Interreg
Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund
EUROPEAN UNION

Modeller for varsling av mykotoksiner i norsk havre

Anne-Grete Roer Hjelkrem
Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO)
Avdeling for Landbruksteknologi og systemanalyse

Innovationer för hållbar växtodling

Arbeidsgruppe

Ingerd S Hofgaard
NIBIO

Guro Brodal
NIBIO

Heidi U Aamot
NIBIO

Berit Nordskog
NIBIO

Torfinn Torp
NIBIO

Einar Strand
NIBIO/NLR

Ruth Dill-Macky
NIBIO/University of Minnesota, USA

Simon Edwards
Harper Adams University, UK

Finansiering

NIBIO
NORWEGIAN INSTITUTE OF BIOECONOMY RESEARCH

Forskningsmidlene
for jordbruk og matindustri

BAYER

NORGESFÔR
BONDENS TRYGGE VALG

MØLLERENS
SIDEN 1866

Felleskjøpet

Strand Unikorn

Fiskå Mølle

Braskereidfoss Kornsilo
www.brakorn.no

norkorn

REGAL

Innovationer för
hållbar växtodling

Mål

Å finne sammenhenger mellom innhold av mykotoksiner (DON og HT2+T2) i høsta havre og værforhold i vekstsesongen

1. Modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre
2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i havre og værforhold
3. Modell for å beregne risiko for mykotoksiner i havre

1. Modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre

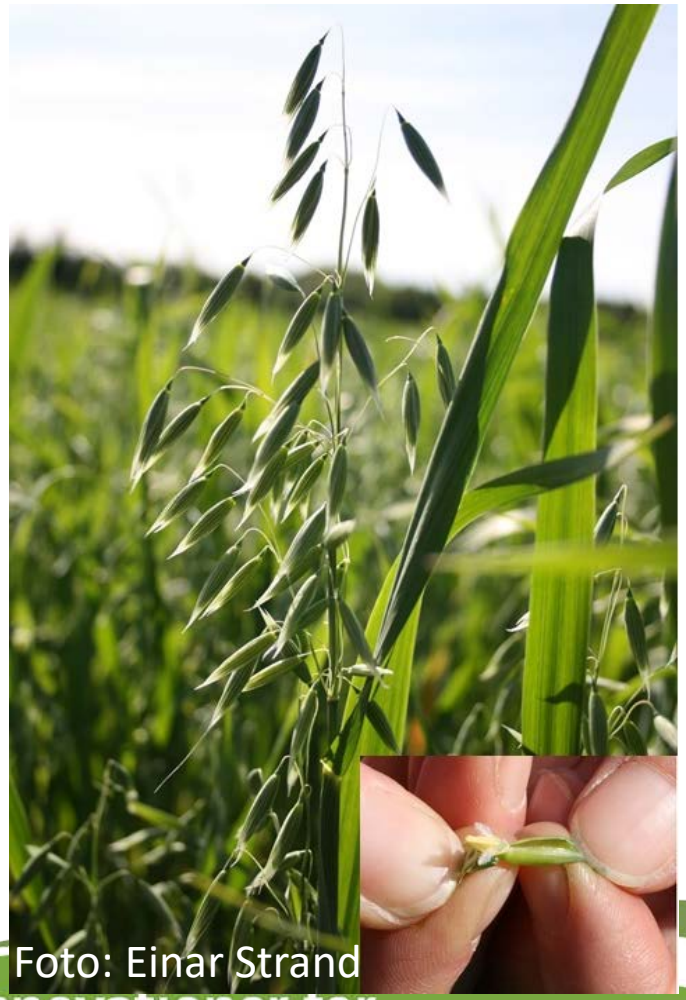


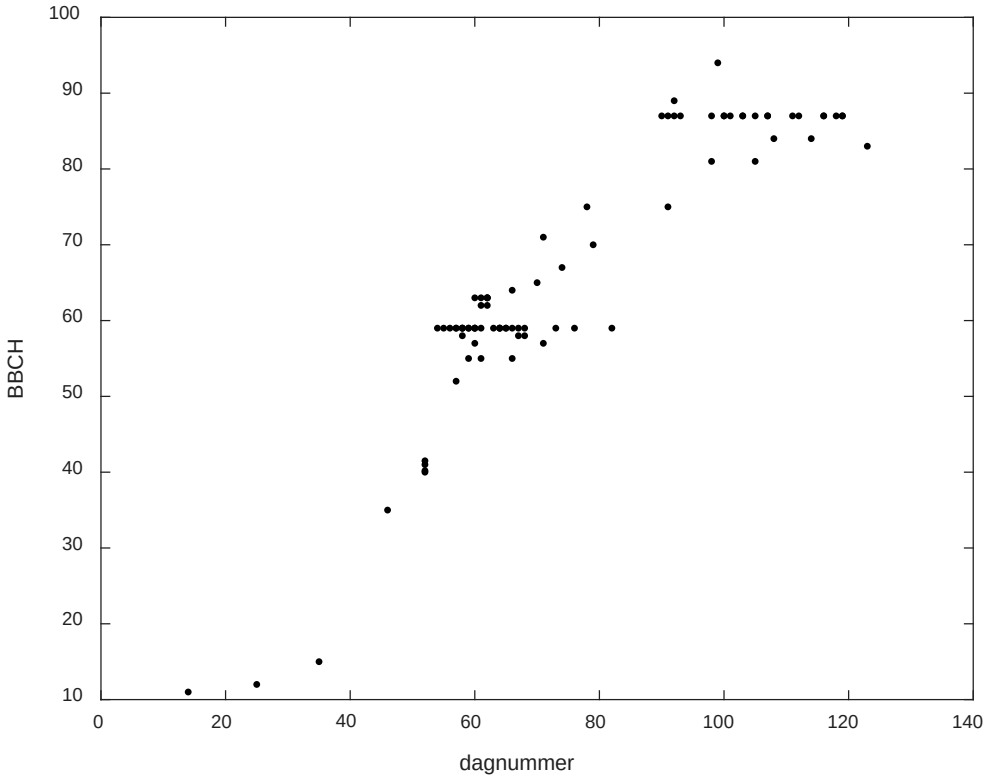
Foto: Einar Strand

- Sprøyting mot *Fusarium* må utføres under blomstring
- Mål: å beregne tidspunkt for blomstring i havre

http://www.vips-landbruk.no/fusarium/

Hjelkrem et al. 2017

1. Modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre, feltdata



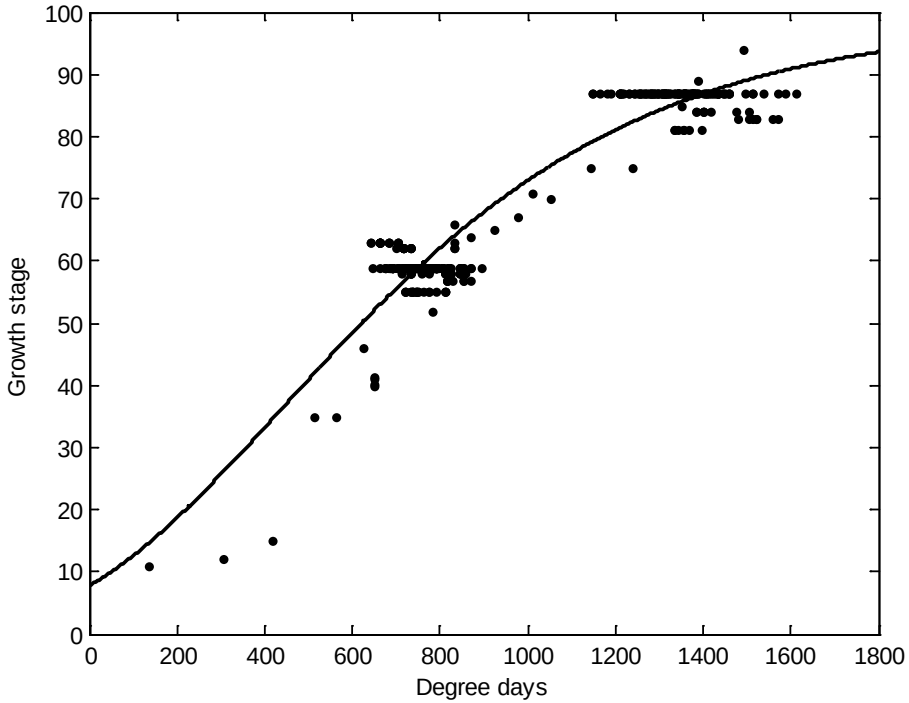
- Nordic Field Trial

- 399 observasjoner
- 2006-2013
- 7 sorter
- 5 lokaliteter
- Klimastasjon på stedet

