

# Vannmetningstoleranse i korn, olje- og proteinvekster

Wendy Waaen<sup>1</sup>, Annbjørg Øverli Kristoffersen<sup>1</sup> og Tove Sundgren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk Landbruk, <sup>2</sup>Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
wendy.waaen@bioforsk.no

## Innledning

Fremtidige klimaendringer er forventet å endre vekstbetingelser for norsk jordbruk, og prognoser peker på økt temperatur og nedbør, samt mer ekstremvær. Nasjonalt er det forventet en økning i nedbør på våren, høsten og vinteren med 10 til 15 %, men enkelte regioner kan forvente opp mot en 30 % økning i nedbør (Klif 2014). Et våtere klima vil øke dreneringsbehovet og føre til større risiko for uheldig jordpakking, utvasking av næringsstoffer og økt erosjonsfare. Det vil påvirke både planteutvikling og planteproduksjon.

Rotvekst og -utvikling, og dermed plantevekst i sin helhet er avhengig av god luftveksling i rotsonen. Under vannmettet tilstand blir oksygen i jorda raskt brukt opp og plantene går over til anaerob respirasjon. Anaerob respirasjon produserer mindre energi (ATP) enn aerob respirasjon, og energimangel kan føre til dårligere funksjonalitet av mange livsnødvendige prosesser i planten (Vartapetian & Jackson 1997). Anaerobe forhold kan også forårsake nitrogenmangel ved at mikroorganismer forbruker nitrat via denitrifikasjon. Biprodukter fra mikroorganismenes anaerobe respirasjon (f.eks. CO<sub>2</sub> og etylen) kan også være skadelig for planten hvis de oppstår i høye konsentrasjoner. Hvor skadelig vannmettet jord er for planteveksten, er avhengig av flere faktorer, som varighet av vannmetning og plantens utviklingsstadium når vannmetning oppstår (Setter & Waters 2003). Litteraturen viser til størst skade under langvarige vannmetningsperioder, og under spiring og tidlig i sesongen når plantene er små og vokser fort, men vi mangler kunnskap om dette er gjeldende for arter og sorter som anvendes i Norge nå.

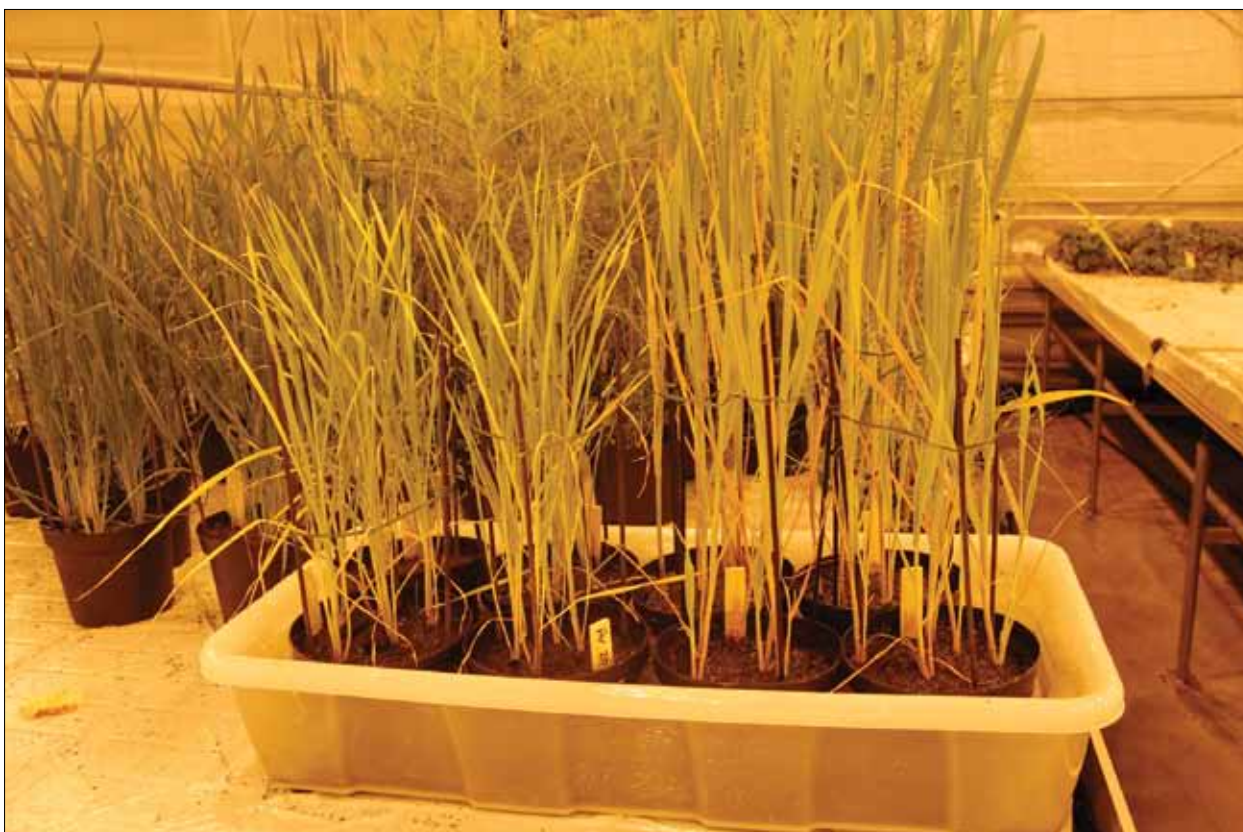
I denne artikkelen omtales resultatene fra to forsøk gjennomført i veksthus under kontrollerte klimaforhold. Effekten av varighet og plantenes utviklingsstadium ved vannmetning er sammenlignet for vårhvete,

