

# Sprøyte eller ikke sprøyte?

## Varslingsmodeller for soppsjukdommer i korn og oljevekster

Andrea Ficke<sup>1</sup>, Anne Kari Bergjord Olsen<sup>2</sup>, Anne-Grete Roer Hjelkrem<sup>2</sup>, Berit Nordskog<sup>1</sup> & Guro Brodal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NIBIO Bioteknologi og plantehelse, <sup>2</sup>NIBIO Matproduksjon og Samfunn

andrea.ficke@nibio.no

Varslingsmodeller for kornsjukdommer skal være et lett håndterbart verktøy for vurdering av behovet for bruk av plantevernmidler på gårdsnivå. Risiko for angrep av sjukdommer øker ved fuktige værforhold, høyt smittepress i felt og ved dyrking av mottagelige vertsplanter. Varslingsmodeller skal gi råd om når risikoen for sjukdomsangrep er høy, men økt angrepsrisiko trenger ikke å bety at sprøyting er hensiktsmessig eller økonomisk lønnsomt. Etablering av en sprøyteterskel som kan fungere tilfredsstillende over år er svært krevende. I løpet av en vekstsesong er det mange andre faktorer, som tørkestress, ugras, insektangrep eller næringsmangel, som i tillegg til soppsjukdommer kan bidra til å redusere åkerens avlingspotensiale og dermed også påvirke hvorvidt sprøyting mot sjukdommer vil være lønnsomt.

En varslingsmodell er en forenkling av virkeligheten og kan bare gi et grovt estimat av forventet utvikling av et sjukdomsangrep, og en kan ikke regne med at den vil treffe like godt under alle vær- og vekstforhold som kan oppstå i det enkelte år. Hvordan modellen fungerer er avhengig av kvaliteten på dataene som anvendes i modellutviklingen og kunnskap om relevante forhold som modellen er bygget på. I løpet av de siste årene har vi jobbet med modeller for bladfleksjukdommer i hvete, byggbrunfleck og spraglefleck i bygg og storknolla råtesopp i oljevekster. Denne artikkelen omhandler hvordan vi arbeider med å utvikle modellene, hvilke data vi trenger, hvor langt vi har kommet, og hvordan modellene kan fungere i praksis.

### Modeller for bladfleksjukdommer i hvete

Modeller for bladfleksjukdommer i vår- og høsthvete (én modell for vårhvete og én for høsthvete) som per i dag er tilgjengelig på VIPS ([www.vips-landbruk.no](http://www.vips-landbruk.no))

er basert på værforhold og sjukdomsangrep i vekstsesongen registrert i norske feltforsøk av vår- og høsthvete gjennom mange år. De inkluderer risiko for angrep av både hvetebladprikk (*Zymoseptoria tritici*), hveteaksprikk (*Parastagonospora nodorum*) og hvetebrunfleck (*Pyrenophora tritici-repentis*). Modellene tar utgangspunkt i mengde og antall dager med nedbør i en periode før varselberegning, og nedbørprognoser for nærmeste dager, ettersom nedbør er en av de drivende faktorene for utvikling av sjukdommene. Andre viktige faktorer som påvirker utvikling av angrep, og som modellene tar hensyn til, er sjukdomsresistens hos sorter, forgrøde og jordarbeiding. Eventuelle angrep kan registreres for å justere sjukdomsprognosen. Modellens beregning av risiko for angrep vises i form av en graf med to kurver, en kurve for sjukdomsutvikling (prosent angrepet bladareal) og en kurve som viser økonomisk skadeterskel. Når kurven for sjukdomsutvikling krysser skadeterskel-kurven, anbefales sprøyting. Vi har testet vårhvetemodellen med sjukdoms- og værd data fra 193 feltforsøk fra 2010 til og med 2017. Observert sjukdomsangrep er registrert som prosent angrepet bladareal (gjennomsnitt av de fire øverste blader) ved utviklingsstadium 70-75. Ved gruppering av andel felt med angrep under og over 5 % og beregning av behov eller ikke behov for sprøyting med dagens VIPS-modell, ser vi at modellen har en tendens til å overestimere sprøytebehovet (tabell 1).

