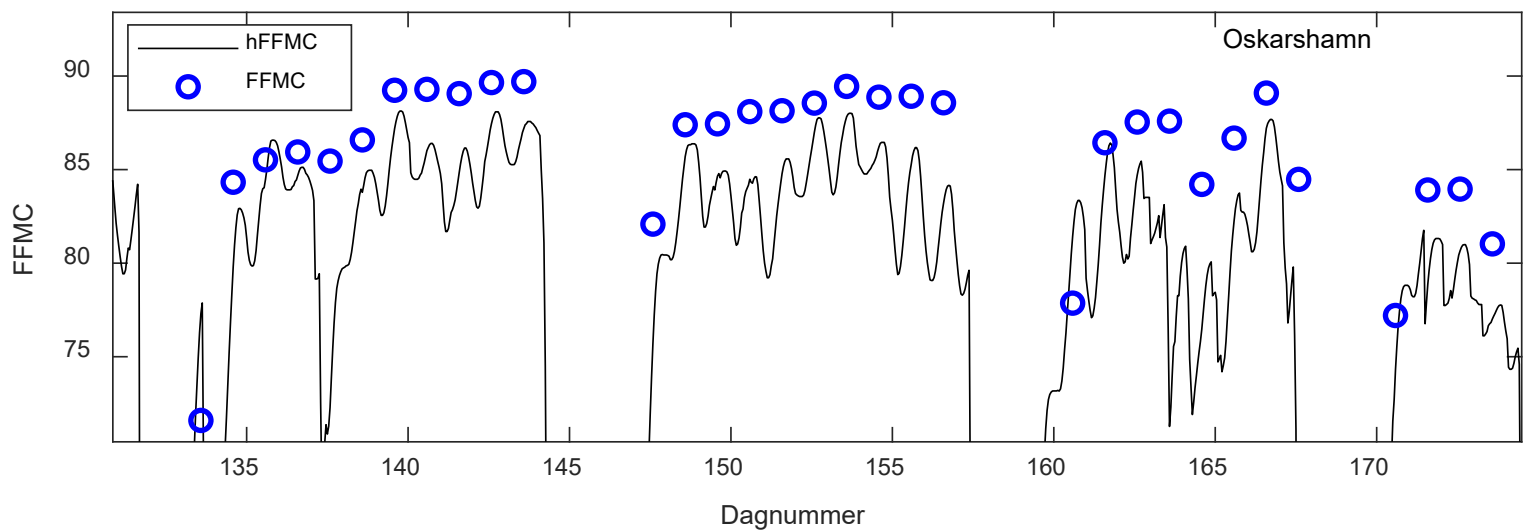


Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Systematisk diskrepans av skogsbrandsrisk baserat på tidsupplösning

Uppskattning av effekter samt
förslag till korrigerering



**Systematisk diskrepans av skogsbrandsrisk baserat på
tidsupplösning: Uppskattning av effekter samt förslag till korrigerering**

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

Text: Johan Sjöström. RISE Research institutes of Sweden
Tryck: DanagårdLiTHO

Publ nr: MSB1840 september 2021

ISBN: 978-91-7927-188-6

Förord

I Sverige används den kanadensiska modellen för skogsbrandsrisk (eng. *fire danger*) som beräknar hur stor risken för skogsbrand är enbart baserat på aktuellt och historiskt väder, alltså utan att beakta vegetation eller mänsklig aktivitet. Under våren 2021 uppdaterades brandrisksystemet, som i dagligt tal kallas FWI-systemet (*Fire Weather Index*), då två varianter av modellen visades samtidigt. En modell baseras på dagliga prognoser av vädret kl. 14.00 sommartid de närmsta dagarna och en annan beaktar timsupplöst väderprognos under 48 timmar framåt

Kort därefter kom det rapporter från användare av systemet (från skogsnäringen och från räddningstjänst) att de två modellerna gav olika värden och att det var svårt att förstå hur de olika värdena skulle tolkas. En grupp tillsattes under ledning av MSB för att diskutera problemet. Gruppen bestod av Leif Sandahl och Stefan Andersson (MSB), Johan Sjöström (RISE), Anna Jansson och Johan Böhlin (SMHI) samt Anders Granström (SLU). En utredning av diskrepansen mellan de två modellerna och förslag på åtgärder genomfördes av Johan Sjöström (RISE) med stöd och rådgivning från ovanstående grupp och redovisas i denna rapport.

Läsaren av rapporten förväntas vara införstådd med det kanadensiska brandrisksystemet CFFWIS (Canadian Forest Fire Weather Information System) och termer såsom FFMCI (Fine Fuel Moisture Code) och FWI (Fire Weather Index). För mer information om dygnsmodellen hänvisas läsaren till Van Wagner, *Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*, Forestry Technical Report, Canadian Forestry Service Headquarters, Ottawa, 1987. För information om den timsupplösta modellen se Wang *et al.* (2017) *cffdrs: an R package for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*, *Ecological Processes* **6**, 5.

Göteborg, 2021-08-11

Johan Sjöström

RISE Research institutes of Sweden

Innehåll

INNEHÅLL	4
SAMMANFATTNING	5
EXEMPEL PÅ SYSTEMATISKT FEL	6
EFFEKTEN AV FÖRSKJUTEN MIDDAGSAVLÄSNING	9
APPLICERING PÅ KANADENSISKA FÖRHÅLLANDEN	10
EFFEKTER OCH FÖRSLAG PÅ KORRIGERING	12
Effekt på brandrisk och på tolkning av värdet	12
Förslag på åtgärd	13
APPENDIX 1. KONTROLL AV HFFMC-KODEN	16
APPENDIX 2. KONTROLL AV DYGNSKODEN	18
APPENDIX 3. JÄMFÖRELSE FRÅN ANDRA STATIONER OCH ANDRA ÅR	19
4 mer nordliga svenska platser.....	19
Jämförelse från 2 mätstationer 2018	24

Sammanfattning

Det finns en systematisk diskrepans mellan beräknad fuktkvot hos finbränsle (FFMC) beroende på om det beräknas med modellen som baseras på dagliga värden vid lunchtid eller med hFFMC-modellen, som tar hela dygnets variation i beaktning. På åtta olika platser (Kiruna, Bodträskfors, Storuman, Malung, Sala, Oskarshamn, Falköping och Växjö) ser vi en systematisk skillnad mellan dygnsvärdet för FFMC och det allra högsta hFFMC-värdet under samma eftermiddag för brandsäsongen 2020. Skillnaden motsvarar ca 2-3 %-enheter i fuktkvot för det torra området ($< 20\%$) (Figur 1 - 3 samt Figur A4 – A7). Denna skillnad slår igenom i FWI-värdet och för majoriteten av dagarna sänker det brandriskklassen ett steg, alltså en dag som klassas som brandrisk 4 (*Stor brandrisk*) kommer istället oftast klassas som brandrisk 3 (*Måttlig brandrisk*).

Det finns ingen säsongstrend i diskrepansen som framträder såväl i april som i augusti men en marginell minskning med latitud kan skönjas, förmodligen beroende på förekomsten av solljus under större delen av dygnet. Applicering av modellerna på observationsdata från två stationer (Malung och Växjö), under den torra sommaren 2018 visar att även torra säsonger uppvisar i stort sett samma beteende (Figur A8 – A9).

Modellering med syntetisk data visar att det inte finns något fel på jämviktsvärdena i tidsmodellen. Dessutom, genom att använda en parallellt utvecklad kod hittas inget fel i implementeringen av varken dygn- eller tidsmodellen (Figur A1 – A3).

Dygnsmodellen för FFMC uppskattar fuktkvoten i finbränslet under sena eftermiddagen baserat på ögonblicksvärdet vid soltid tillsammans med 24h nederbörd. I Sverige används, av historiskt praktiska skäl, ögonblicksvärdet klockan 12 UTC, alltså 14.00 sommartid (CEST), oftast en timme efter soltid. Dessutom så baseras den 24h ackumulerade nederbörden på tiden fram till 18.00 UTC (20.00 CEST) innevarande dag. Beräkningar där vi flyttar tiden för väderobservationen till 13.00 och 12.00 (CEST) visar att den systematiska skillnaden minskar på alla fyra platser och att skillnaden är borta då observationen vid 12.00 CEST används (Figur 4 - 5).

Slutligen, modellerna appliceras på kanadensiska väderobservationer och där hittas exempel på systematisk skillnad precis som i Sverige men även platser och säsonger med god överensstämmelse mellan dygn- och tidsmodellen (Figur 6 - 7).

Det är också viktigt att påpeka att vi inte vet om någon av modellerna är ”mer korrekt” än den andra eftersom de baseras på ett kanadensiskt modellsystem för skogsförna. Men, eftersom modellerna skiljer sig kommer de att producera olika resultat och en *slumpmässig* diskrepans är alltså oundviklig utifrån två modeller med olika tidsupplösning. Den *systematiska* diskrepans som identifieras mellan modellerna här har emellertid två problem; (1) det skapar förvirring och sämre tilltro till systemet bland de som använder båda modellerna och (2) det påverkar

det hur vi uppskattar totala risken (alltså FWI-värdet) och även det förväntade brandbeteende (risk för kronbrand, spridningshastighet, intensitet etc.).