~ 40 % ved BBCH 59

~ 30 % ved BBCH 87

1. Modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre



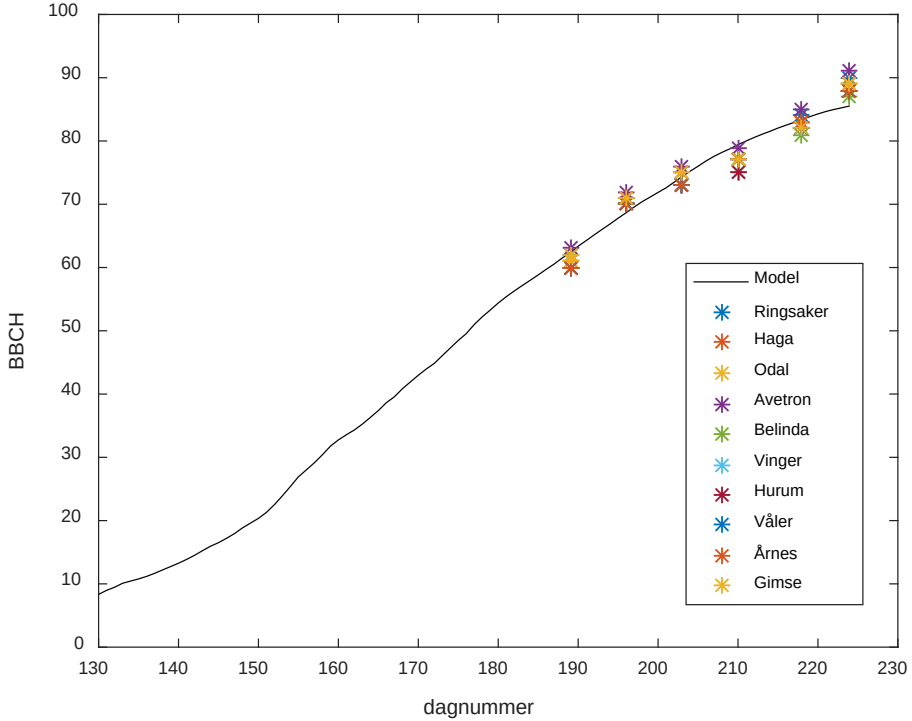
- Gompertz vekstmodell

$$GS_i = 99e^{\alpha e^{\beta DD_i}}$$

- kryssvalidering

1. Test av modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre

2016

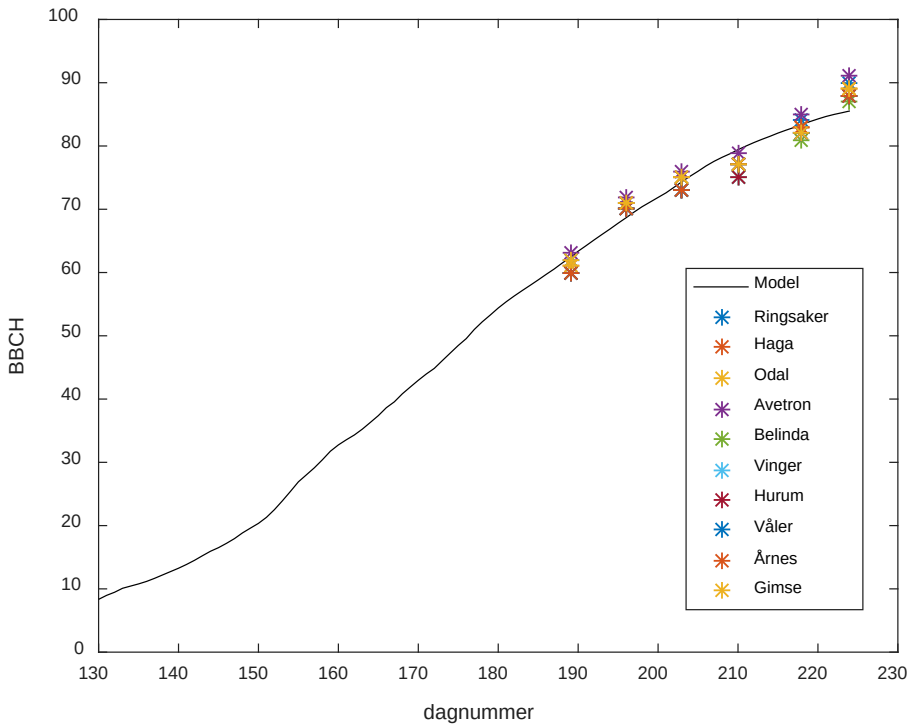


Testdata fra Apelsvoll v/Mauritz Åssveen

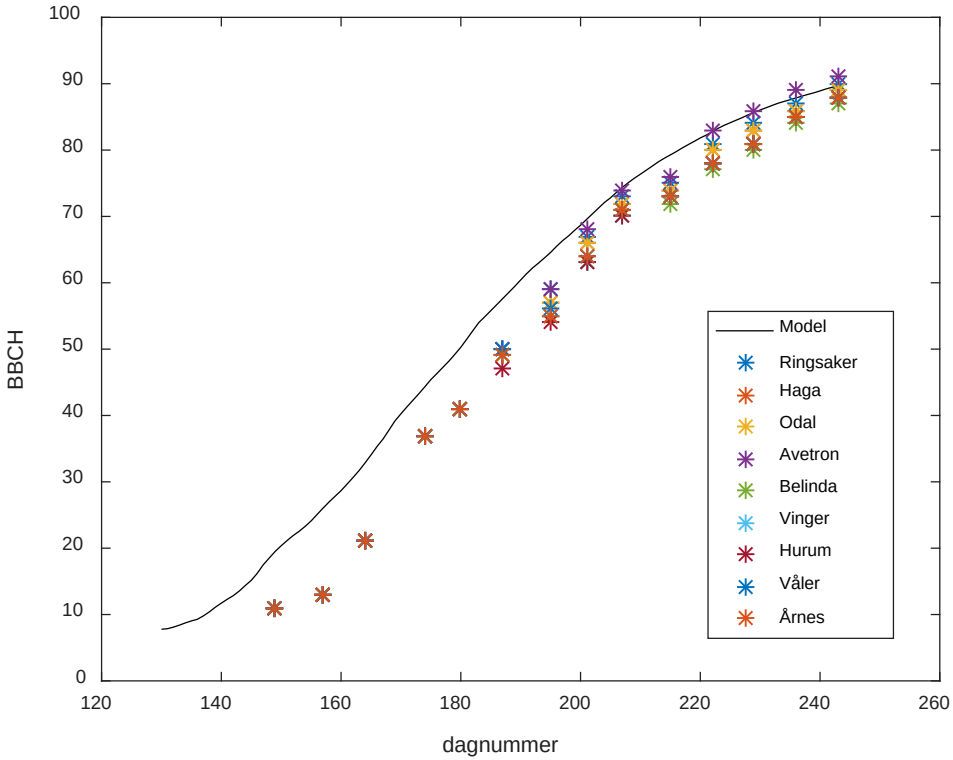
Prosjekt SafeOats

1. Test av modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre

2016

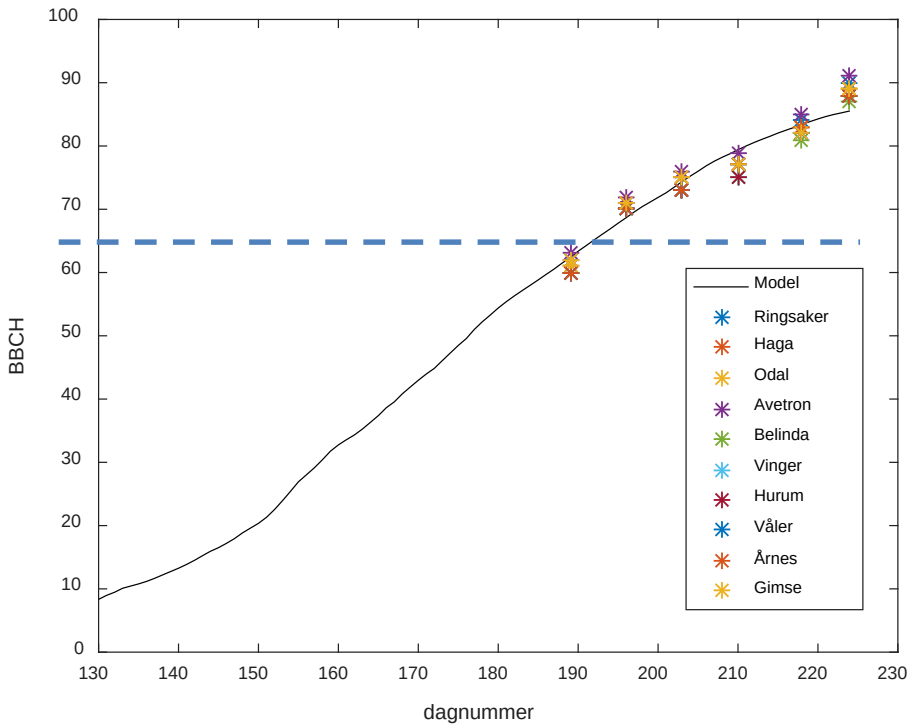