bygg, havre, erter og vårraps. Forskjeller mellom noen utvalgte sorter er også undersøkt.

## Materialer og metoder

### Forsøk 1. Effekten av varighet av vannmetning på hvete, havre, bygg, erter og raps

Vinteren 2014 ble et potteforsøk anlagt i veksthus på Apelsvoll. Følgende arter og sorter ble sådd i pletter: Hvete (Zebra), havre (Belinda), bygg (Helium og Tiril), erter (Tinker) og vårraps (Mosaik). Det ble sådd 10 frø per potte, og lukt til 5 planter rett etter spiring. Frøene ble plassert 2 cm under overflaten. Det ble brukt gartnerjord (Tjerbo torvfabrikk AS, Rakkestad). Temperaturen var 20 °C dag og natt, og daglengde var 20 timer. Ved BBCH 13 ble pottene plassert i kasser med vann, slik at vannivået nådde jordoverflaten i pottene (bilde 1). Vannmetningsbehandlingen varte i 5, 10 15 eller 20 dager (d). Etter vannmetning fikk plantene vokse i 14 d. under optimale forhold før de ble høstet. Plantene ble klippet ved jordoverflaten, tørket og veid. Vekta av tørrstoffbiomassen per potte er videre referert som biomasse. Kontrollplanter for alle vannmetningsbehandlinger vokste under optimale forhold gjennom hele forsøket, og ble høstet samtidig som plantene fra de forskjellige vannmetningsbehandlingene. Ved høsting ble en rekke registreringer tatt, men i denne artikkelen omtales registreringer av biomasse og antall aks per potte. Forsøk 1 var et fullstendig randomiserte forsøk med 3 faktorer (vannmetning, art og varighet av vannmetning) med 4 gjentak.



Bilde 1. Plassering av pottene i kasser med vann. Foto: Wendy Waaen.