En förändring av dygnsmodellen är problematisk av två anledningar; (1) det innebär att vi förlorar en kontinuitet på data som fungerar som en god proxy över brandrisken även om exakta fuktkvoter kan vara förskjutna och (2) de mest frekventa användarna av risksystemet har en vana av vad vissa index innebär. En förskjutning av dessa innebär alltså även en förskjutning av systemets tillämpning för dessa användare.

Om inte diskrepansen mellan de två olika modellerna kan accepteras så kan data som kommuniceras ut till allmänhet och industri korrigeras så att timsmodellens prognos för hFFMC på de följande 48 timmarna justeras med en konstant term som är lika stor som FFMC(innevarande dygn)-hFFMC(16.00). Därefter kan ISI och FWI beräknas och kommuniceras på samma sätt.

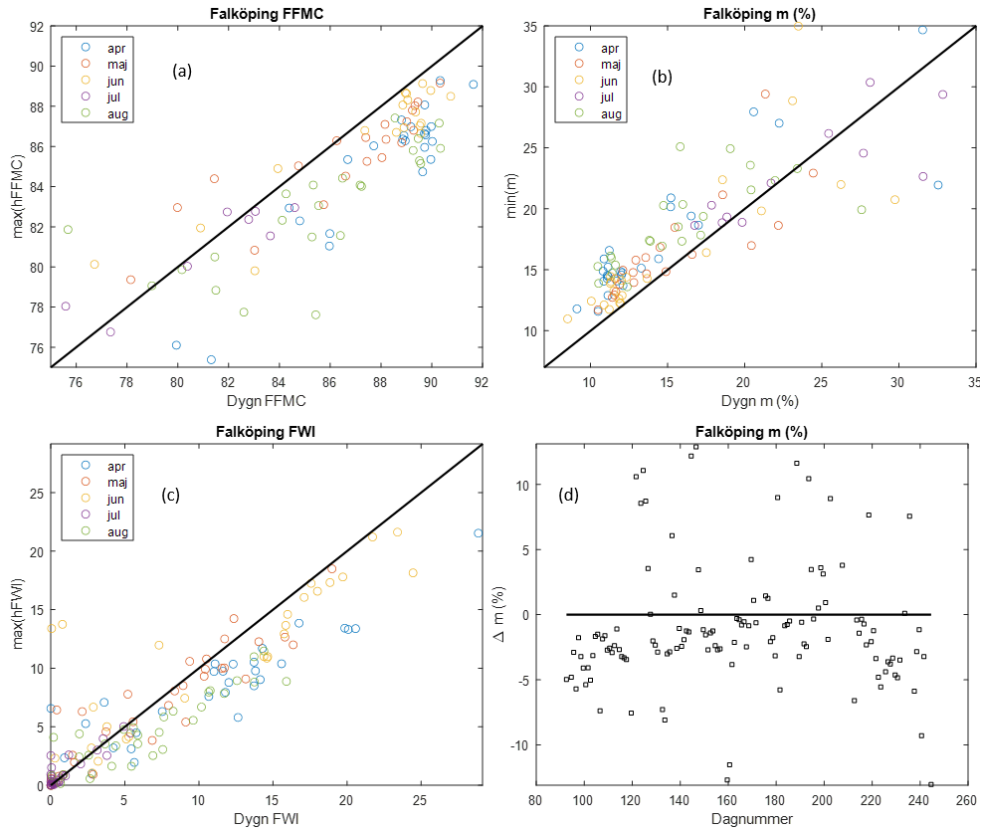
Exempel på systematiskt fel

SMHI producerade resultat för både dygnsmodellen och den timsupplösta modellen baserat på vädret under april-augusti 2020 i Sala, Falköping, Växjö och Oskarshamn.

Här används Falköping som exempel (Figur 1). Korrelationen mellan FFMC-dygn och maxvärdet av hFFMC visar att det skiljer ca 2 kodpunkter¹ för torra förhållanden (maxvärde av hFFMC är under dygnsvärdet av FFMC). Det verkar inte vara tydligare på våren än under sommaren utan förekommer under hela säsongen. För fuktkvoten i finbränslet motsvarar denna kodförskjutningen mellan 2-3 %-enheter torrare bränsle enligt dygnsmodellen (som alltså ska representera värdet under eftermiddagen) och slår alltså även igenom på FWI-värdet. Detta är intressant eftersom FWI baserat på h-värden borde ha ett större maxvärde under ett dygn jämfört med en dygnsmodell då den absoluta högsta vindhastigheten kan prickas in.

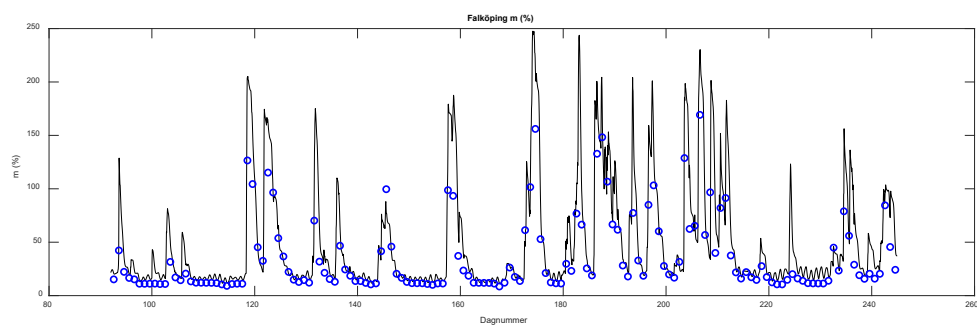
¹ Notera att ett torrt finbränsle har ett högt FFMC-värde och en låg fuktkvot (m). En hög brandrisk innebär ett högt FWI-värde.

Figur 1. (a) Dygnetns maximala värde av hFFMC mot värdet av FFMC från dygnsmodellen under 2020 för Falköping. Olika månader representeras av olika färger. (b) Dygnetns minimala värde på finbränslets fuktkvot (m) enligt hFFMC mot dygnsvärdet av m enligt dygn-FFMC. (c) Dygnetns maximala värde av hFWI (alltså med optimal kombination av FFMC-värdet och vindhastigheten) mot dygnsmodellens värde på FWI. (d) Δm , skillnaden mellan dygnsmodellens fuktkvot och dygnetns minsta m-värde enligt hFFMC (%-enheter). Svarta linjer representerar perfekt korrelation.

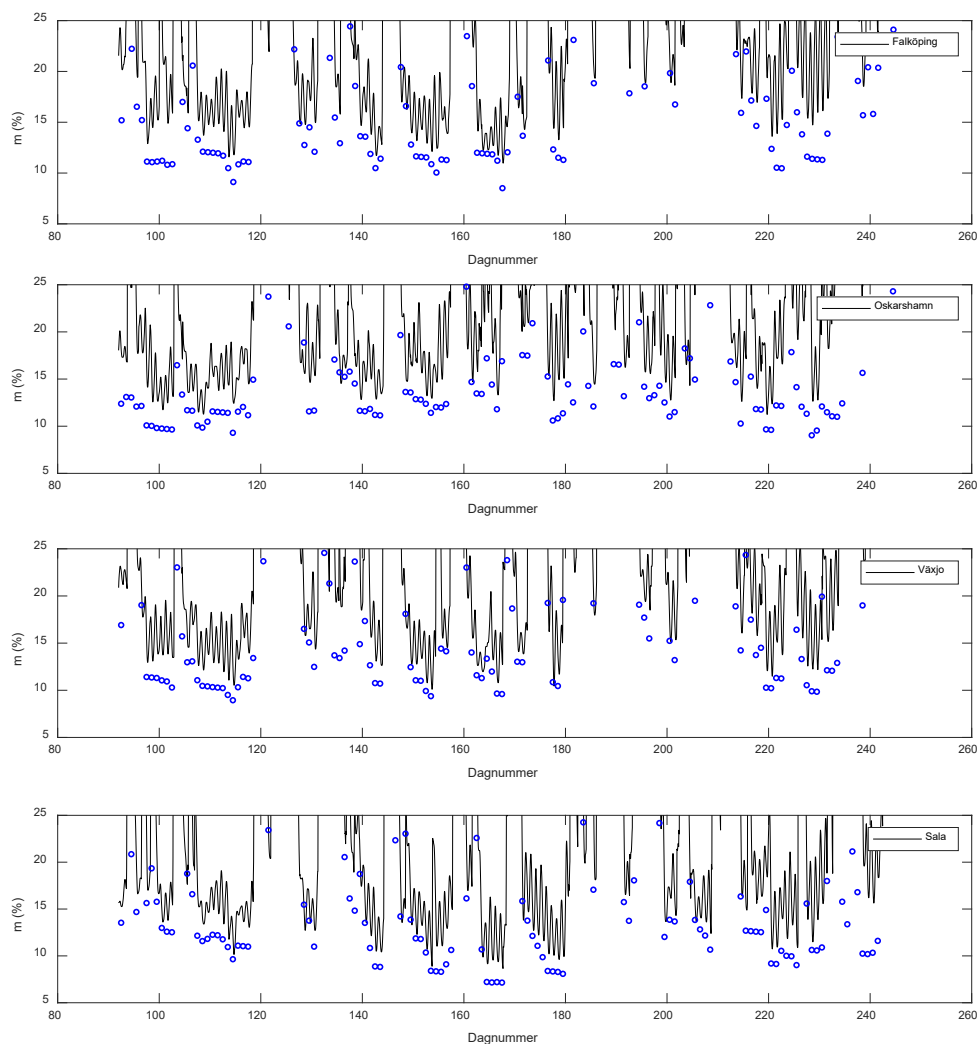


Utvecklingen under säsongen (Figur 2) visar att upptorkningen efter ett regn verkar följas åt i tims- och dygnsmodellen under höga fuktkvoter men att dygnsmodellen sedan stabiliserar sig på en torrare nivå. Samma lägre nivå under tid efter regn återfinns hos alla fyra analyserade platser (Figur 3), det är alltså inte något unikt för Falköping.