Tabell 1. Andel (%) forsøksfelt av hvete (antall felt i parentes) med observert angrep av bladfleksjukdommer under og over 5 % i årene 2010 til 2017, og beregnet behov eller ikke behov for sprøyting (sprøyt eller ikke sprøyt) etter dagens VIPS-modell for bladfleksjukdommer. Totalt 193 felt var inkludert i testing av modellen.

| Observert angrep | Beregnet behov |          |
|------------------|----------------|----------|
|                  | Ikke sprøyt    | Sprøyt   |
| <5 %             | 6 (11)         | 32 (61)  |
| ≥5 %             | 8 (16)         | 54 (105) |

Med håp om å kunne forbedre treffsikkerheten ved beregning av risiko for angrep av bladfleksjukdommer i vårhvete har vi de to siste årene jobbet med en ny modell finansiert av NIBIO's grunnbevilgning og Bionærprosjektet «SmartCrop» (<https://www.nibio.no/prosjekter/smartcrop>). Vi ønsker å basere den nye modellen på temperatur, nedbør, luftfuktighet, forgrøde, sortsresistens og jordarbeiding, som er viktige faktorer for sjukdomsutvikling. Informasjon om disse faktorene må derfor være tilgjengelig fra de forsøkene som skal brukes i utvikling av modellen. Modellens kvalitet er direkte relatert til kvaliteten på sjukdomsregistreringer og informasjon om vær- og dyrkingsfaktorer. I utgangspunktet har vi inkludert alle vårhveteforsøk som ble registrert i databasen Nordic Field Trial System (NFTS) fra 2010 til og med 2017 med informasjon om sjukdomsutvikling, sådato og forgrøde (450 forsøk). Ved manglende informasjon om plantenes utviklingsstadium ble det brukt en enkel vekstmodell for å estimere ulike vekststadier i vårhvete basert på daglig temperatur og daglengde. For 149 forsøk var kvaliteten på målinger av relativ luftfuktighet fra nærmeste værstasjon ikke optimal og dermed ble datasettet redusert til 301 forsøk. Utviklingsstadium ved sjukdomsregistrering varierte fra blomstring (BBCH 60) til og med modning (BBCH 85). For å redusere variasjon på grunn av for tidlig eller for sein registrering har vi bare inkludert de 193 feltene med sjukdomsregistrering mellom BBCH 70 (tidlig melkestadium) og BBCH 80 (begynnende

modning). Været påvirker sjukdomsutviklingen forskjellig, avhengig av plantens utviklingsstadium. Vi har derfor gjennomført en «window-pane» analyse for å undersøke hvilke værfaktorer som påvirker sjukdomsutviklingen i ulike vekststadier fram til avsluttet blomstring (BBCH 70). Dato for start av utvalgte vekststadier (spiring, frøplante utvikling, busking, strekning) ble beregnet for hvert felt. Deretter så vi på sammenhengen mellom sjukdomsangrep (prosent angrepet bladareal (gjennomsnitt av de fire øverste blader) og ulike værvariabler innen disse vekststadiene. De første resultatene viser at antall timer med nedbør over 0,2 mm per dag og antall timer per døgn med temperatur høyere enn 10-15 °C ved strekning (BBCH 30-40) og holkstadiet (BBCH 40-50), sammen med luftfuktighet høyere enn 85 % ved holkstadiet (BBCH 40-50), og høy luftfuktighet (>85 %) ved skyting (BBCH 50-60) og blomstring (BBCH 60-70) øker risiko for utvikling av bladfleksjukdommer (figur 1). Modellen vil da beregne risiko for angrep av bladfleksjukdommer i hvete som lav, middels eller høy. Basert på forventet avling og værforhold, kornpris og kostnader for sprøyting, må en beregne i hvilken grad denne angrepsrisikoen vil føre til avlingstap som rettferdiggjør sprøyting for hvert enkelt felt. Vi håper at vi kan implementere en testversjon av den nye modellen i VIPS i løpet av 2019-2020, slik at rådgivere og gårdbrukere selv kan prøve ut den nye modellen og sammenligne den med den gamle modellen, og gi oss tilbakemelding.