## Forsøk 2. Effekten av tidspunkt for vannmetning på hvete, havre, bygg, erter og raps

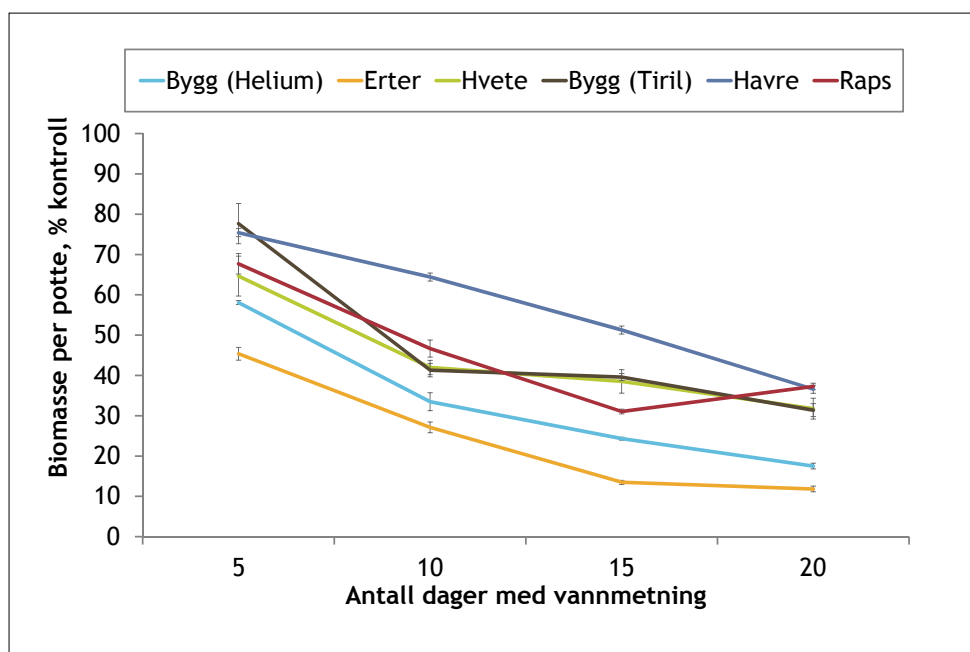
Dette forsøket ble gjennomført under samme forhold som forsøk 1, i veksthus på Apelsvoll. Følgende arter og sorter ble studert: Hvete (Zebra, Demonstrant, Berserk, Naxos), havre (Belinda, Vinger og Hurdal), bygg (Tiril, Henni, Helium og Brage), erter (Tinker) og vårraps (Mosaik). Valg av sorter var basert på erfaringer fra forsøk 1 og fra et feltforsøk med vannmetning ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Plantene vokste under optimale forhold frem til tidspunktet for vannmetning; BBCH 13 (3 blad), BBCH 31 (1. leddknote synlig) eller BBCH 51 (første småaks så vidt synlig). Resultater fra forsøk 1 ble brukt for å velge varigheten av vannmetning for de forskjellige artene. Varighet ble definert som antall dager for å oppnå en 50 % reduksjon i biomasse, pluss en dag for å ta hensyn til antatt økende toleranse ved seinere utviklingsstadier. Hvete, bygg og vårraps ble vannmettet i 11 d., havre i 16 d. og erter i 4 d. Etter vannmetningsbehandlingen fikk plantene 14 d. med tilvekst under optimale forhold før de ble høstet.

Kontrollplanter for alle vannmetningsbehandlingene vokste under optimale forhold gjennom hele forsøket, og ble høstet samtidig som de forskjellige vannmetningsbehandlingene. Ved høsting ble en rekke registreringer tatt, men i denne artikkelen omtales registreringer av biomasse og antall aks per potte. Forsøk 2 var et nøstet design med 4 faktorer (vannmetning, art, sort og utviklingsstadiet for vannmetning) med sort nøstet innenfor art, med 3 gjentak.