Figur 2. Finbränslets fuktkvot (m) enligt hFFMC (svart linje) och m enligt dygnsmodellen (o) för Falköping under 2020.



Figur 3. Finbränslets fuktkvot (m) enligt hFFMC (svart linje) och m enligt dygnsmodellen (o) för Falköping, Oskarshamn, Växjö och Sala. Diagrammen visar bara värden inom brännbart område för synlighet.

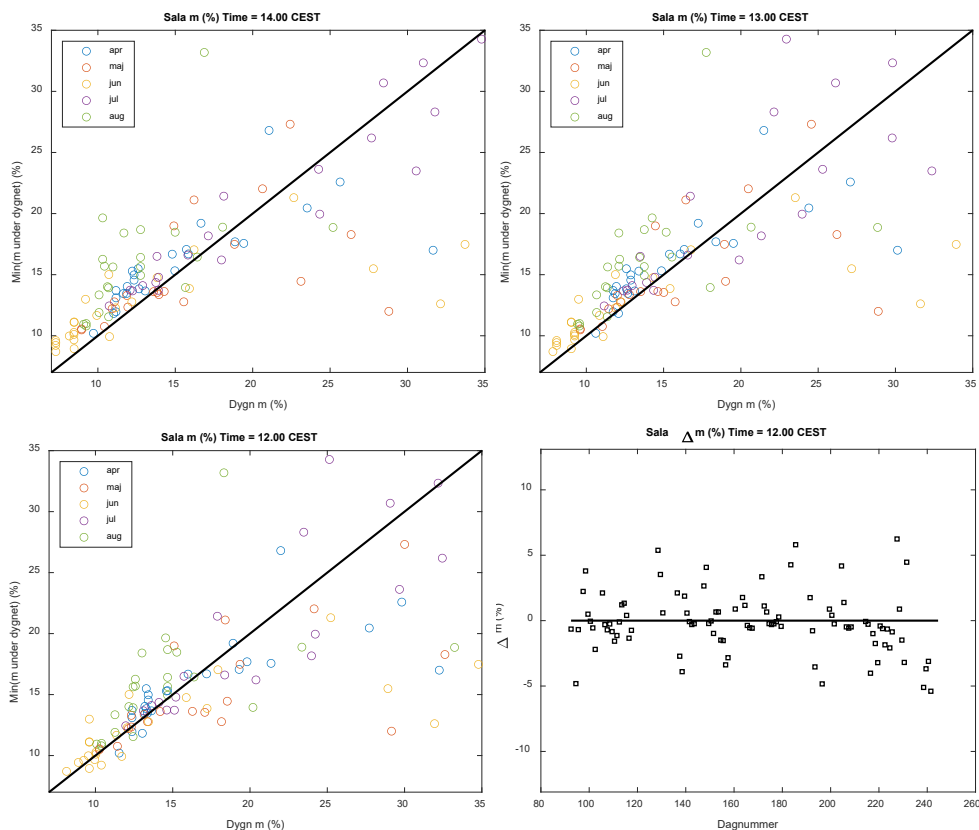


Effekten av förskjutnen middagsavläsning

I dygnsmodellen såsom den är implementerad i Sverige plockas väderparametrar (RH, 10 m vindhastighet, lufttemperatur) klockan 12.00 UTC, vilket innebär 14.00 svensk sommartid (CEST). Solens högsta läge inträffar sommartid 13.00-13.10 i Göteborg och 12.30-12.40 i Luleå. För de fyra platserna som studeras här inträffar solens högsta läge kring 13.00 CEST under sommaren. Den kanadensiska modellen är utvecklad efter att ta väderparametrar vid 13.00 normal sommartid (då, beroende på position inom tidszonen, solen antas stå som högst).

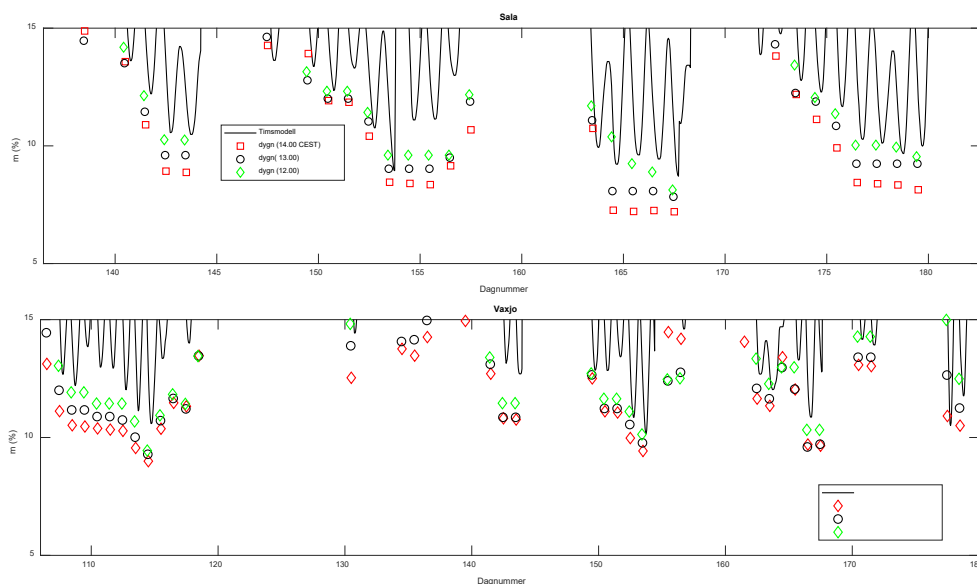
Eftersom det i normalfallet är varmare och torrare klockan 14.00 CEST kommer alltså implementeringen av dygnsmodellen i Sverige ge systematiskt varmare och torrare middagsvärden än för den situationen som modellen togs fram för. Om vi beräknar dygnsvärdet baserat på väderobservationer kl. 13.00 CEST får vi följande jämförelse (Figur 4):

Figur 4. Korrelation, för exemplet Sala, mellan dygnsvärdet av finbränslets fuktkvot beräknat utifrån väderdata 14.00, 13.00 och 12.00 CEST och tidsmodellens (hFFMC) minimala värde under eftermiddagen. Sista panelen visar skillnad i fuktkvot mellan dygns och tidsmodellen då väderparametrar klockan 12.00 CEST används. Enbart skillnaden under dagar då brännbara förhållanden infaller visas.



Ett systematiskt fel är fortfarande närvarande då vädersituationen vid 13.00 CEST används men är nästan helt borta för 12.00 CEST. Utvecklingen över tiden för Sala och Växjö visas i Figur 5.

Figur 5. Säsongsutveckling av finbränslets fuktkvot för Sala (15:e maj till 1 juli) och Växjö (15:e april – 28 juni) enligt tidsmodellen samt dygnsmodellen beräknad på väderdata vid 14, 13 och 12 CEST (svensk sommartid).



Applisering på kanadensiska förhållanden

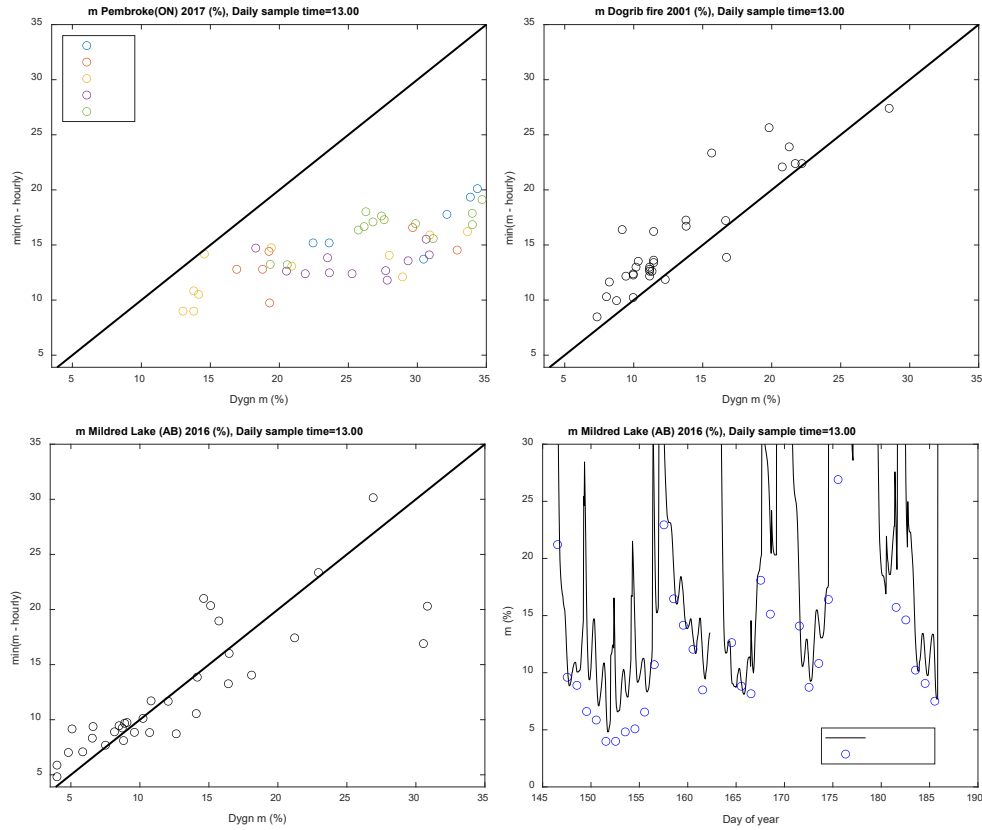
Vi applicerar modellerna på den region där de faktiskt är utvecklade. Vi har ingen självklara tillgång till timsupplöst stationsdata men använder följande:

- 3-timmars data från *Pembroke*, Ontario, tio mil nordväst om Ottawa, under april – augusti 2017. Data (från Environment and Climate Change Canada data²) interpolerades linjärt till timsupplösning. Just denna väderstation har RIKLIG nederbörd. Framför allt många dagar med lite nederbörd.
- Mjukvaran Prometheus har ett exempel-dataset över *The Dogrib Fire*, i klippiga bergen, sydvästra Alberta (september 2001). Data är över perioden 25 september – 30 oktober, 2001. Fuktkvoten verkar ha legat på ungefär samma nivåer som för de svenska stationerna 2020.
- Vädret i *Mildred Lake*, Alberta. Endast några mil från Fort McMurray under tiden för den stora branden, 28 april – 21 juni, 2016. Vädret präglas av väldigt torr luft och fuktkvoten är mycket låg. Data från Environment and Climate Change Canada data³)

² https://climate.weather.gc.ca/historical_data/search_historic_data_e.html

³ https://climate.weather.gc.ca/historical_data/search_historic_data_e.html

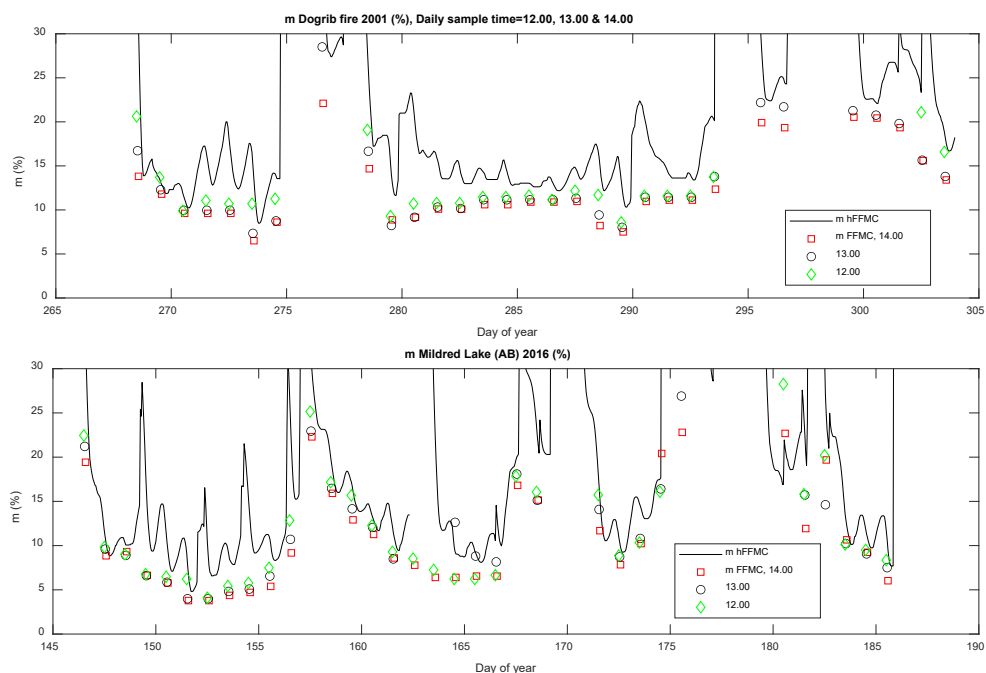
Figur 6. Korrelation mellan finbränslets fuktkvot (m) beräknat enligt FFMC (dygn) och eftermiddagens minsta värde beräknat med hFFMC för Pembroke (2017), Dogrib fire (oktober 2001) samt Mildred lake, alltså nära Fort McMurray (april – juni 2016). Sista panelen visar tidsutvecklingen av dygns- och timsmodellen för Mildred Lake. Data för timsmodellen har tagits 13.00 lokal sommartid.



Pembroke visade sig vara ett dåligt exempel eftersom allt småregnande påverkar skillnaden i hFFMC och FFMC väldigt mycket. Korrelationen är mycket dålig. För Dogrib fire 2001 är korrelationen lik det vi får för de svenska stationerna 2020 med ca 2 %-enheter blötare värden för eftermiddagen torraste hFFMC jämfört med dygnsmodellen. För branden i Fort McMurray (Mildred Lake) är korrelationen mycket bra (Figur 6).

Även de kanadensiska stationerna påverkas naturligtvis av vilken tid på dygnet vi läser av väderparametrar (Figur 7).

Figur 7. Jämförelse av hFFMC och FFMC för Dogrib fire och Mildred Lake då dagliga värden tas vid tre olika tider.

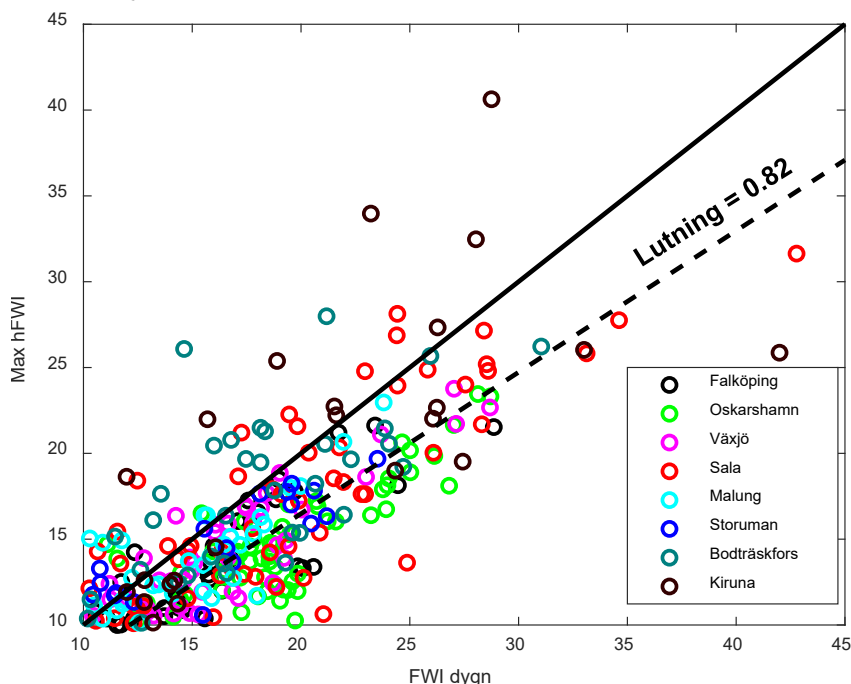


Effekter och förslag på korrigering

Effekt på brandrisk och på tolkning av värdet

Skillnaden mellan dygnsvärdet av FFMC och eftermiddagsvärdet i timsmodellen är som vi sett ovan ca 2 kodvärden för torra förhållandena vilket oftast innebär 2 - 3 %-enheter i fuktkvot. Det gör att när det slutliga värdet för brandrisk (FWI) beräknas så hamnar det systematiskt lägre för dygnsmodellen än under eftermiddagen för modellen med timsupplösning. Tar vi alla värden vi beräknat för de svenska observationerna och fokuserar på kodvärden FWI > 10 (eftersom lägre värden är typisk låg brandrisk) så kommer timsmodellens högsta brandrisk under eftermiddagen korrelera med ett FWI värde som är 18 % lägre än dygnsmodellens (Figur 8).

Figur 8. Beräknade maxvärden för brandrisken (FWI) under eftermiddagen för tidsmodellen mot motsvarande värde för dygnsmodellen. Heldragen linje visar på perfekt korrelation och streckad linje är korrelationen för de beräknade värdena



Därmed kommer, statistiskt sett, ett dygnsvärde på FWI = 25 som mest komma upp i FWI = 20.5 i tidsmodellen. Jämför vi med de brandriskklasser som kommuniceras ut till allmänhet och näringar så kommer de flesta observationer ligga ungefär en klass lägre i tidsmodellen än i dygnsmodellen. Alltså en typisk dag med *Stor brandrisk* kommer att visa *Måttlig brandrisk* i tidsmodellen.

Förslag på åtgärd

Eftersom modellerna skiljer sig kommer de att producera olika resultat. hFFMC tar allt regn i beaktning den senaste timmen och FFMC antar att allt regn under ett dygn faller direkt efter förra observationen varefter bränslet torkar under efterföljande dygn. Dessutom, två på varandra följande dagar med samma väder 12.00 UTC kommer att visa samma värden i FFMC men om de har olika dygnsvariationer kommer hFFMC inte ge samma värden under eftermiddagarna. En *slumpmässig* diskrepans är alltså att vänta av modeller med olika tidsupplösning. Den *systematiska* diskrepans som denna rapport påvisar har emellertid två problem; (1) det skapar förvirring och sämre tilltro till systemet bland de som använder båda modellerna och (2) det påverkar det förväntade brandbeteende (risk för kronbrand, spridningshastighet, intensitet etc.).