2017

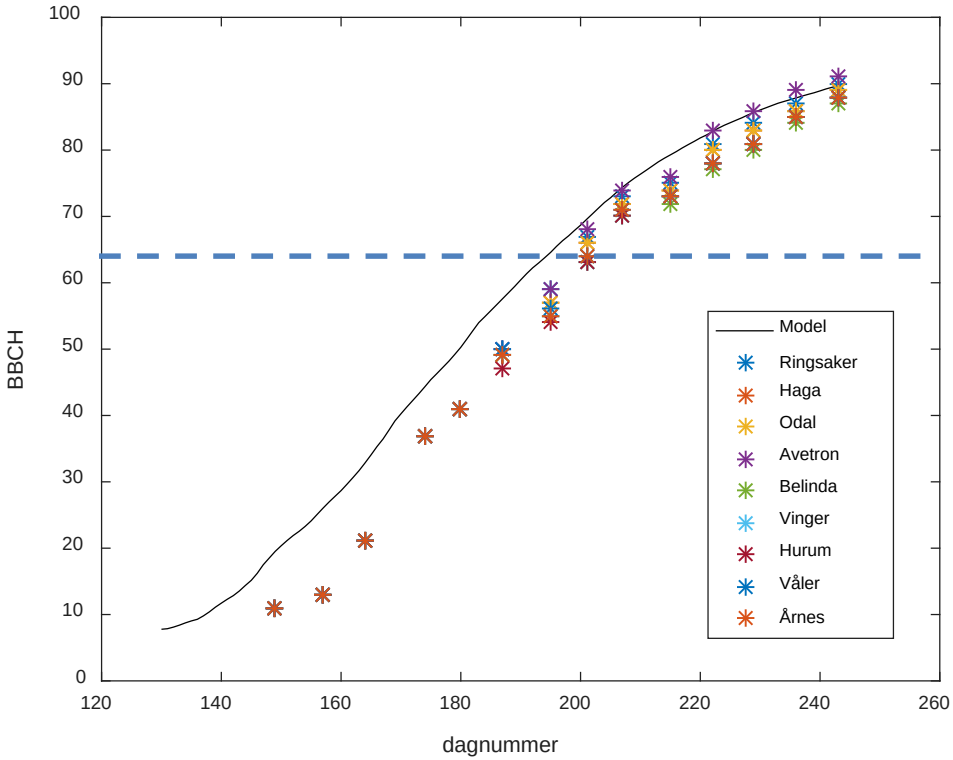


1. Test av modell for å beregne utvikling (vekststadier) i havre

2016



2017



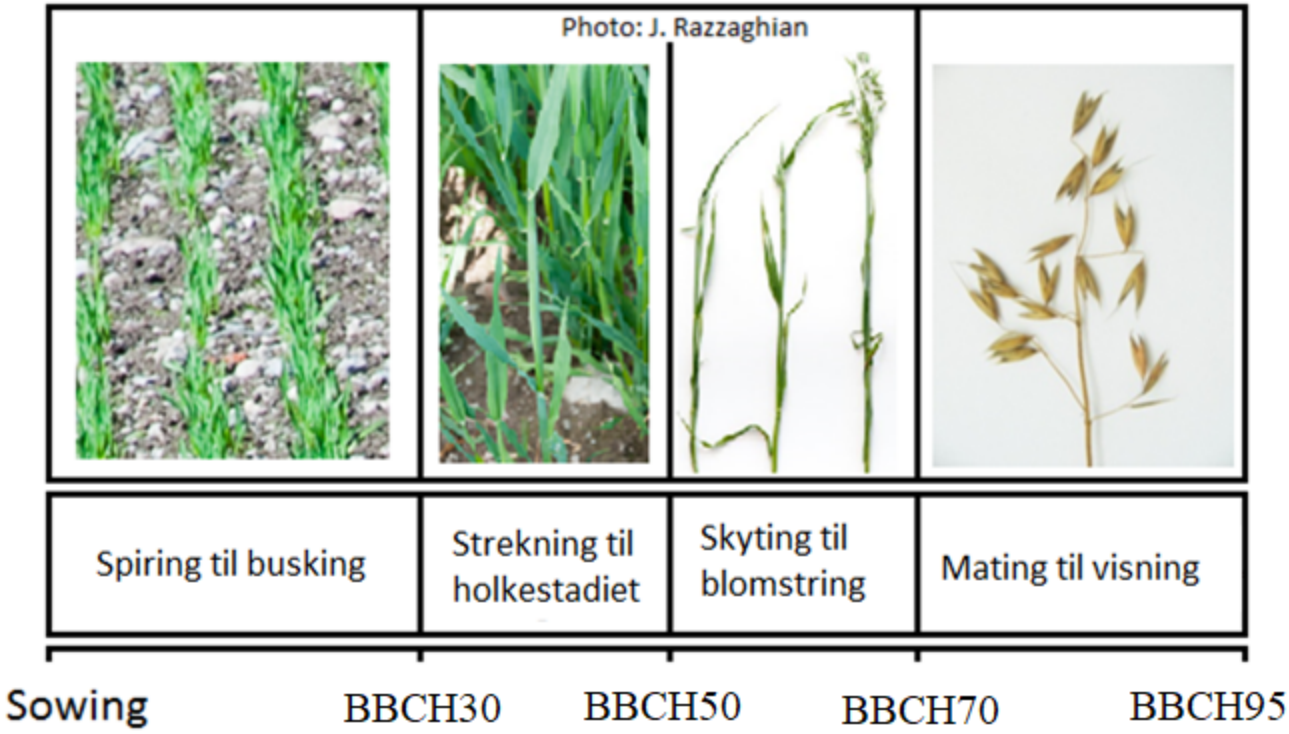
2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og værforhold

Dataene:

- DON i havre (n = 258 prøver)
- HT2+T2 i havre (n = 188 prøver)
- År: 2004-2013
- Lokalitet: viktige korndyrkingsområder i Norge
- < 20 km avstand fra klimastasjon

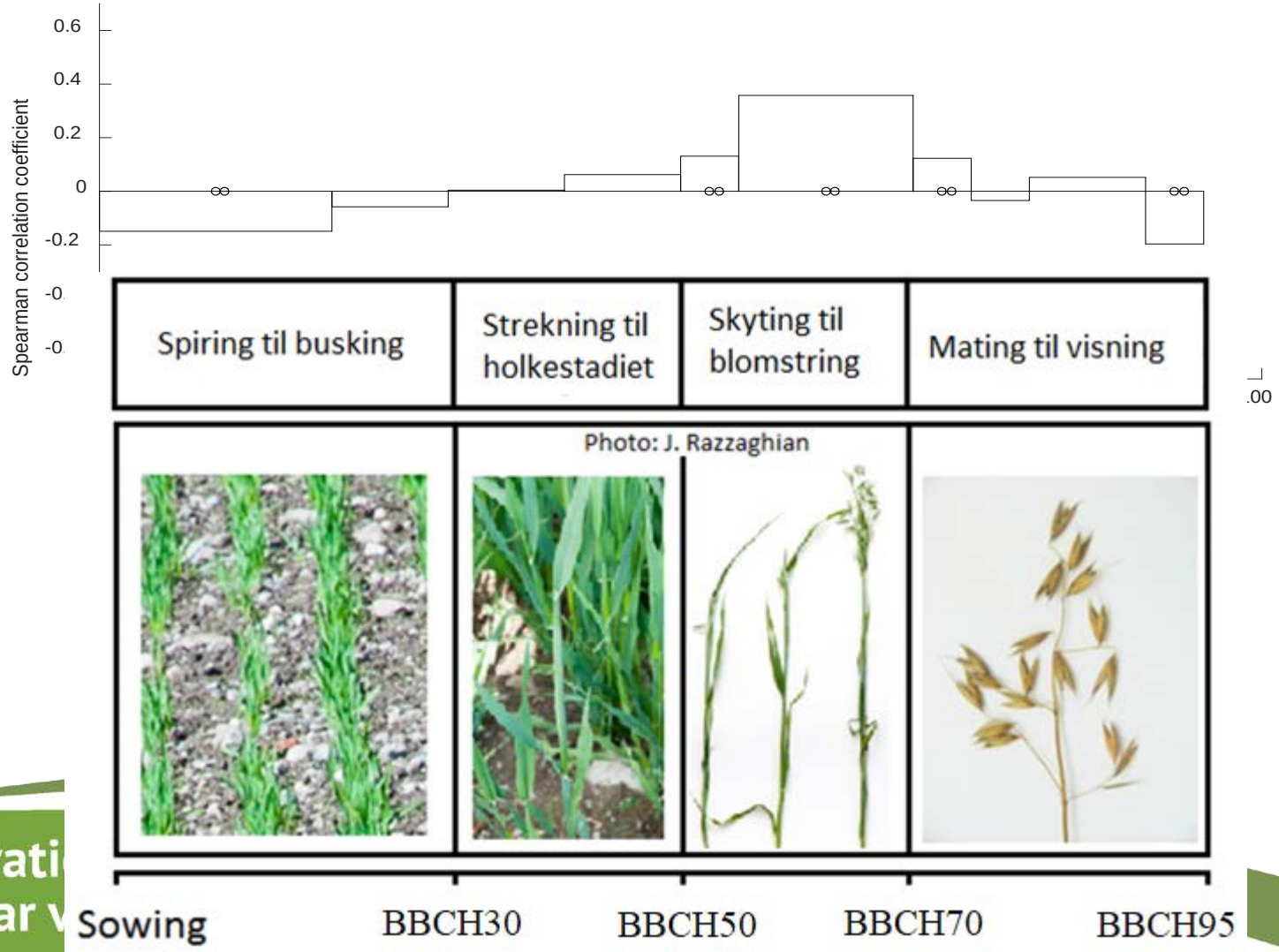
Vi vet at mykotoksin-innholdet i havre i stor grad påvirkes av været under blomstring