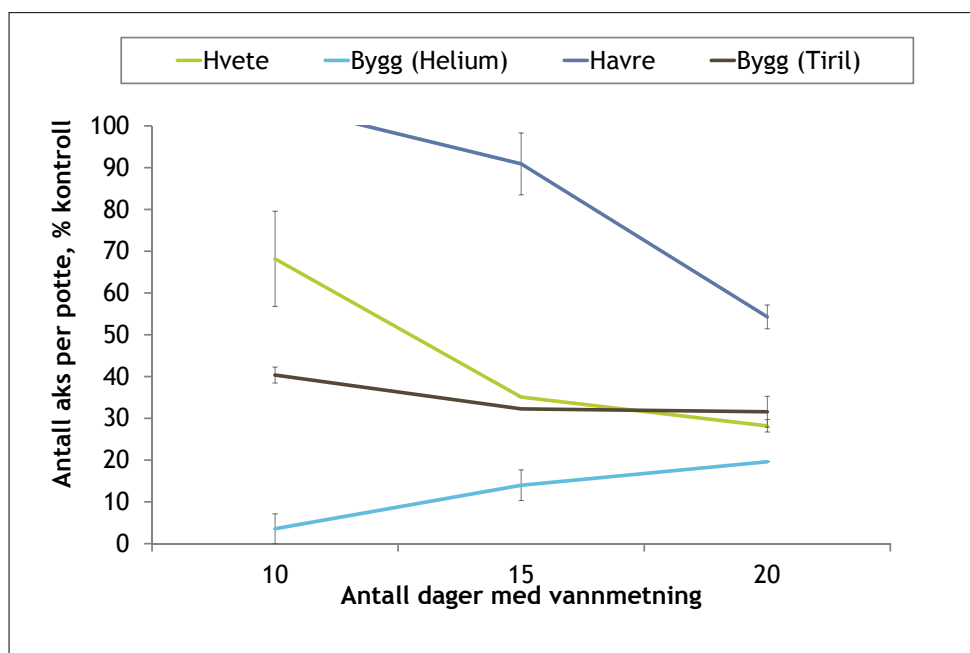
## Resultater

### Forsøk 1. Effekten av varighet av vannmetning på hvete, havre, bygg, erter og raps

Varighet av vannmetning hadde ulik virkning på biomasse av de forskjellige artene. Figur 1 oppgir biomasse i forhold til kontrollen etter de forskjellige vannmetningsbehandlingene (5, 10, 15 og 20 d.) og 14 d. med tilvekst under optimale forhold. Varighet av vannmetning når biomasse var redusert med 50 % ble beregnet med en statistisk analyse. Havre viste minst



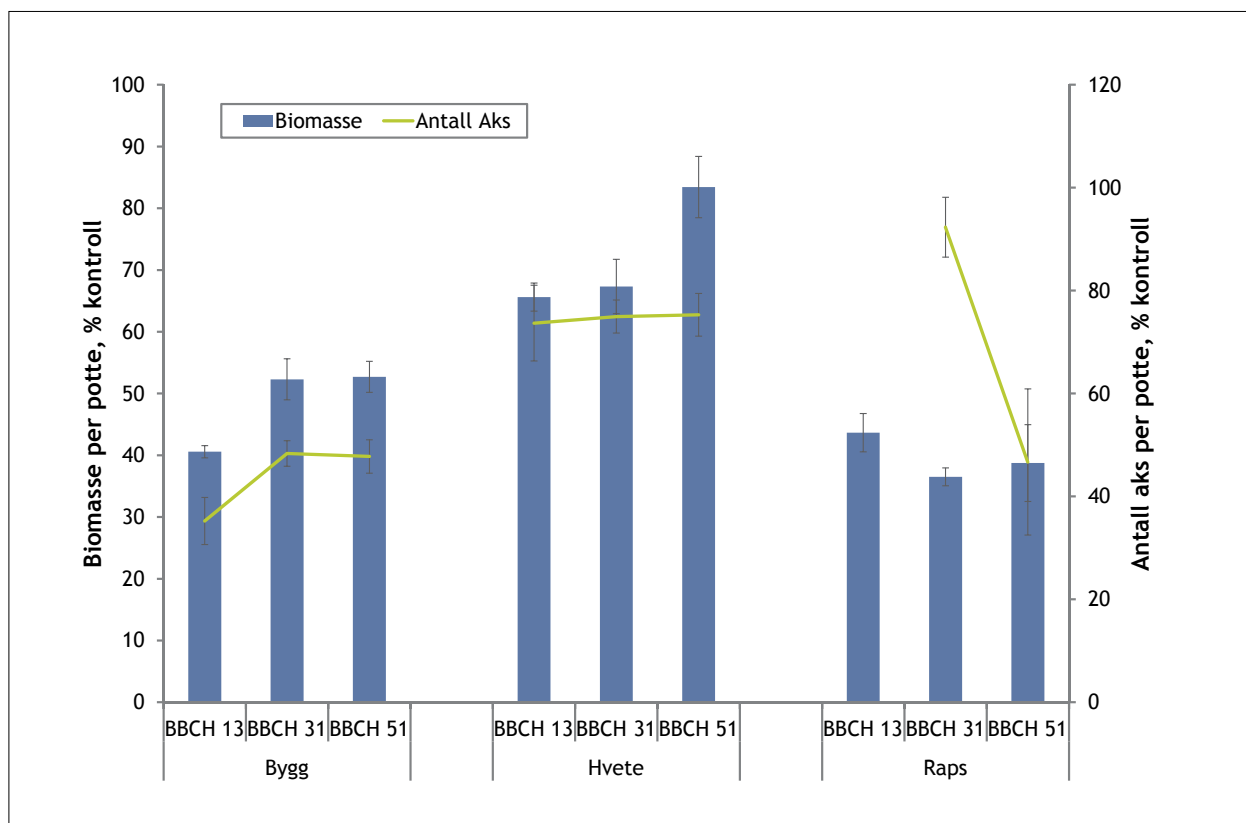
Figur 1. Effekten av varighet av vannmetning på biomasse per potte i forhold til kontrollen av erter, hvete, havre, vårraps og bygg (Tiril og Helium).