Idag finns en del regler inom olika branscher för hur näringen får agera vid olika brandriskklasser såsom arbete med skogsmaskiner. Det är därför av stor vikt att det inte råder tvetydighet om vad brandrisken är.

Eftersom inget formellt fel är implementerat i hFFMC-modellen så finns det ett stort värde i att behålla denna beräkning. Det finns inget som tyder på att den skulle vara mindre ”korrekt” än dygnsmodellen. Dessutom, finns det ett behov för att anpassa modellen efter svenskt bränsle (något som är helt undantaget i denna diskussion) och då kommer ändå kanske parametrarna som styr torkhastigheten förändras.

Att förändra dygnsmodellen är problematisk av två anledningar; (1) det innebär att vi förlorar en kontinuitet på data som fungerar som en god proxy över brandrisken även om exakta fuktkvoter kan vara förskjutna och (2) de mest frekventa användarna av risksystemet har en vana av vad vissa index innebär. En förskjutning av dessa innebär även en förskjutning av systemets tillämpning för dessa personer.

Vi föreslår en korrigerig av hFFMC, och därmed alla andra index som på timsbasis påverkas av hFFMC, genomförs så att värdet av hFFMC under kommande eftermiddag överensstämmer med det beräknade dygnsvärdet av FFMC. Ett problem kan dock förekomma då regn faller mellan eftermiddagen och tiden då dygnsmodellen beräknar ackumulerad nederbörd (18.00 UTC, 20.00 lokal sommartid). En förmodad hög brandrisk under eftermiddagen missas i så fall då dygnsmodellen räknar med att det har regnat innevarande dygn. Därmed kommer korrigerig bara att ske om brännbara förhållanden är att vänta (vilket typiskt sker vid $FFMC > 75$).

Korrigerigen går till på följande vis:

1. Dygnsmodellen körs strax innan 15.00 (lokal tid) för 6 dygn framåt. Det första av dessa dygn, kallar vi dygn 1, och då beräknas $FFMC_{dygn1}$. Även hFFMC för 48 timmar framåt beräknas.
2. $korr_{FFMC}$ beräknas som skillnaden mellan $FFMC_{dygn1}$ och hFFMC klockan 14.00 UTC dygn 1 (16.00 lokal sommartid), $korr_{FFMC} = FFMC_{dygn1} - hFFMC(16)$.
3. $korr_{FFMC}$ sätts till 0 om (1) $FFMC_{dygn1} < 75$ eller (2) $hFFMC(16) < 75$.
4. Storleken av $korr_{FFMC}$ begränsas av ± 5 .
5. Alla värden på hFFMC i 48h-prognosen kommer att korrigeras enligt $hFFMC_{korr} = hFFMC + korr_{FFMC}$. Om något hFFMC-värde ligger under 75 kommer ingen förändring göras. Dessutom beräknas andra index som beror på hFFMC-värdet (hSI_{korr} , $hFWI_{korr}$).
6. Nästa gång timmodellen körs, strax innan 4 (lokal tid) beräknas återigen hFFMC för 48 timmar framåt. $FFMC_{dygn1}$ för dygn 1 är samma som i punkt 1. Punkt 2 – 5 upprepas och $hFFMC_{korr}$ beräknas för 48 timmar framåt under dygn 1, 2 och 3. Detta fortsätter sedan för varje timme när timmodellen körs.

7. Mellan 14.00 UTC (16.00 lokal sommartid) dygn 1 och midnatt (8 timmar senare) kommer $\text{korrr}_{\text{FFMC}}$ vara oförändrad från värdet den hade 16.00 lokal tid dygn 1.
8. När dygnsmodellen körs, strax innan 15.00 (lokal sommartid), ändras $\text{FFMC}_{\text{dygn1}}$.

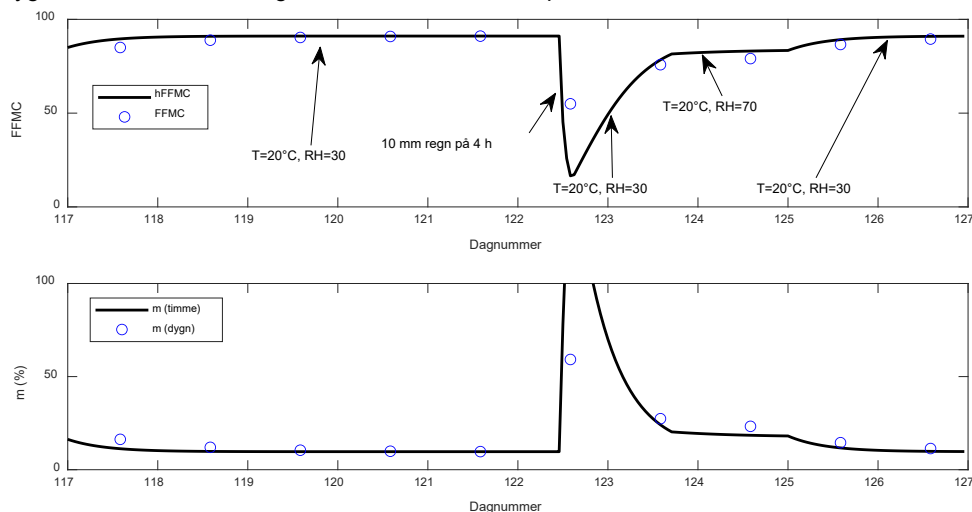
Korrigeringen testades i SMHIs testmiljö för utvärdering under några dagar med hög brandrisk säsongen 2021 för att därefter flyttas till produktionsmiljö.

De timsupplösta värden som presenteras i systemet ”Brandrisk skog och mark” är $\text{hFFMC}_{\text{korrr}}$, $\text{hISI}_{\text{korrr}}$ och $\text{hFWI}_{\text{korrr}}$.

Fördelarna med ovanstående korrigering är att det inte blir någon direkt diskrepans mellan timsupplöst och dygnsupplöst modell. Dessutom kommer inte användares invanda känsla för vad olika index betyder förändras. Slutligen kommer inte kontinuiteten av brandrisk som finns beräknad sedan 1999 förändras.

Appendix 1. Kontroll av hFFMC-koden

Figur A1. FFMC och fuktkvot (m) för simulerad konstant data enligt tims- och dygnsmodellen. Vindhastigheten är noll under hela perioden.

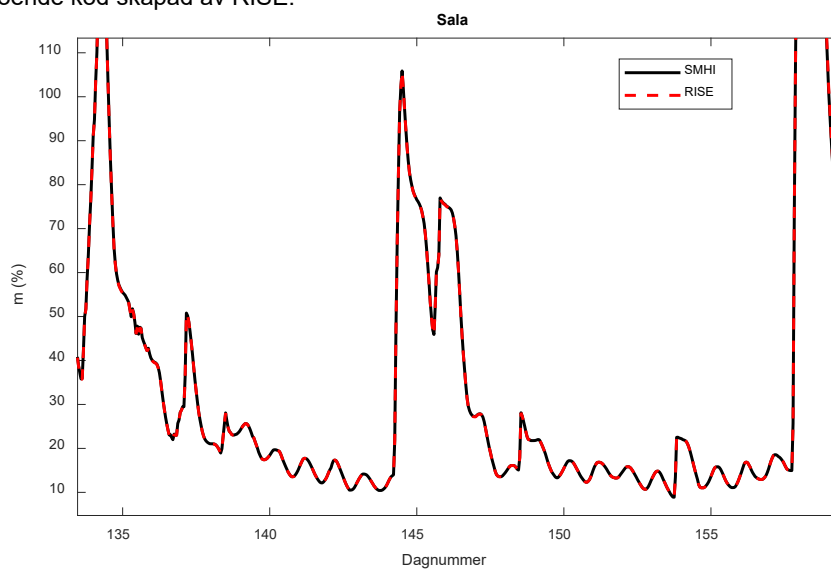


Genom att beräkna FFMC på simulerad och konstant väderdata är det tydligt att jämviktsvärdet är rätt inmatat (Figur A1). På två dygn är värdet samma i dygns- och tidsmodellen. Modellerna betar sig också som förväntat när ett regn inträffar och vid stegförändringar av väderparametrarna.

Slutligen så beräknar vi hFFMC med en kod som RISE har skrivit i Matlab på samma väderdata som SMHI. Koden är skriven utefter algoritmen enligt rdr.io⁴. Utfallet för m är identiskt mellan de två koderna som skrivits oberoende av varandra. Det borde alltså inte vara något systematiskt fel i beräkandet av hFFMC (Figur A2).