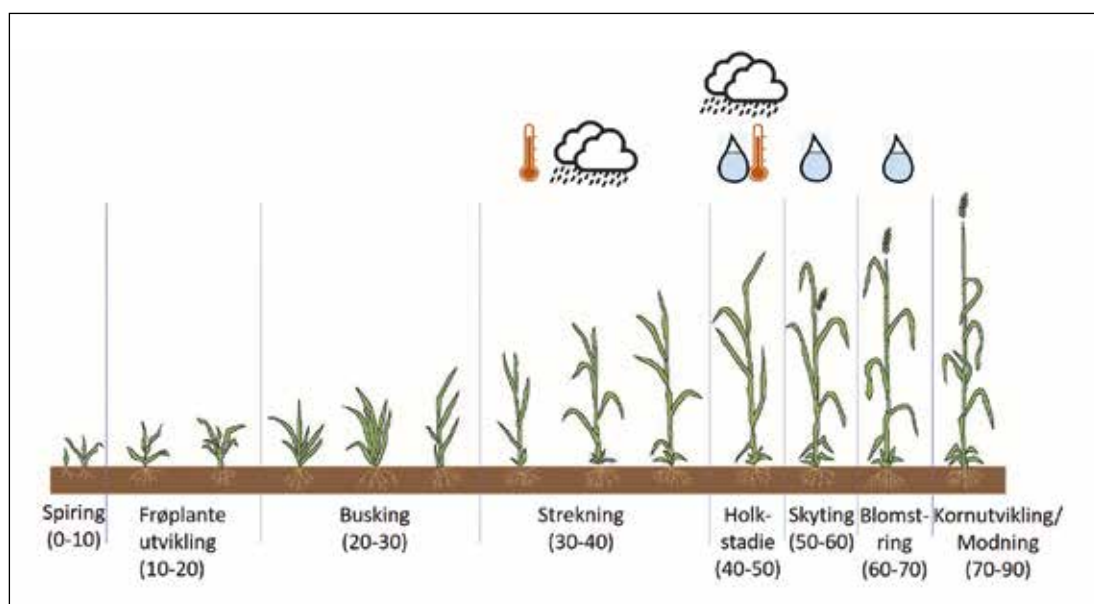


Fig 1. Oversikt over værfaktorer som øker risiko for angrep av bladfleksjukdommer i hvete ved ulike utviklingsstadier. Symbolforklaring: termometer= temperatur høyere enn 10-15 °C, sky med regn= mye nedbør, vandrdåper= høy luftfuktighet (> 85 %).

## Modelltesting i SpotIT prosjektet

I 2017 fikk NIBIO innvilget et treårig nordisk-baltisk prosjekt for å teste ulike varslingsmodeller for bladflekkssjukdommer i hvete og for byggbrunfleck og grå øyeflekk i bygg («SpotIT») (<https://nibio.no/en/projects/spotit>). Dette er et samarbeidsprosjekt med partnere fra Sverige, Danmark, Finland og Litauen hvor vi skal bruke VIPS for å teste hvor godt varslingsmodeller utviklet i Finland og Danmark fungerer i ulike nordiske og baltiske land. Prosjektet består av tre arbeidspakker: 1) Brukervennlighet, brukers behov og bruker-involvering, 2) Modell-testing, -evaluering og -justering, og 3) IT-løsninger for modell-implementering i VIPS slik at modellene kan bli tilgjengelige på nasjonale informasjonsplattformer.

Vi testet først to danske og en finsk modell med et datasett fra både bygg og hvetefelt som bestod av data fra de fem siste årene fra både norske, finske, litauiske og danske feltforsøk som lå i nærheten av fem ulike værstasjoner i hvert land. Hensikten med å teste modellene med historiske data var å undersøke hvor godt eller dårlig modellene fungerte i hvert land. Så valgte vi ut to modeller for sjukdomsangrep i bygg (en fra Danmark og en fra Finland) og to for hvete (begge fra Danmark), for å teste i feltforsøk i 2018 i hvert land. I Norge hadde vi to vårhvetefelt (Østfold og Trøndelag), ett høstvetefelt (Akershus) og to byggfelt (Østfold og Trøndelag). Forsøkene ble gjennomført av NLR Øst og NLR Trøndelag og de inkluderte flere ulike sprøytetider: sprøyting ved tidlig strekning (BBCH 32-33), sprøyting ved seint strekning/tidlig flaggbladstadium (BBCH 37-39), og sprøyting ved skyting (BBCH 51-55), eller en kombinasjon mellom tidlig sprøyting og sprøyting rund skyting. Effekten av de ulike sprøytetidspunkt på sjukdomsutvikling og avling ble sammenlignet med effekten av sprøyting etter varsel fra de ulike varslingsmodellene i hvete (to fra Danmark) og i bygg (en fra Danmark og en fra Finland). Effekt på sjukdomsutvikling og avling av sprøyting etter våre egne varslingsmodeller for bladflekkssjukdommer i hvete og bygg som er tilgjengelig på VIPS i dag, ble også inkludert i forsøkene for å kunne sammenligne med effekten av sprøyting etter de utenlandske modellene.