Figur 2. Effekten av varighet av vannmetning på antall aks per potte i forhold til kontrollen av erter, hvete, havre, vårraps og bygg cv. Tiril og Helium.

reduksjon i biomasse etter vannmetning, og vannmetning måtte vare i 15 d. før en 50 % reduksjon av biomasse ble observert. I motsetning til havre var erter veldig følsom for vannmetning, og biomasse ble redusert til 50 % etter bare 3 d. Vårraps, bygg (Helium og Tiril) og hvete viste en middels toleranse, der en 50 % reduksjon i biomasse oppstod etter henholdsvis 10, 6, 12 og 10 d. Her var det en signifikant sortsforskjell i bygg. Biomasse av Helium etter vannmetning i 5, 15 og 20 d. var lavere enn Tiril.

Avlingskomponenter registrert i pottforsøk kan være vanskelig å relatere til feltforhold, men antall aks per potte for bygg, hvete og havre i forhold til kontrollen, er vist i figur 2. Også her viste havre mindre følsomhet for vannmetning, med mindre nedgang i antall aks per potte, enn de andre artene. Havre og hvete viste en større reduksjon i antall aks per potte ved langvarig vannmetning, mens antall aks i bygg ikke ble påvirket av vannmetningsvarighet. Det var bare ved 10 d. vannmetning det var en forskjell mellom Tiril og Helium på antall aks per potte.



Figur 3. Effekten av tidspunkt for vannmetning på biomasse per potte i forhold til kontrollen, og antall aks per potte i forhold til kontrollen av hvete, bygg og vårraps.