⁴ Källkod till hFFMC: <https://rdr.io/rforge/cffdrs/src/R/hffmc.r>

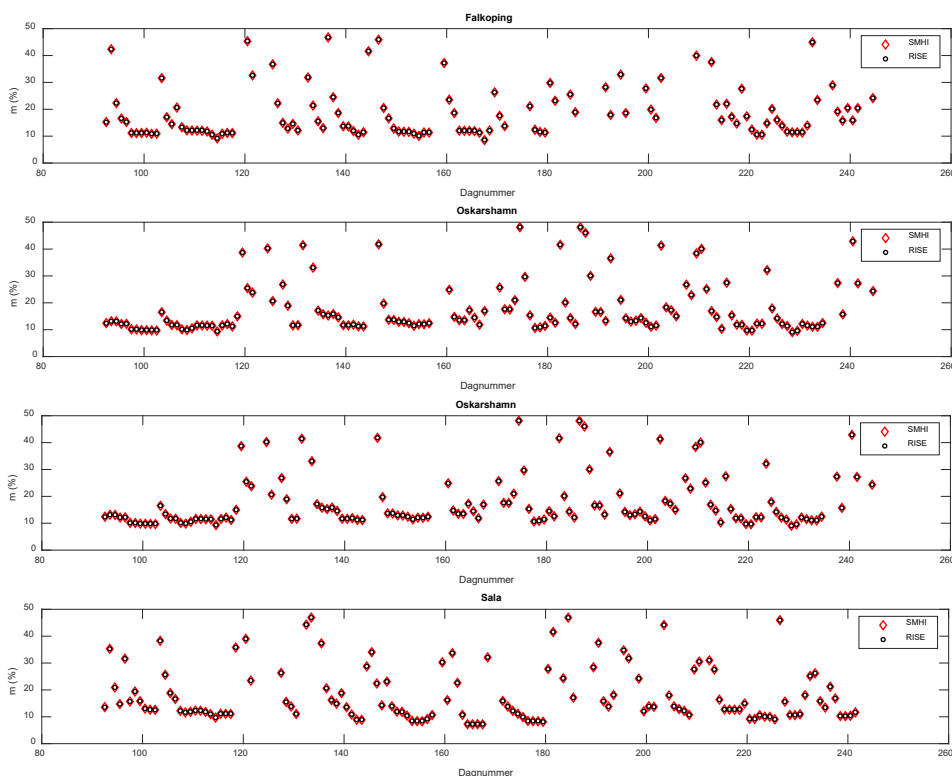
Figur A2. Finbränslets fuktkvot enligt hFFMC-modellen beräknat av SMHI samt av en oberoende kod skapad av RISE.



Appendix 2. Kontroll av dygnskod

Genom att skriva en separat och oberoende kod för implementering av dygn-FFMC så kan SMHIs resultat för dygnsimplementeringen kontrolleras. Båda koderna ska följa den kanadensiska FFMC-modellen enligt <https://rdr.io/5>. Den oberoende koden ger exakt samma värde för FFMC och m oberoende av vilken kod som används (Figur A3).

Figur A3. Finbränslets fuktkvot enligt FFMC-modellen (dygn) beräknat med SMHIs kod samt med en oberoende kod skriven av RISE.



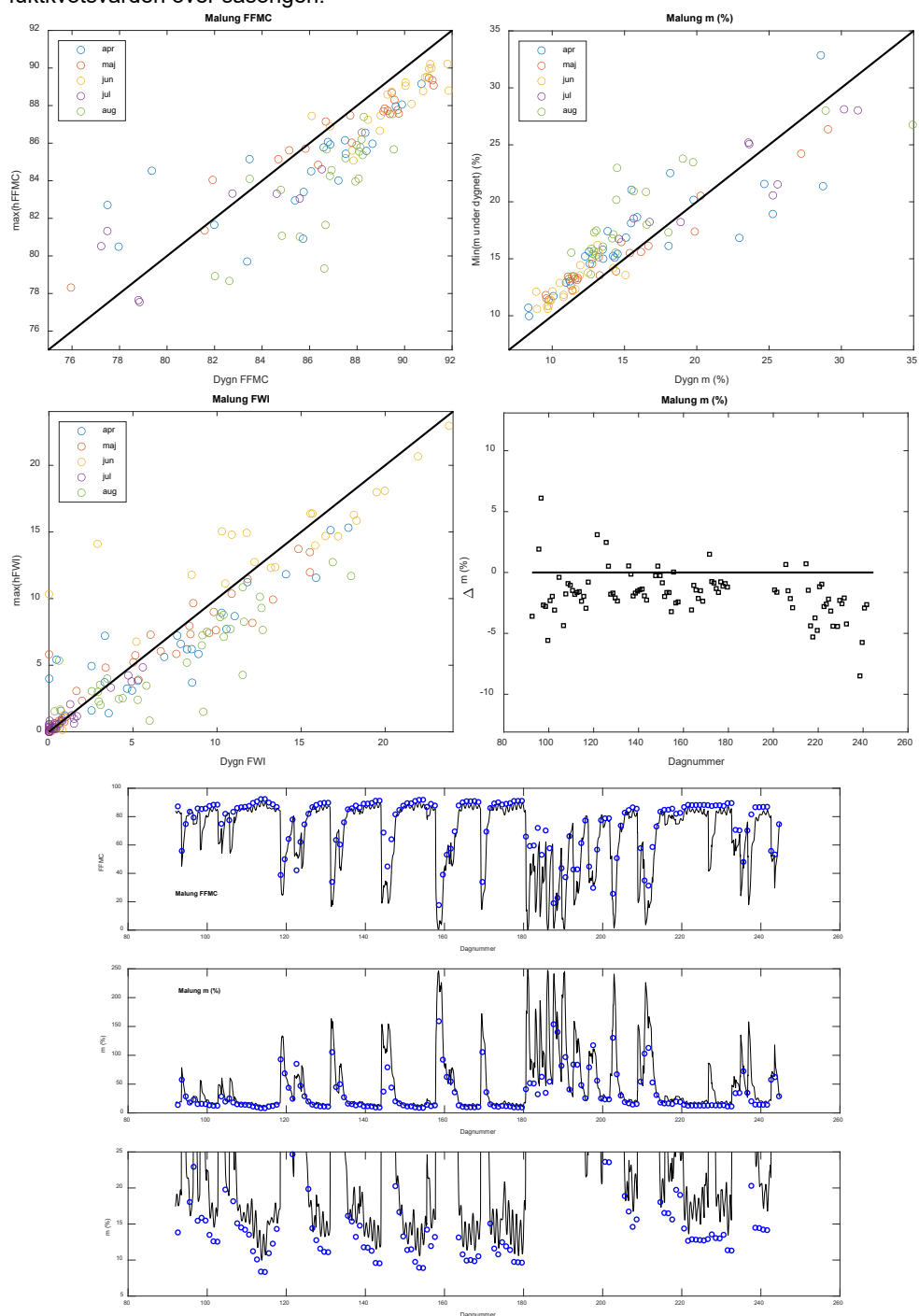
⁵ Källkod till FFMC dygn: <https://rdr.io/rforge/cffdrs/src/R/ffmcCalc.R>