2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og værforhold



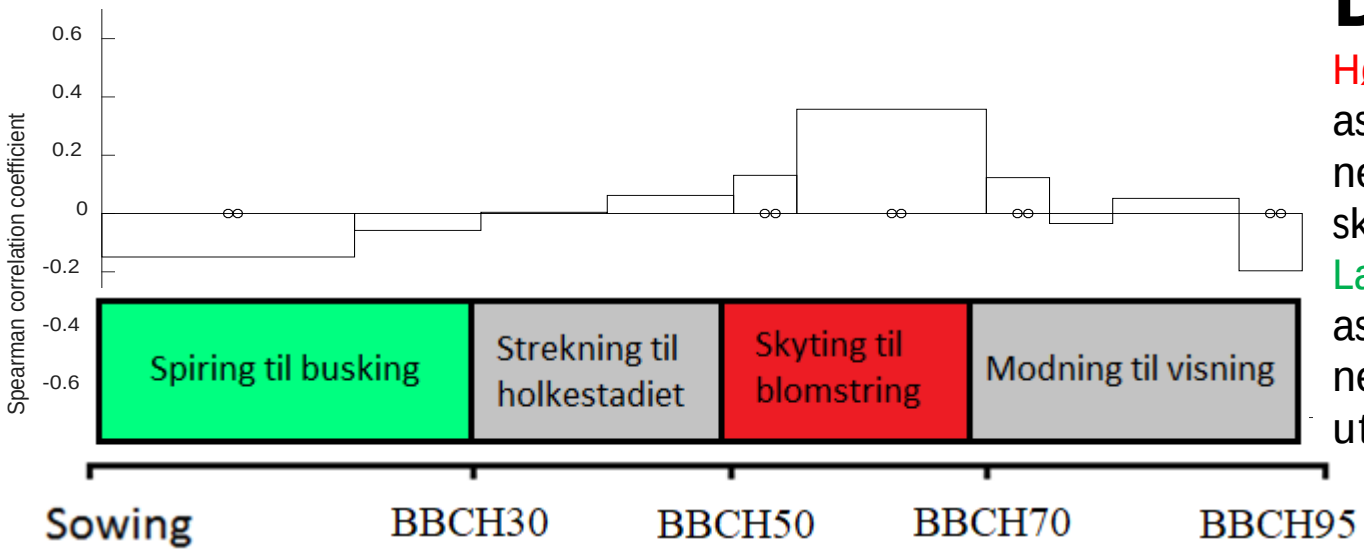
Dato for start av utvalgte vekststadier ble beregnet for hver havreåker

2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og værforhold



2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og nedbør

Korrelasjon mellom nivå av mykotoksiner og gjennomsnittlig daglig nedbør



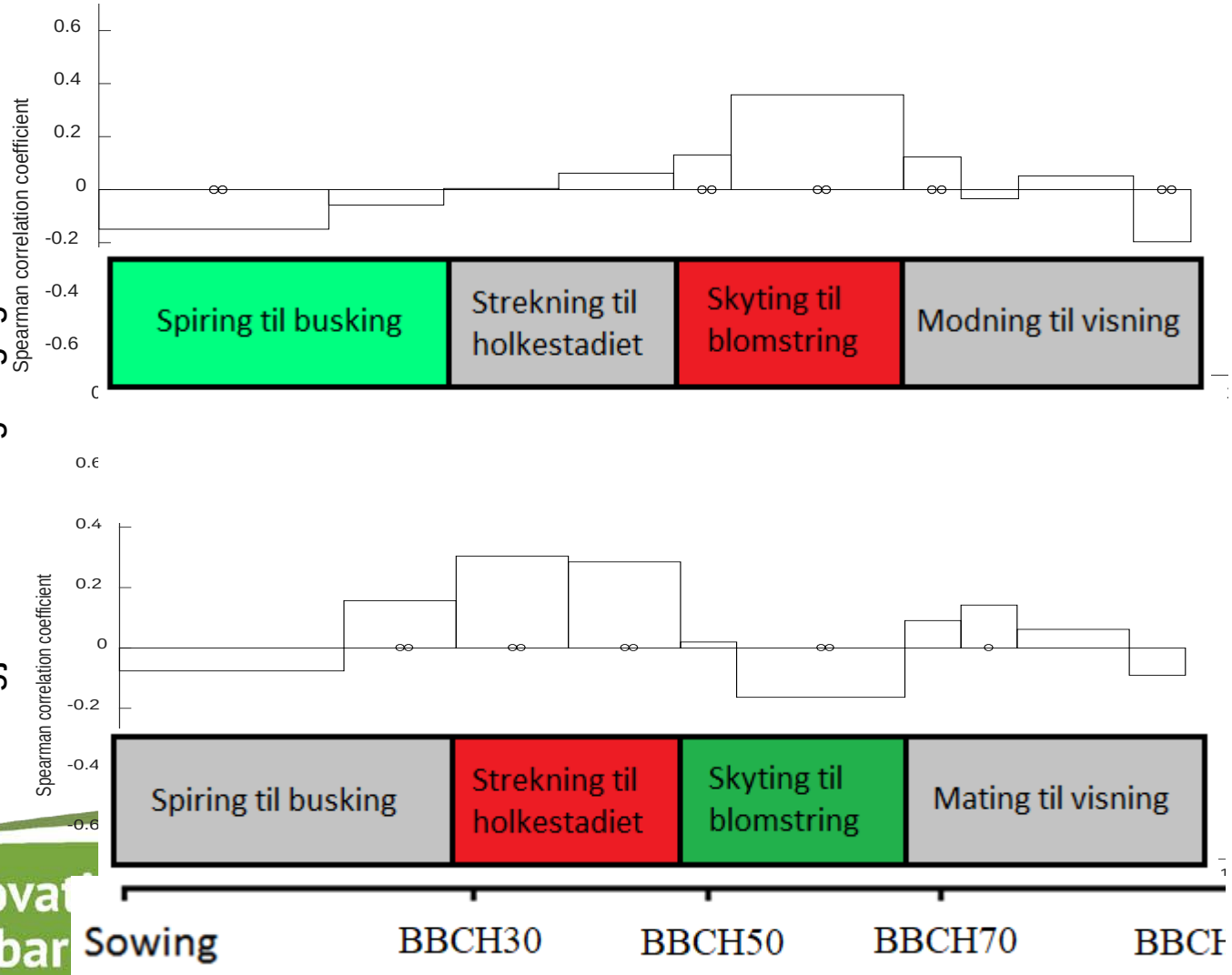
DON:

Høyt nivå ble assosiert med nedbør under skyting/blomstring

Lavt nivå ble assosiert med nedbør ved tidlige utviklingstrinn

2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og nedbør

Korrelasjon mellom nivå av mykotoksiner og gjennomsnittlig daglig nedbør



DON:

Høyt nivå ble assosiert med nedbør under skyting/blomstring

Lavt nivå ble assosiert med nedbør ved tidlige utviklingstrinn

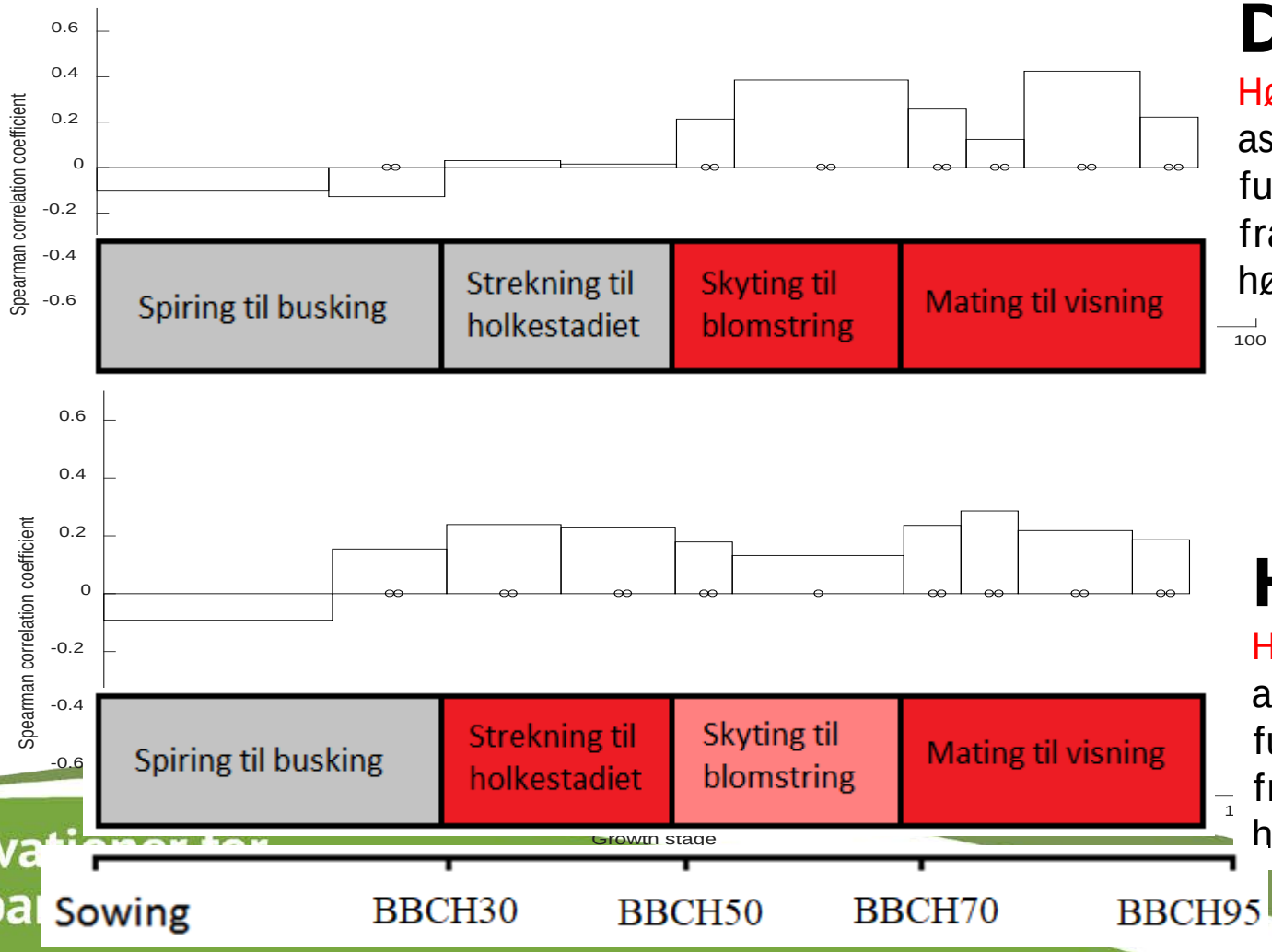
HT2+T2:

Høyt nivå ble assosiert med nedbør under strekning til holkestadiet

Lavt nivå ble assosiert med nedbør under skyting/blomstring

2. Sammenheng mellom innhold av mykotoksiner i høsta havre og fuktighet

Korrelasjon mellom nivå av mykotoksiner og gjennomsnittlig antall timer med vpd under 0.51 kPa



DON:

Høyt nivå ble assosiert med fuktige forhold fra skyting til høsting

HT2+T2:

Høyt nivå ble assosiert med fuktige forhold fra strekning til høsting

3. Modell for beregning av risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre

- Varsling i blomstringa, behov for sprøyting (DON)
- Prognoser ved høsting, for industri og myndigheter, for å sikre mattrygghet (DON og HT2+T2)

- Diskriminantanalyse, stegvis utvelgelse, kryssvalidering (utelatelse av en observasjon av gangen)

- Terskelverdi på
  - 1000 µg kg^{-1} (DON)
  - 500 µg kg^{-1} (HT2+T2)

3. Varslingsmodell for DON i høsta havre (beregning ved blomstring)

$$\boldsymbol{M} = -4.11 - 0.49a1 + 0.27a2 - 0.05b1 + 0.32b2 + 0.44b3 + 0.92d1 + 0.59e1 - 1.38e2 - 0.27e3$$

Risk for DON ved *M* > 0

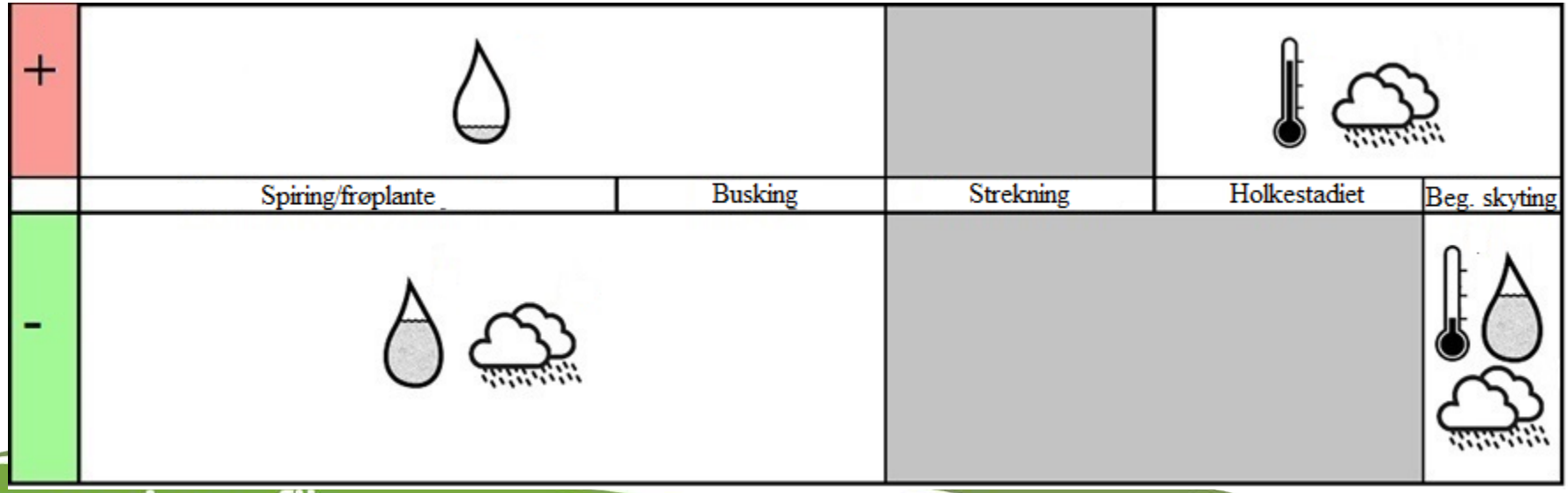
Hjelkrem et al. 2017

3. Varslingsmodell for DON i høsta havre (beregning ved blomstring)

$$\boldsymbol{M} = -4.11 - 0.49a1 + 0.27a2 - 0.05b1 + 0.32b2 + 0.44b3 + 0.92d1 + 0.59e1 - 1.38e2 - 0.27e3$$