## Forsøk 2. Effekten av tidspunkt for vannmetning på hvete, havre, bygg, erter og raps

### Resultater hvete, bygg og raps

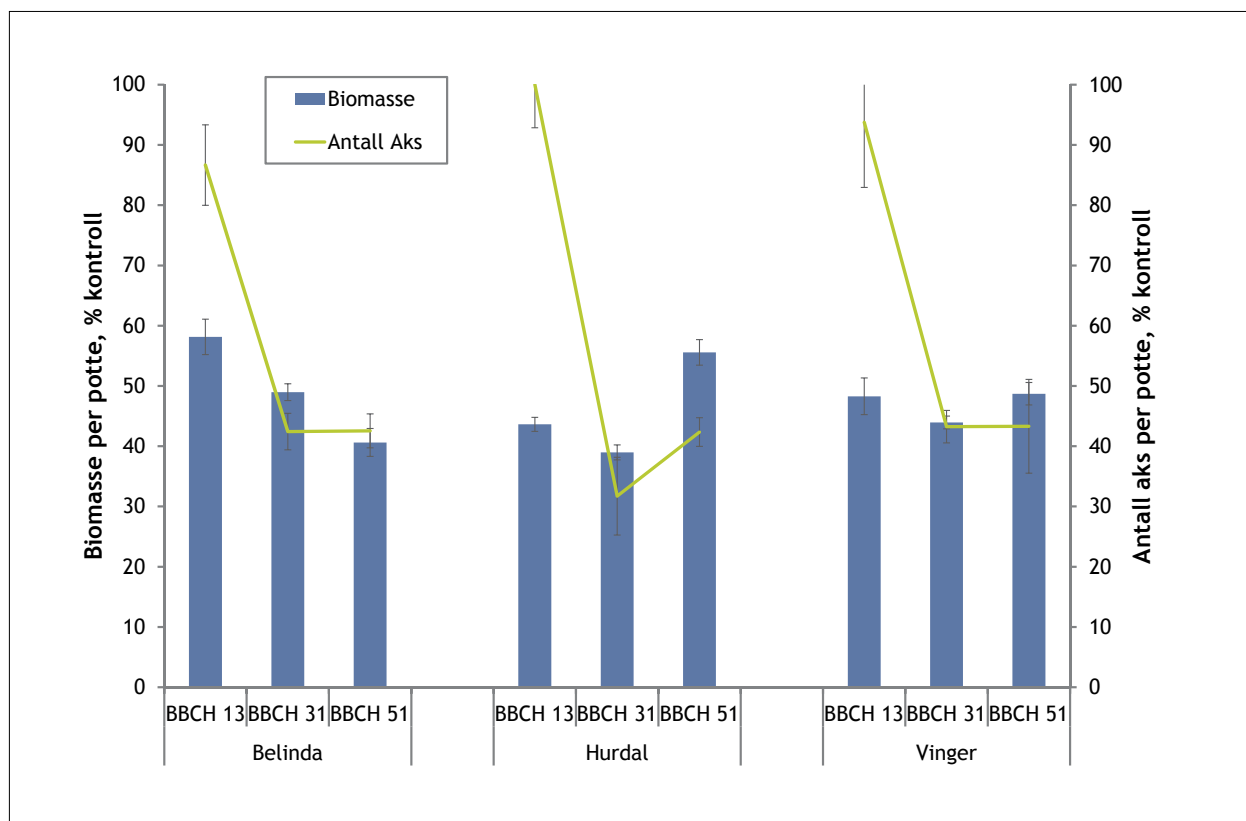
Det ble registrert en mindre nedgang i biomasse i forhold til kontrollen, for hvete, sammenlignet med bygg og vårraps etter vannmetningsbehandlinger ved BBCH 13, 31 eller 51 (figur 3). I hvete og bygg så man et mindre tap av biomasse, og dermed en økning i vannmetningstoleranse ved BBCH 51, sammenlignet med biomasse ved BBCH 13. Vårraps viste derimot ingen signifikante forskjeller i biomasse etter vannmetning ved BBCH 13, 31 eller 51.

Alle byggsortene reagerte likt på vannmetning ved BBCH 13, 31 eller 51. For hvete var det et signifikant samspill mellom sorter og utviklingsstadiet. Zebra og Naxos var mer tolerante for vannmetning ved BBCH 51 enn Berserk og Demonstrant. Berserk og Demonstrant hadde like stor reduksjon i biomasse uavhengig av plantenes utviklingsstadium under vannmetning (sortsdata ikke vist).

Det ble registrert en mindre nedgang i antall aks per potte i forhold til kontrollen, for hvete, sammenlignet med bygg og vårraps (figur 3). Det var ingen sortsforskjell i hvete eller bygg i forhold til antall aks per potte, i forhold til kontrollen og antall aks per potte var også uavhengig av utviklingsstadiet ved vannmetning. Vårraps viste en stor nedgang i antall skulper per potte i forhold til kontrollen, fra BBCH 31 til BBCH 51. Det tydet på økt følsomhet for vannmetning ved senere utviklingsstadier av vårraps.

### Resultater havre

Biomasse av havresortene Belinda, Vinger og Hurdal viste forskjellig respons ved BBCH 13, 31 og 51 (figur 4). Hurdal viste en økende toleranse (mindre reduksjon i biomasse) for vannmetning ved BBCH 51. Belinda viste det motsatt trend, med større reduksjon i biomasse for vannmetning ved BBCH 51, sammenlignet med biomasse for vannmetning ved BBCH 13. Reduksjon i biomasse etter vannmetning var likt for alle vekststadier av Vinger. Alle havresorter viste en