Appendix 3. Jämförelser från andra stationer och andra år

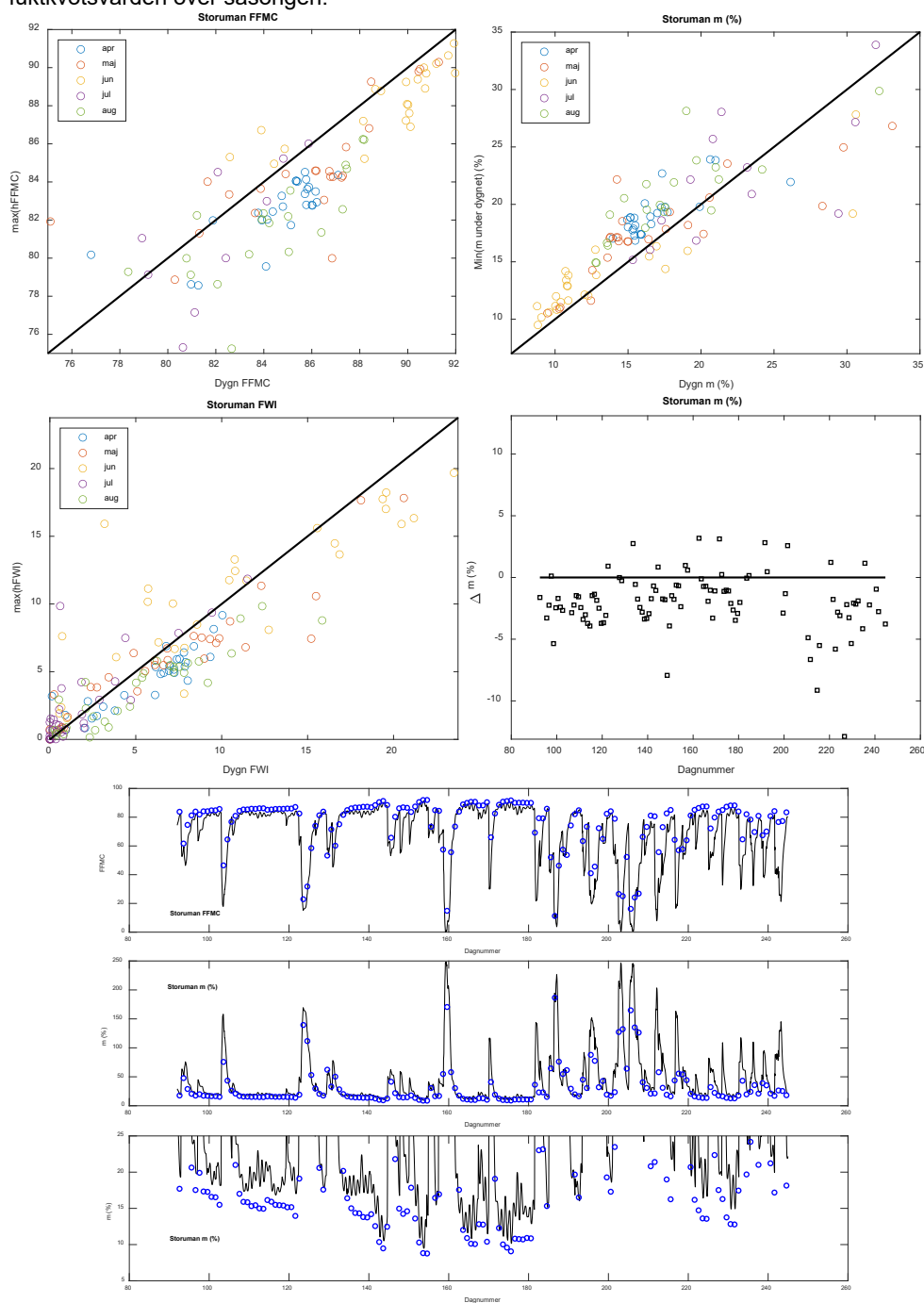
4 mer nordliga svenska platser

För fullständighet så tittar vi på ytterligare en ort i Svealand (Malung) samt tre norrländska orter (Storuman, Bodträskfors samt Kiruna). Diskrepansen mellan dygnsmodellen och timsvärden under eftermiddagen kvarstår även om en svag minskning av diskrepansen anses ju längre norrut vi analyserar. Eftersom solen är uppe längre på dessa platser blir skillnaden mellan värdet vid soltid och dygnets totala variation mindre än för de sydligare stationerna. Därmed kommer tidsmodellen inte att återfuktas lika mycket under natten och därför också närma sig dygnsmodellen.

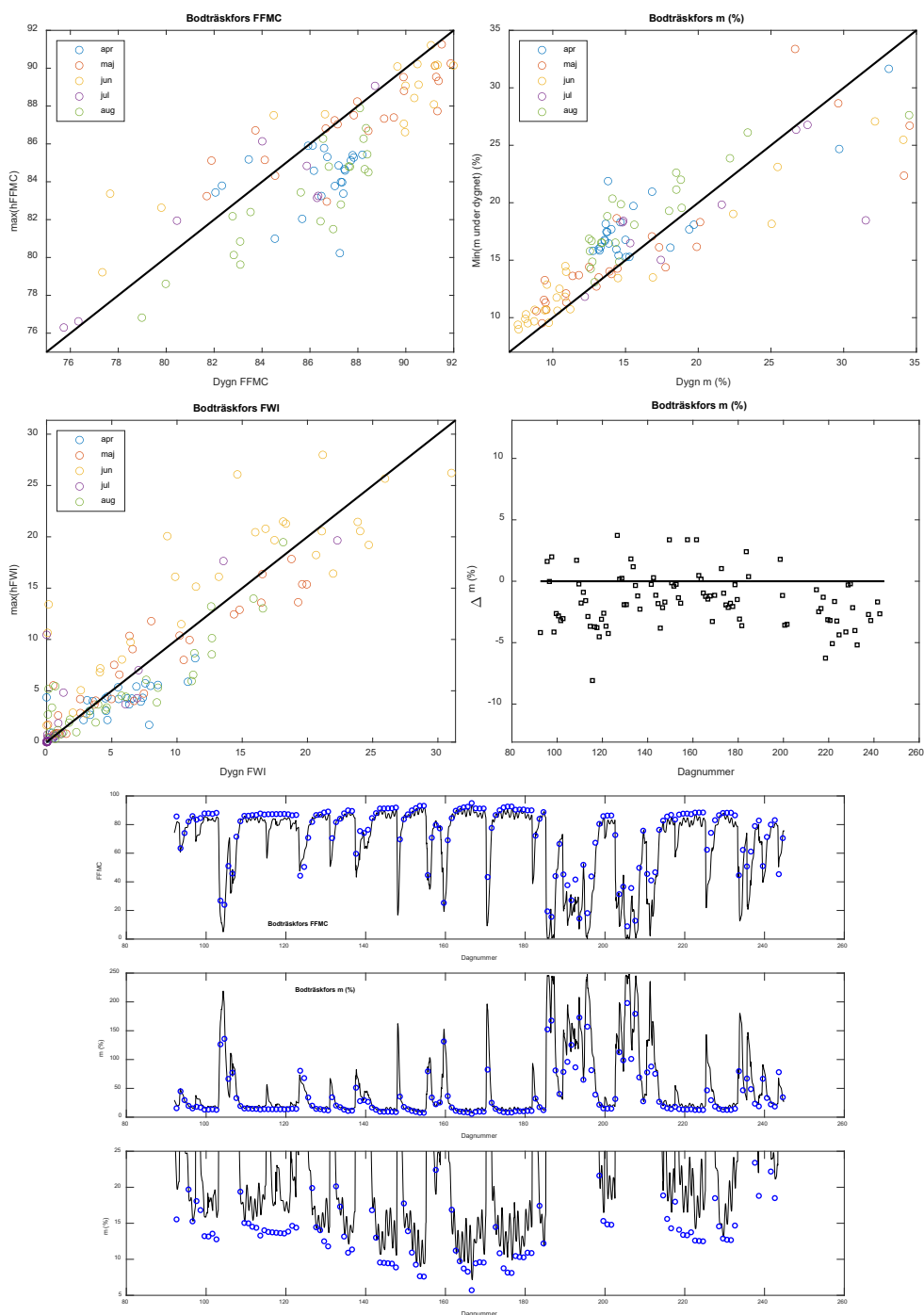
Figur A4. Korrelation för **Malung, 2020**, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC, m (%), FWI samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då $m < 25\%$). De tre nedre panelerna visar kod- och fuktkvotsvärden över säsongen.



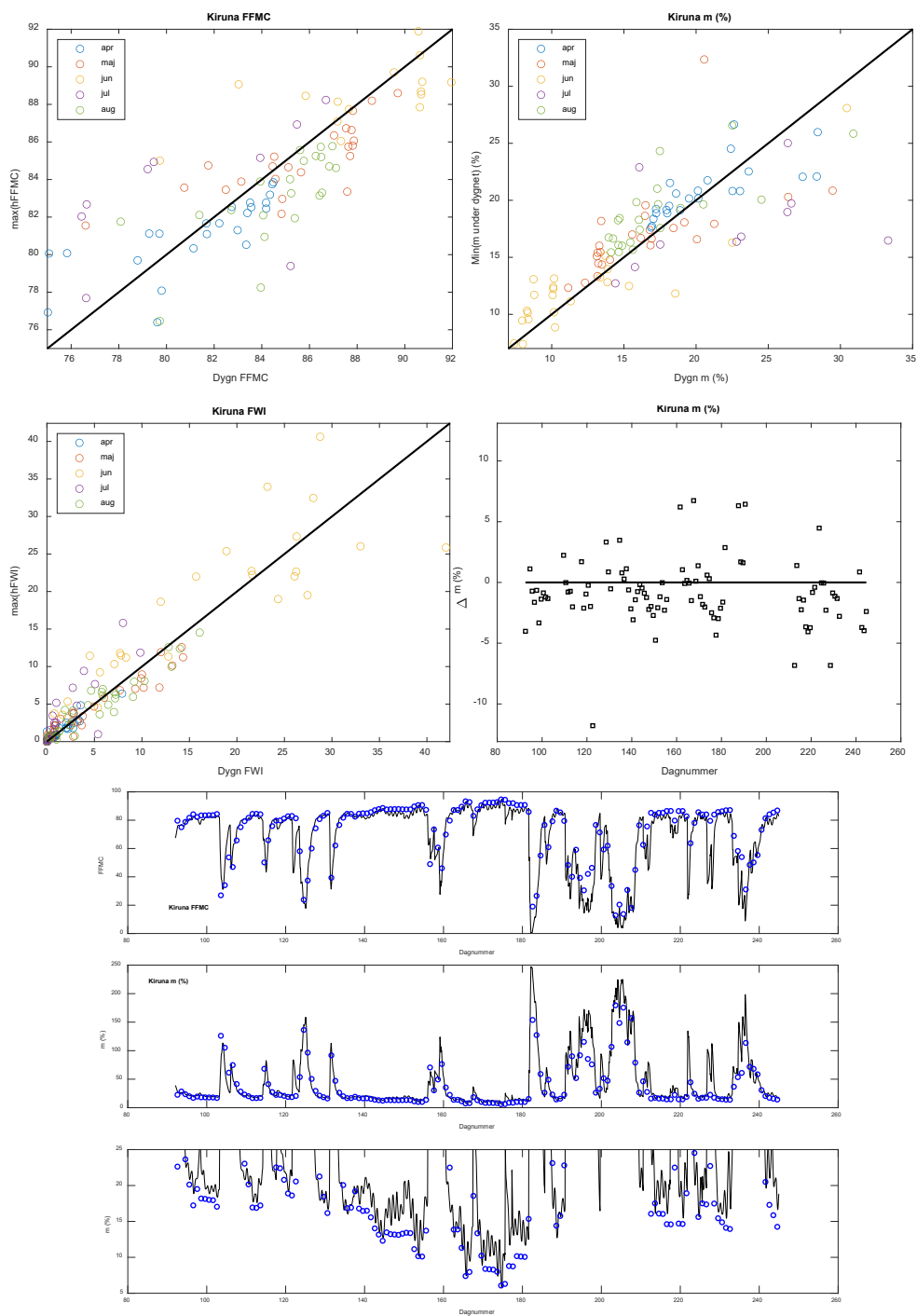
Figur A5. Korrelation för **Storuman, 2020**, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC, m (%), FWI samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då $m < 25\%$). De tre nedre panelerna visar kod- och fuktkvotsvärden över säsongen.