I 2018 var det på grunn av det tørre været generelt lite angrep av soppsjukdommer både i bygg og hvete, men det kom et sprøytevarsel fra den danske hvetesjukdoms-modellen og vår egen VIPS-modell for bladflekkssjukdommer i hvete for feltet i Trøn-

delag i begynnelsen av juli. Ingen av de utenlandske modellene for soppsjukdommer i bygg varslet risiko for angrep i Sør Øst og Trøndelag i år, men vår egen VIPS-modell for byggbrunfleck anbefalte sprøyting av byggfeltet i Trøndelag i midten av juli basert på antall dager med nedbør og mengde nedbør. Det var ikke lønnsomt å sprøyte mot sjukdommer i forsøksfeltene, hverken i bygg eller hvete i 2018.

Utfordringer med å kjøre modellene i den Danske informasjonsplattform «Crop Protection Online» i Danmark eller hos det Nasjonale Forskningsinstituttet i Finland, LUKE, var at informasjon om sort, nedbør og temperatur måtte settes inn manuelt, noe som var både tidskrevende og økte risiko for feil. Før neste vekstsesong skal vi justere modellene som vi testet i 2018, og implementere de i en VIPS testversjon slik at det skal bli lettere å kjøre de for «Spot IT» -partnere enn det var i 2018. I tillegg vurderer vi å inkludere også hveteaksprikkmodeller fra Frankrike og Tyskland i neste års forsøk.

## Modell for spraglefleck i bygg

Spraglefleck i bygg, forårsaket av *Ramularia collo-cygni*, gir sjelden synlige symptomer før etter siste mulige sprøytetider rundt blomstring. Sjukdommens tilstedeværelse og angrepsgrad kan også variere mye fra region til region og fra år til år, og det er derfor ønskelig å kunne beregne risiko for angrep og behov for sprøyting før symptomene blir synlige og det er for seint å sprøyte åkeren. Sjukdomssmitte kan overføres til nye planter via planterester og såkorn, og soppen produserer store mengder sporer som kan spres over lange avstander med vinden og infisere nye planter dersom de får nok fuktighet. Spraglefleck-soppens biologi er imidlertid ikke like godt kjent og beskrevet som for andre bladflekkssjukdommer i bygg. Optimalt tidspunkt for sprøyting er fra flaggbladstadiet og fram mot avsluttende skyting, det vil si før symptomene blir synlige. Tidligere forsøk, blant annet fra Norge (Salamati & Reitan 2006), har vist at antall minutter med bladfuktighet mellom 1.-10. juni har betydning for graden av angrep i august. Basert på denne sammenhengen har vi jobbet med å utvikle en risikomodel for spraglefleck i Norge. I pilot-modellen som ble utviklet i KornFUTH-prosjektet ble forventet angrepsgrad av spraglefleck beregnet for forsøksfelt fra Trøndelag i årene 2007 til 2017, basert på totalt antall minutter med bladfuktighet som ble registrert ved nærmeste klimastasjon i perioden 1.-10. juni (Bergjord Olsen & Ficke 2018). Resultatene viste at

over 70 % av variasjonen i sjukdomsangrep kunne forklares ut fra antall minutter med bladfuktighet i den nevnte perioden. Modellen inkluderer foreløpig ikke en økonomisk skadeterskel, men den beregner hvorvidt det vil være lav, middels eller høy risiko for angrep av spragleflekk relatert til den aktuelle byggsortens resistensnivå, forgrøden og jordarbeiding. Modellen er imidlertid ennå ikke godt nok validert til å bli lagt ut på VIPS, men data fra forsøksfelt hos NLR og NIBIO fra 2018 og 2019 vil bli brukt til å validere modellen.