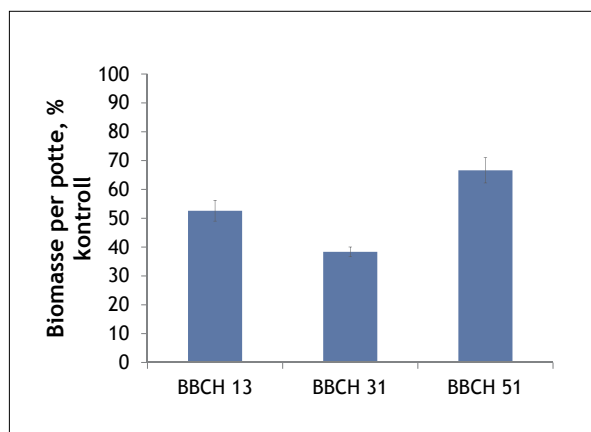


Figur 4. Effekten av tidspunkt for vannmetning på biomasse per potte i forhold til kontrollen, og antall aks per potte i forhold til kontrollen av havresortene Belinda, Hurdal og Vinger.

nedgang i antall aks per potte i forhold til kontrollen, for vannmetning ved BBCH 31 og 51, sammenlignet med vannmetning ved BBCH 13.

#### Resultater erter

Resultater fra erter som ble vannmettet i 4 d. viste størst nedgang i biomasse med vannmetning ved BBCH 31, og minst med vannmetning ved BBCH 51 (figur 5). Antall belger per potte ble ikke registrert.



Figur 5. Effekten av tidspunkt for vannmetning på biomasse per potte av erter i forhold til kontrollen.

## Konklusjoner

Det var store forskjeller i hvordan artene reagerte på varighet av vannmetning. Reduksjon av biomasse var større i alle artene med økende varighet av vannmetning. Havre vist best toleranse til langvarig vannmetning, og biomasse ble redusert med 50 % først etter 15 d. Biomasse av erter derimot, ble redusert med 50 % allerede etter 3 d. Vårrops, bygg (Helium og Tiril) og hvete viste en middels toleranse, der en 50 % reduksjon i biomasse oppstod etter henholdsvis 10, 6, 12 og 10 d. I bygg ble antall aks sterkt redusert allerede etter 10 d. med vannmetning. Disse forskjellene mellom arter vil ha stor betydning for hvor stort skadeomfanget blir på jorder med dårlig infiltrasjonsevne og mye nedbør.

Bygg og hvete som ble vannmettet ved BBCH 51 viste mindre reduksjon av biomasse enn ved vannmetning ved BBCH 13. Derimot var reduksjon i antall aks per potte av hvete og bygg uavhengig av utviklingsstadiet ved vannmetning. Biomasse av vårraps var ikke påvirket av tidspunkt for vannmetning, men vannmetning ved BBCH 51 ga størst nedgang i antall skulper. Effekten av tidspunkt for vannmetning på biomasse av havre var sortsavhengig, men alle sortene viste en større reduksjon i antall aks ved sein vannmetning, sammenlignet med vannmetning tidlig (BBCH 13). Nedgang i biomasse av erter var størst ved BBCH 31, og minst ved BBCH 51.

Resultatene viser at varighet og tidspunkt for vannmetning er avgjørende faktorer for skadeomfang av vannmetningsperioder. Det finnes variasjoner innenfor arter og sorter i hvordan vannmetning påvirker biomasse og antall aks. Dette gir grunnlag for videre undersøkelser. Avlingskomponenter vil være best

undersøkt under feltforhold, med riktig plantetetthet og temperaturforhold. Et stort antall av hvete- og byggsorter undersøkes nå i Agropro prosjektet (NFR prosjekt 225330), der vannmetningstoleranse i felt undersøkes. Økt forståelse av hvordan arter og sorter fungerer under vannmetningsstress vil være viktig for å øke robustheten i planteproduksjon i Norge.

## Referanser

Klif. (2014) (Klima- og forurensningsdirektoratet), [www.miljodirektoratet.no](http://www.miljodirektoratet.no).

Setter, T.L. & Waters, I. 2003. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. *Plant and Soil* 253:1-34.

Vartapetian, B.B. & Jackson, M.B. 1997. Plant adaptations to anaerobic stress. *Annals of Botany* 79:3-20.