Figur A6. Korrelation för **Bodträskfors, 2020**, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC, m (%), FWI samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då $m < 25\%$). De tre nedre panelerna visar kod- och fuktkvotsvärden över säsongen.



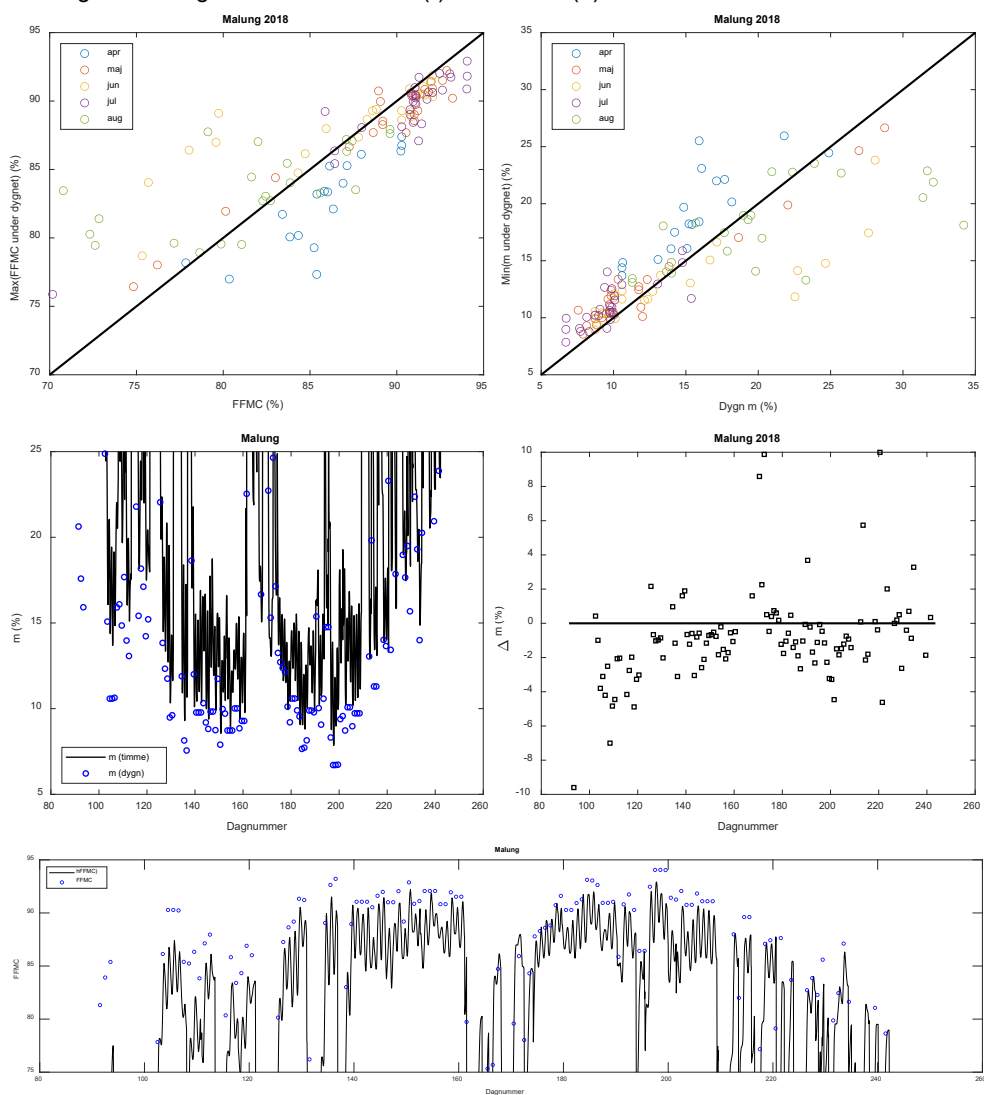
Figur A7. Korrelation för Kiruna, 2020, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC, m (%), FWI samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då $m < 25\%$). De tre nedre panelerna visar kod- och fuktkvotsvärden över säsongen.



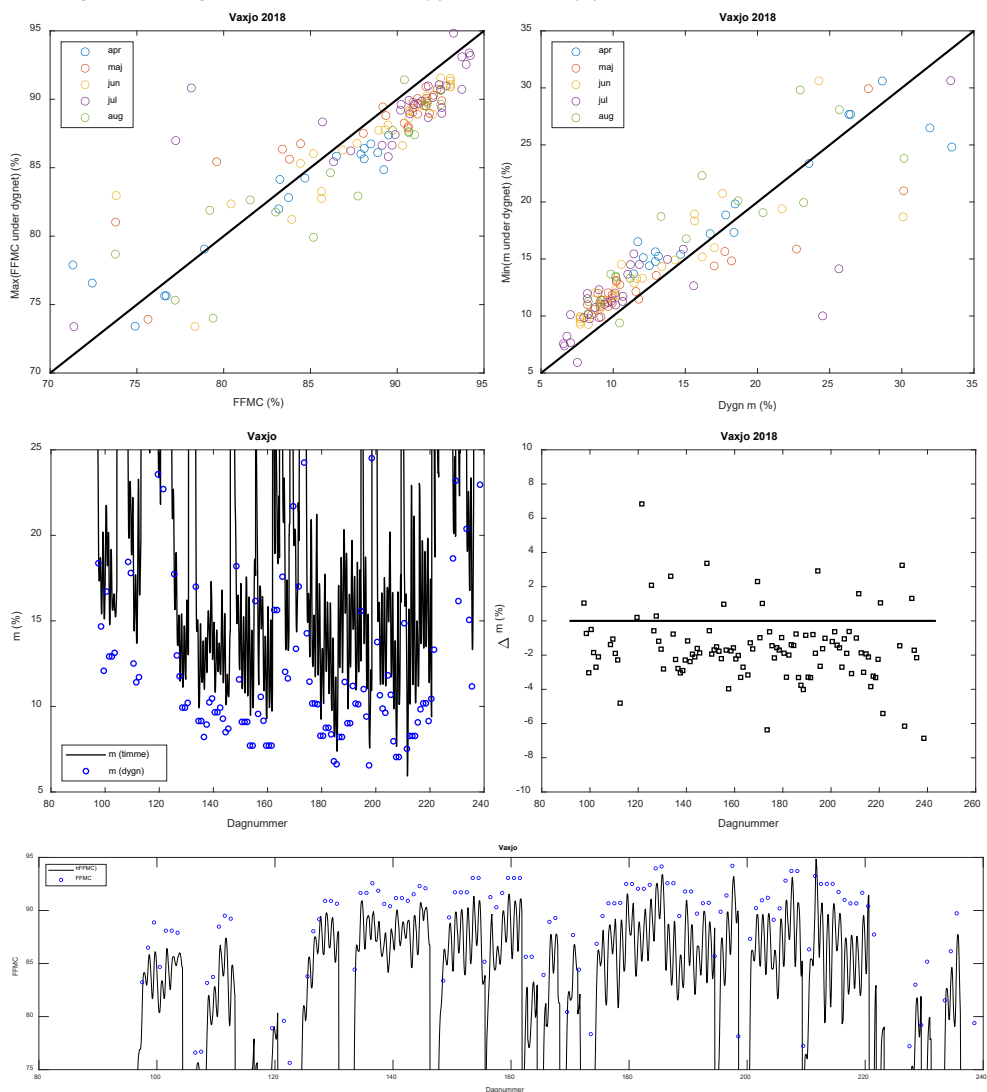
Jämförelse från 2 mätstationer 2018

Slutligen studeras jämförelsen mellan hFFMC och FFMC från stationerna Malung och Växjö under den torra sommaren 2018 för att säkerställa att diskrepansen inte enbart är ett fenomen från 2020. Det är tydligt att samma fenomen som funnet under 2020 återfinns för analyser av 2018-års väder.

Figur A8. Övre paneler: Korrelation för **Malung, 2018**, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC och m (%). Mellanpaneler: Säsongsutvecklingen 2018 av m - timsvärde (-) och m - dygnsvärde (o) samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då m < 25 %). Nedre panel: Säsongsutvecklingen 2018 av hFFMC (-) och FFMC (o).



Figur A9. Övre paneler: Korrelation för **Växjö, 2018**, mellan eftermiddagens torraste tidpunkt och beräknade dygnsvärden för FFMC och m (%). Mellanpaneler: Säsongsutvecklingen 2018 av m - timsvärde (-) och m - dygnsvärde (o) samt skillnaden mellan torraste fuktkvoten och dygnsvärdet (för dagar då m < 25 %). Nedre panel: Säsongsutvecklingen 2018 av hFFMC (-) och FFMC (o).



Ett samarbete mellan:



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap



SMHI



© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se

Publ.nr MSB1840 september 2021 ISBN 978-91-7927-188-6