Risk for DON ved *M* > 0

Hjelkrem et al. 2017



3. Hvor god er modellen?

kryssvalidering

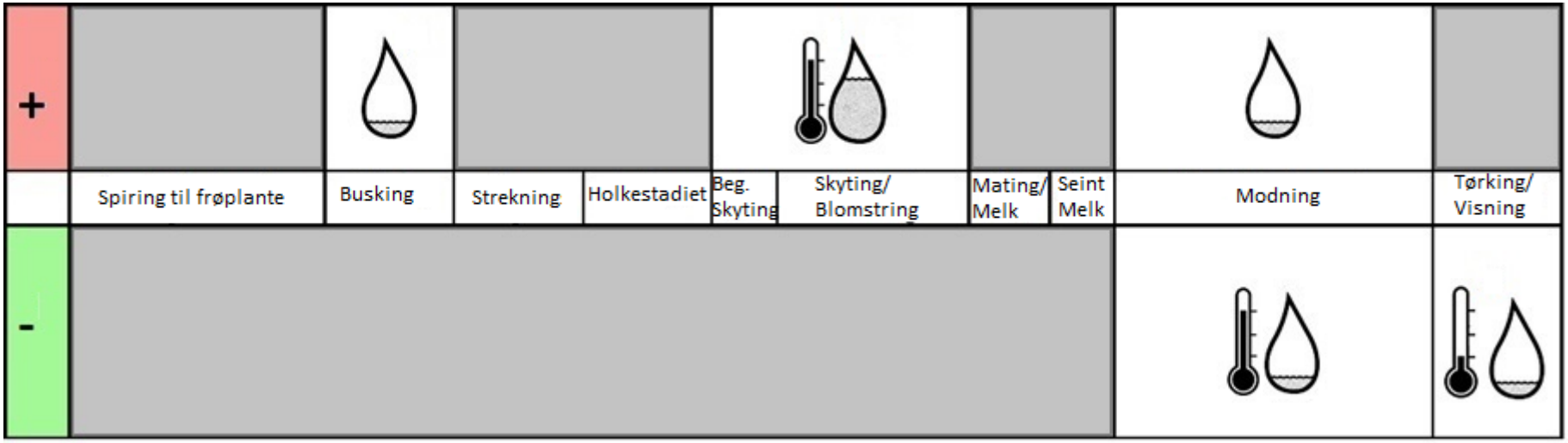
DON nivå i havre [µg kg^{-1}]

		Estimert	
		< 1000	≥ 1000
Observert	< 1000 (n=173)	79 %	21 %
	≥ 1000 (n=85)	24 %	76 %

n = 258

Riktig klassetilhørighet for 78% av prøvene

3. Prediksjonsmodell for risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre (beregna ved høsting)

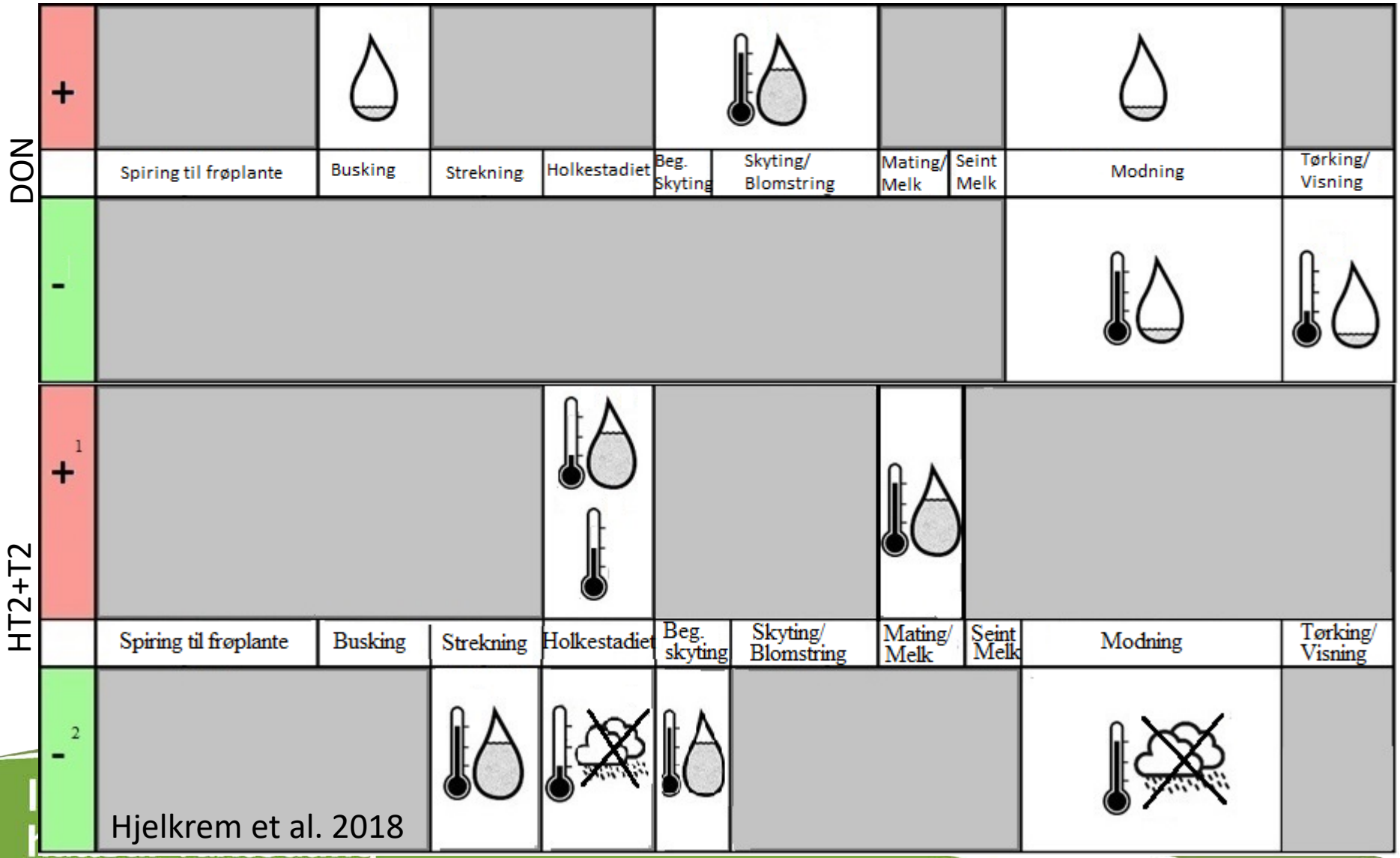


$$\boldsymbol{M1} = -5.33 + 0.27b_3 + 0.49b_4 + 0.31e_4 + 0.27f_1 + 9.83i_1 - 0.54i_2 - 0.42i_3 - 0.23j_1$$