### Modell for storknolla råtesopp

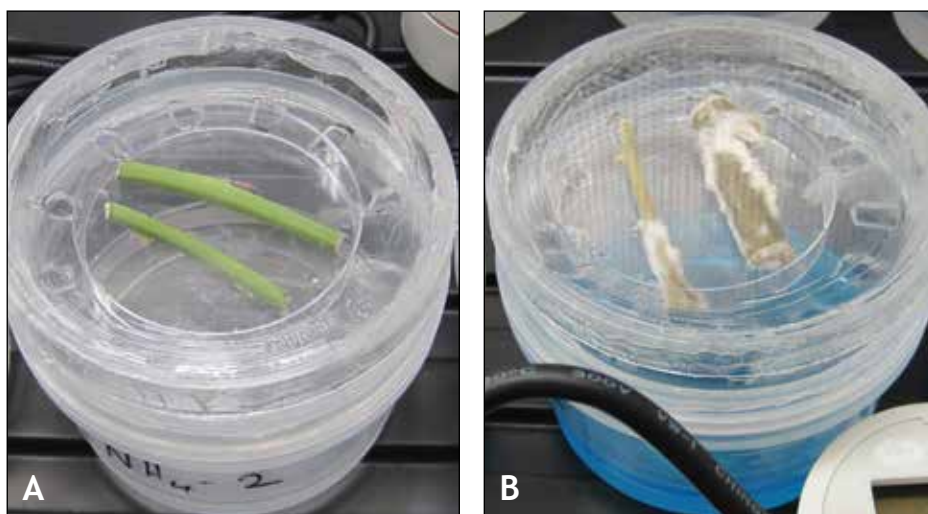
Raps og rybs dyrkes ikke i stort omfang i Norge per i dag, men disse oljevekstene egner seg bra i omløp med korn. Dyrkning av oljevekster i Norge kan være krevende, spesielt med en vanskelig sesongstart, ujevn/dårlig oppspiring og etablering, insektskader, angrep av soppjukdommer og krevende høsteforhold. I prosjektene «Proteinvekster» og «BRAKORN» har vi fått økt kunnskap om blant annet storknolla råtesopp i oljevekster, og vi har testet risikomodellen vi har i VIPS for å vurdere behov for å sprøyte mot storknolla råtesopp i oljevekster. Denne modellen er basert på et svensk poengsystem (Twengström *et al.* 1998), hvor ulike faktorer, som dyrkingshistorie, utviklingsstadium av plantene og nedbør eller vanning, er inkludert og er grunnlag for å beregne fare for angrep (lav, middels eller høy). Disse faktorene er direkte relatert til livssyklus hos soppene *Sclerotinia sclerotiorum* og *S. subarctica*, som forårsaker storknolla råtesopp i Norge. Dyrking av oljevekster i de siste 5 til 7 år kan føre til økt smittepress. Dryssing av visne kronblader ved slutten av blomstring er et bra næringsgrunnlag for soppenes sporer som angriper stengler via infiserte kronblader. Nedbør eller høy luftfuktighet i ett tett bestand kan skape gunstige forhold for infeksjon når smitte og mottakelig plantevev er tilstede. En tidligere studie har vist at faktorene som denne modellen er bygget på ikke var godt korrelert med sjukdomsangrep under danske forhold (Heltoft Jensen, 2010). Vi har derfor gjennomført flere forsøk og studier for å undersøke en del faktorer som inngår i den svenske poeng-baserte modellen under norske forhold:

- Betydning av nedbør ble undersøkt ved å se på sammenheng mellom angrep av storknolla råtesopp og nedbør de siste to ukene før blomstring i 18 norske feltforsøk mellom 2010 og 2016.
- Betydning av forgrøde ble evaluert basert på fangstplanter. I store deler av vekstsesongen

har vi ukentlig satt ut rapsplanter i full blomst på et sted med kjent smitekilde av storknolla råtesopp og et sted som ikke har hatt oljevekster i området de siste 5 til 7 år. Fangstplantene ble etter en uke i felt tatt inn og inkubert ved fuktige forhold i 2 til 3 uker før vi vurderte angrep.

- For å undersøke når rapsplanter er mest mottakelige ble planter dyrka i veksthus og smitta med storknolla råtesopp ved fem ulike vekststadijer; frøbladstadiet (BBCH 13), begynnende strekning (BBCH 30), knoppstadiet (BBCH 55), blomstring (BBCH 65), og avsluttende blomstring (BBCH 69).
- Betydning av kronblader ble undersøkt ved å smitte grønne blader med og uten kronblader på, med soppsporer, og deretter inkubere bladene ved høy luftfuktighet i en uke.
- Betydning av luftfuktighet ble undersøkt ved å inkubere kronblader smitta med soppsporer ved 77 %, 84 % og 100 % luftfuktighet i tre uker, før vi la biter av rapsstengel på de infiserte kronbladene. Angrep ble vurdert etter minst 4 og 8 dager. Inokulerte kronblader som først var plassert ved lavere luftfuktighet (77 % og 84 %) i 3 uker, ble deretter satt ved 100 % luftfuktighet og vurdert etter 4 og 8 dager for å bestemme hvis soppen var fortsatt i livet og kunne infisere stengler etter har vært utsatt for lavere luftfuktighet over 3 uker.