- Risk of DON if *M1* > 0

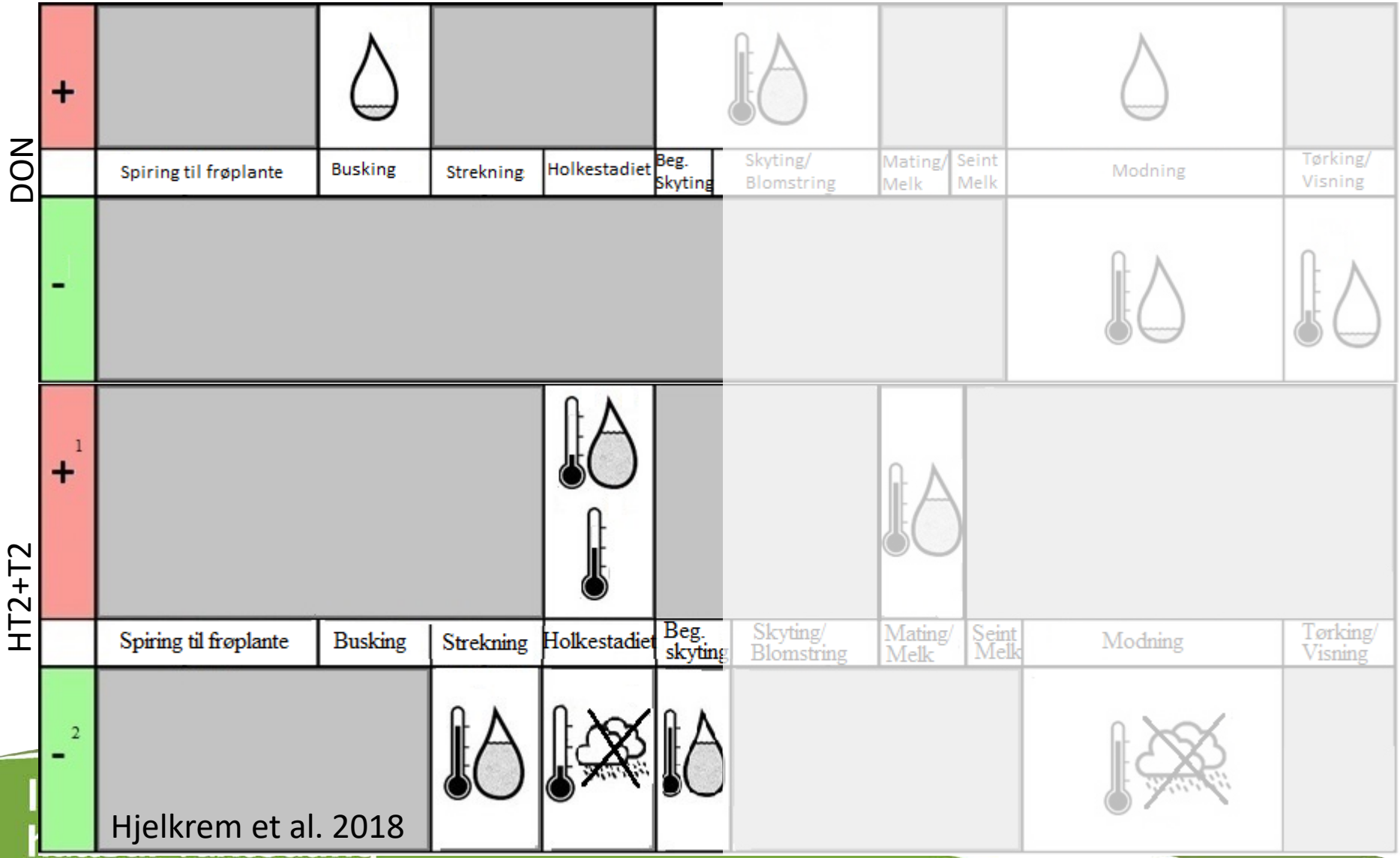
Hjelkrem et al. 2017

3. Risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre – behov for to ulike modeller

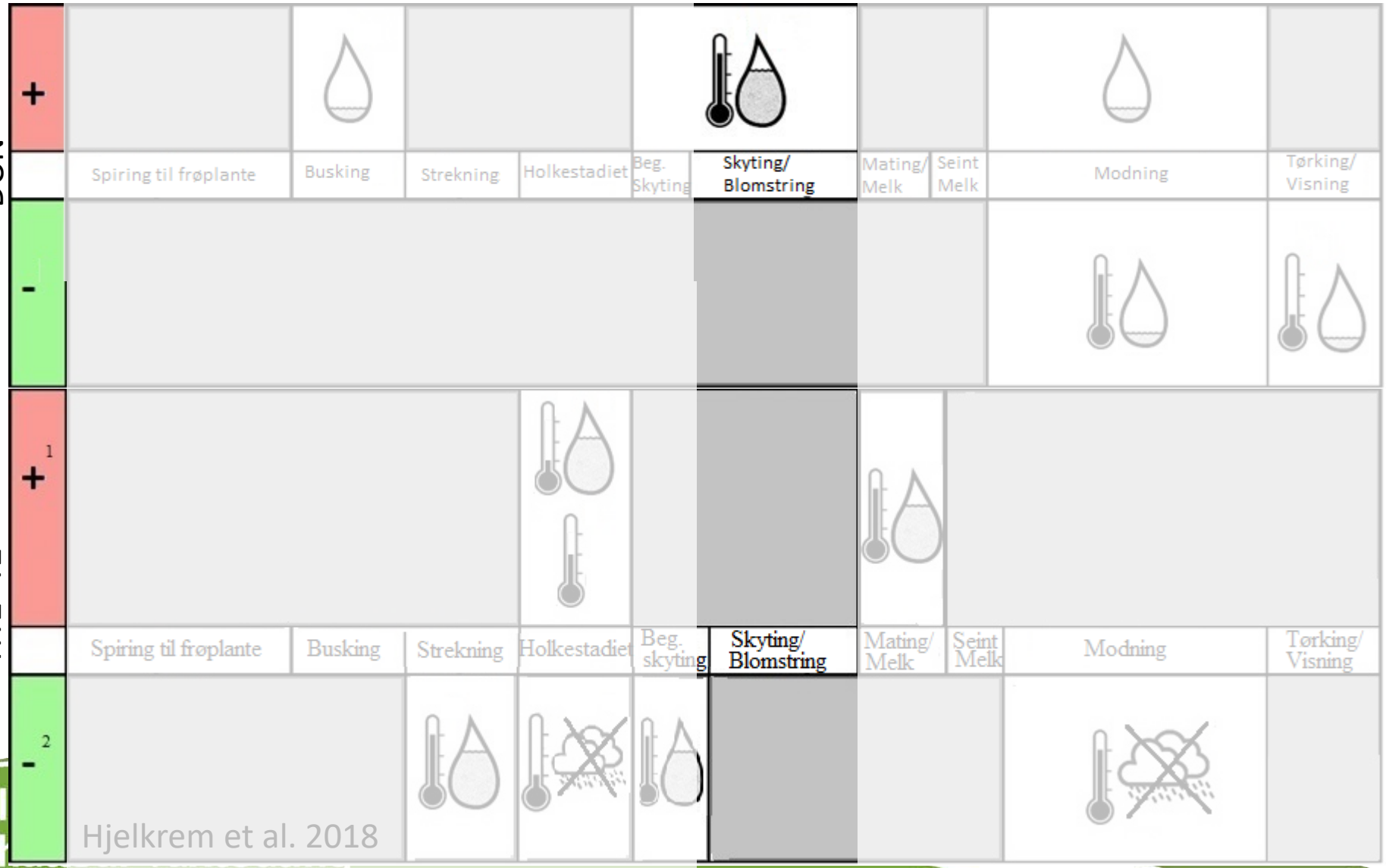


Hjelkrem et al. 2018

3. Risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre – behov for to ulike modeller

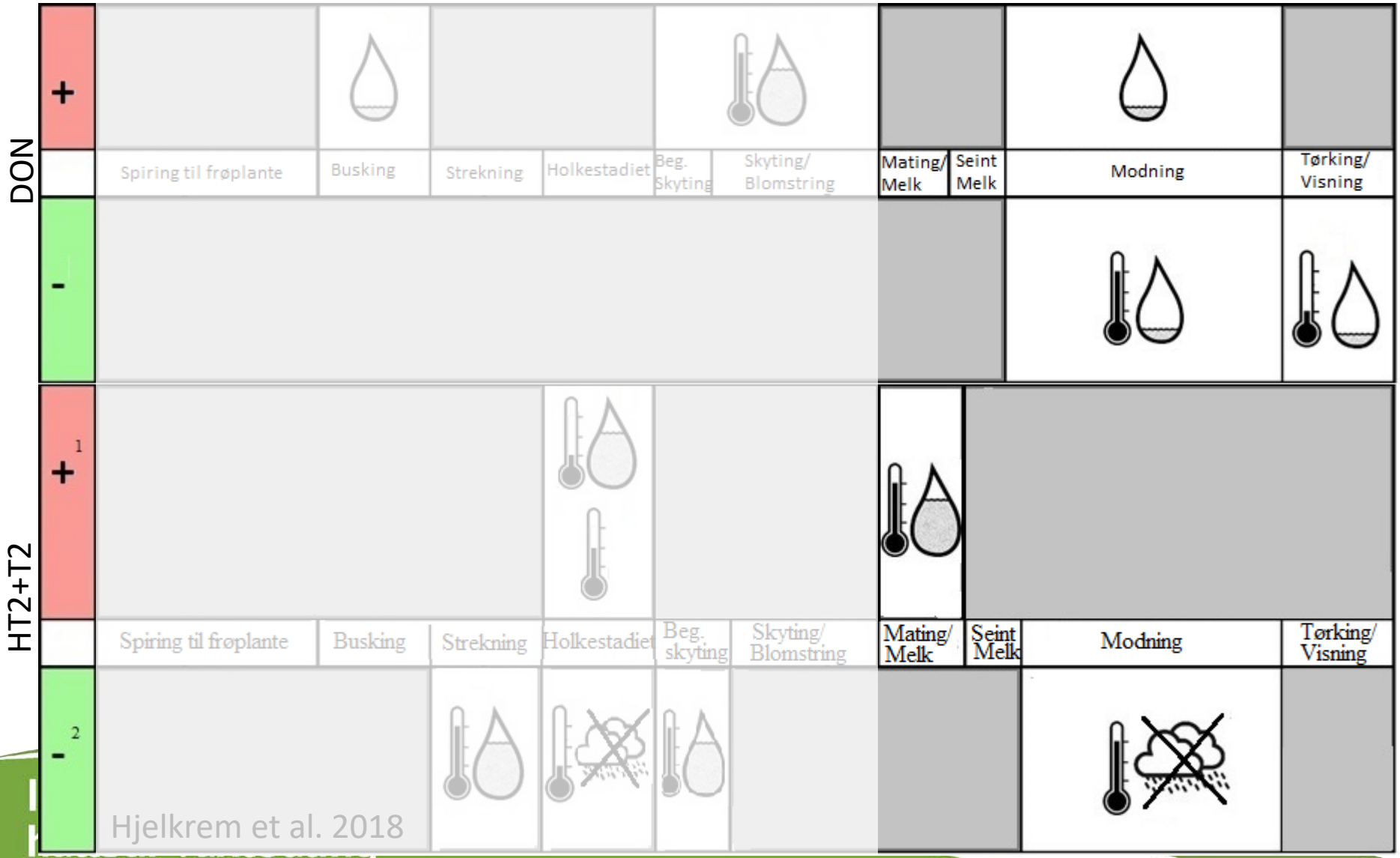


3. Risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre – behov for to ulike modeller



Hjelkrem et al. 2018

3. Risiko for DON og HT2+T2 i høsta havre – behov for to ulike modeller



Hjelkrem et al. 2018

3. Hvor gode er modellene

- Kryssvalidering

DON nivå i havre [µg kg^{-1}]