Som oppsummert tidligere (Ficke *et al.* 2016), samsvarer sum av nedbør i to uker før blomstring dårlig med angrep av storknolla råtesopp i felt. Forsøk med fangstplanter viste at smitte av storknolla råtesopp var tilstede også der det ikke hadde vært dyrket oljevekster de siste 5 år. Dette kan forklares med at mange ugrasarter er mottakelige for storknolla råtesopp og at smitte dermed kan bygge seg opp og spres uavhengig av hva som dyrkes i den enkelte åker. Soppen utviklet seg, når planter ble inokulert fra ved knoppstadiet (BBCH 55) og til og med avsluttende blomstring (BBCH 69), men mottakelighet var høyest midt i blomstringsperioden (BBCH 65) (Ficke *et al.* 2016). Storknolla råtesopp utviklet seg på blader med og uten kronblader på, noe som tyder på at blader også kan være en passende næringskilde for soppsporene. At blader uten kronblader kan infiseres med storknolla råtesopp er også funnet i feltforsøk. Forsøk med ulike nivåer av luftfuktighet viser at 100 % luftfuktighet førte til infeksjon av stengler, mens vi fant lite angrep av stengler ved lavere luftfuktighet (bilde 1). Inokulerte



Bilde 1. Undersøkelse av utvikling av storknolla råtesopp på biter av rapsstengler i petriskåler inkubert ved A) 84 % og B) 100 % luftfuktighet 6 dager etter smitting.

kronblader inkubert ved lavere luftfuktighet for 3 uker og så plassert ved 100 % luftfuktighet førte til 100 % stengelinfeksjon tre dager deretter.

Hensikten med forsøkene som er beskrevet ovenfor er å fremskaffe grunnlag for å forbedre dagens modell i VIPS, eventuelt om vi skal utvikle en ny modell som inkluderer den kunnskapen vi nå har om soppens biologi. Planen er å justere risikofaktorene slik at modellen gjenspeiler den nye kunnskapen vi har nå, og å teste en forbedret modell i to sesonger før vi legger en ny versjon ut på VIPS.

## Sprøyteterskel

Beregning av risiko for avlingstap pga. sjukdomsangrep i åkeren er viktig for å vurdere eventuelle kjemiske tiltak og for å unngå økonomiske tap. For å kunne tilnærme oss en slik sprøyteterskel må vi kunne definere en robust sammenheng mellom angrep og avlingstap, noe som kan variere mye mellom år, avlingspotensiale og forskjellige åkre i samme region. I det NFR-finansierte prosjektet «Stressless» (<https://www.nibio.no/en/projects/stressless>) har vi gjennomført forsøk over flere år med samme hvetesort på samme sted under ulike vann- og nitrogenforhold, for å kunne relatere variasjon i avling med variasjon av ulike angrep av bladsjukdommer. Det viser seg at betydning av sjukdomsangrep for avlingsutvikling varierer mye fra år til år og at angrep kan ha liten betydning når andre stressfaktorer, som nitrogen-

mangel eller tørkestress dominerer. Vi vil fortsette med å analysere dataene slik at vi kan skille mellom de ulike stressfaktorene som påvirker avlingsutvikling, og definere angrepsterskel som kan føre til avlingstap i åkre med ulike avlingspotensial. Til slutt vil kornprisen og sprøytetekostnader bestemme når en bestemt avlingsøkning som følge av soppbekjempelse kan betale for kjemisk tiltak.

## Referanser

- Bergjord Olsen, A.K. & Ficke, A. 2018. Varslingsmodell for spraglefleck i bygg. *Jord og Plantekultur* 2018. NIBIO BOK 1 (4): 105-107.
- Ficke, A., Bergjord Olsen, A. K. Salamati, S., Reitan, L. & Brodal, G. 2016. Spraglefleck i norsk bygg. *Jord og Plantekultur* 2016. NIBIO BOK 1(2): 148-150.
- Heltoft Jensen, P. 2010. Forecasting Sclerotinia stem rot in oilseed rape: Evaluation of existing forecasting models. Master thesis, Faculty of Life Sciences University of Copenhagen 2010.
- Salamati, S., & Reitan, L. 2006. *Ramularia collo-cygni* on spring barley, an overview of its biology and epidemiology. *Proceedings 1st European Ramularia Workshop*. 2006.
- Twengström, E., Sigvald, R., Svensson, C. & Yuen, J. 1998. Forecasting Sclerotinia stem rot in spring sown oilseed rape. *Crop Protection*, 17(5), 405-411.