Riktig klassetilhørighet for 83% av prøvene

		Estimert	
		< 1000	≥ 1000
Observert	< 1000 (n=173)	84 %	17 %
	≥ 1000 (n=85)	21 %	79 %

n = 258

HT2+T2 nivå i havre[µg kg^{-1}]

Riktig klassetilhørighet for 84% av prøvene

		Estimert	
		< 500	≥ 500
Observert	< 500 (n=141)	85 %	15 %
	≥ 500 (n=47)	19 %	81 %

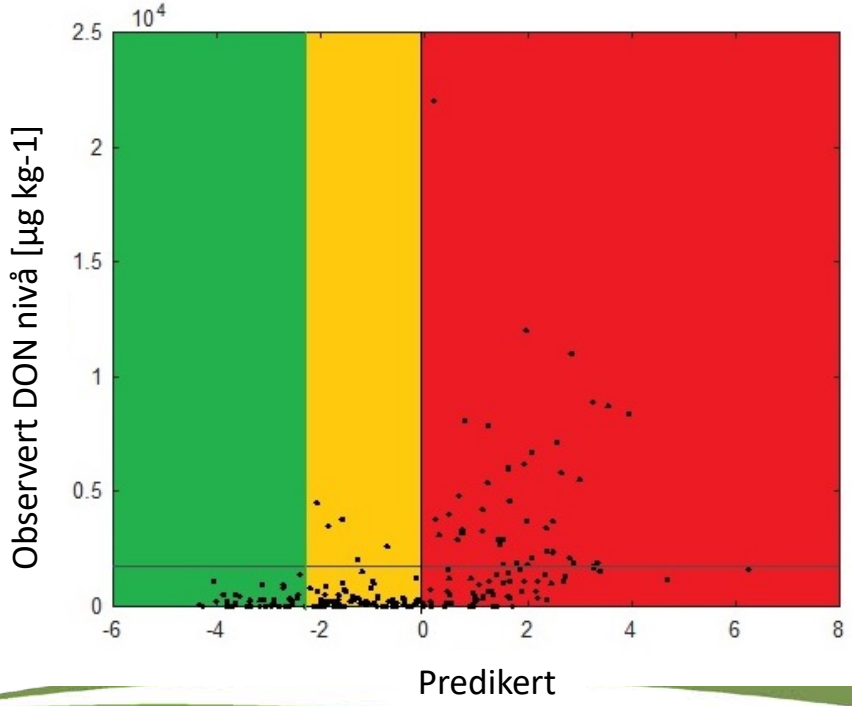
n = 188

3. Hvor gode er modellene

- Ikke risiko
- Moderat risiko
- Høy risiko

- DON

Riktig klassetilhørighet for 83% av prøvene



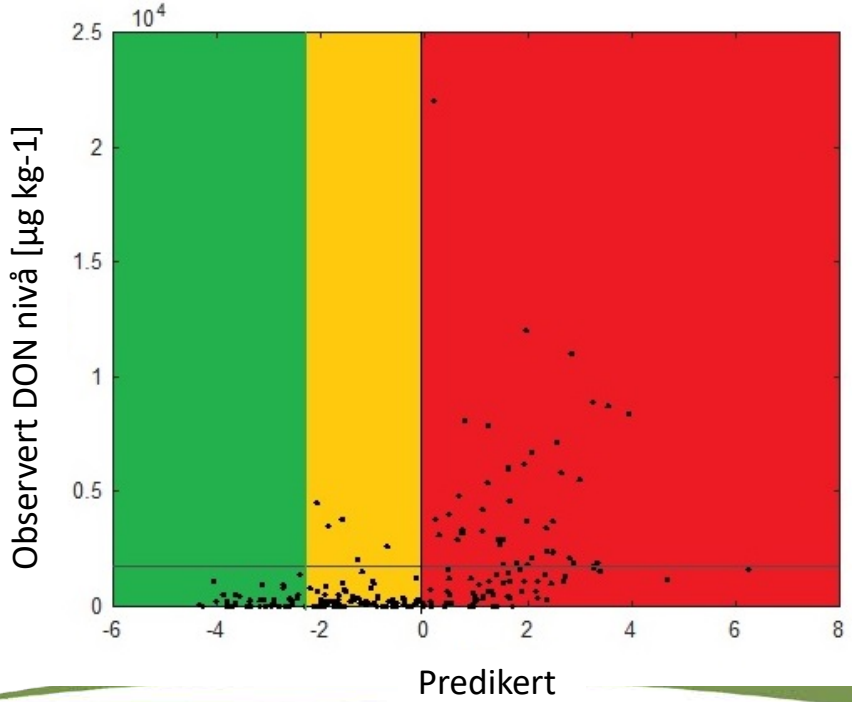
Grenseverdi for bruk av havre til mat 1750 µg kg^{-1}

3. Hvor gode er modellene

- Ikke risiko
- Moderat risiko
- Høy risiko

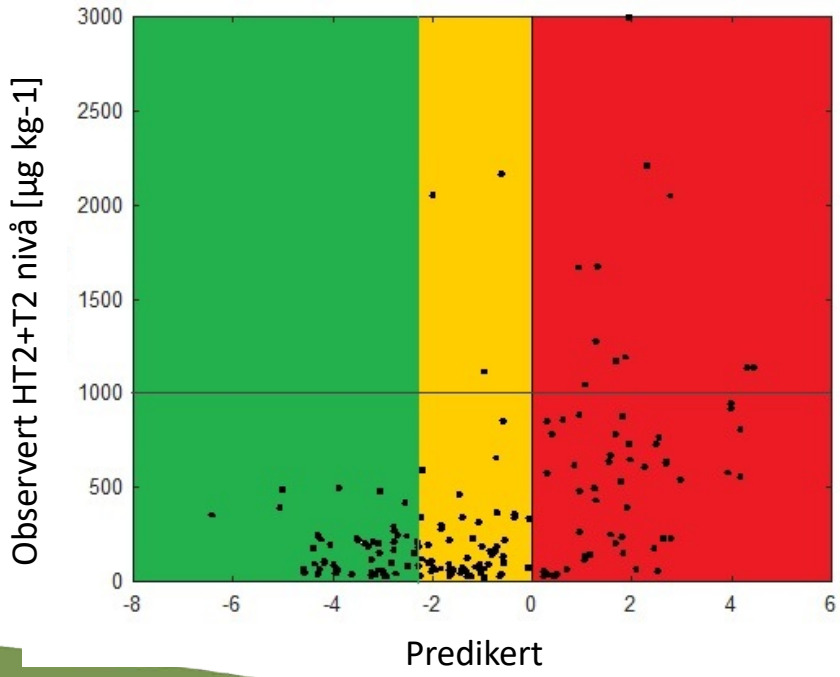
- DON

Riktig klassetilhørighet for 83% av prøvene



- HT2+T2

Riktig klassetilhørighet for 84% av prøvene



Veien videre

- Ytterligere validering av modellene
- Videreutvikle modellene til også å inneholde
  - Vekstskifte
  - Jordbearbeiding
  - Sort
  - Sprøyting

- Været etter blomstring har stor betydning for nivå av mykotoksiner i høsta havre => stor utfordring å utvikle varslingsmodell (for fungicidbehandling)

Takk for oppmerksomheten!

Hjelkrem, A.G.R., Torp, T., Brodal, G., Aamot, H.U., Strand, E.C., Nordskog, B., Dill-Macky, R., Edwards, S.C., Hofgaard, I.S. 2017. **DON content in oat grains in Norway related to weather conditions at dfferent growth stages**. European Journal of Plant Pathology. 148: 577-594.

Hjelkrem, A.G.R., Aamot, H.U., Brodal, G., Strand, E.C., Torp, T., Edwards, S.G., Dill-Macky, R., Hofgaard, I.S. 2018. **HT-2 and T-2 toxins in Norwegain oat grain related to weather conditions at different growth stages**. European Journal of Plant Pathology . https://doi.org/10.1007/s10658-017-1394-3