



# Hekseringer

*Av Bert Sandell og Tatsiana Espevig, NIBIO*

# Hva vi vet om hekseringer



**Figure 1:** Mycel fra en heksering som er synlig under gressmatten etter avtorvning. Bilde Campey Turf Care

Hver heksering består av en individuell soppkoloni som vokser og sprer seg i jorden under. Mycelet til soppen vokser radielt utover i en sirkel og svekkes i midten av sirkelen der gresset vender tilbake. På jordoverflaten vises noen ganger selve fruktlegemer til soppen dersom forholdene er gunstige, men mycel kan vokse i jorden i lang tid uten sopper på overflaten og i hekseringer (se for eks. Tronsmo, 2016; Figure 1).

Hekseriradius vokser med opptil 1 m per år og finnes i skoger, gressarea-

ler og på dyrket mark. Den største er i Belfort i Frankrike, og er 600 m i diameter. Det finnes hekseringer som er over 1000 år gamle. I fortid var det mange myter og overtro knyttet til hekserier over hele verden.

Det er viktig å påpeke at soppen ikke angriper gresset direkte og utvikler ekte sykdom, men endrer forholdene til gresset på en ugunstig måte. Soppen er ikke patogen og virkningen på gresset er en konsekvens av det skiftende miljøet.

## Hekseringer

På golfbaner pleier man å dele hekseringer i tre ulike typer:



### Type 1: Dødt gress i ringen

Kraftig mycel i bakken som kan skape både giftig miljø og skaffer hydrofobe forhold som gjør vanskelig for gresset å ta opp vann. Gresset er skadet.



### Type 2: Stimulert vekst i ringen

Sopp frigjør næringsstoffer som stimulerer vekst til gress, noe som hovedsakelig er et kosmetisk problem, og i noen grad kan påvirke spillkvalitet først og fremst på greener. Gresset er ikke skadet, men en sterk vekst kan gjøre det vanskelig for vann å infiltrere inne i ringen, og tørkeflekker kan senere oppstå.



### Type 3: Hattsopper som vokser i ring

Sopp påvirker ikke veksten til gress, men mange hattsopper gror i kanten av ringen. Gresset er ikke skadet men noen problemer kan oppstå som for eksempel gresset kan bli skadet ved eventuell fjerning av fruktlegemer med skjøtselmaskiner og senere uønsket invasjon av ugress.

**Figure 2.** Bilder Margot Cumming, Reprinted from University of Wisconsin Gardner facts, 2 Nov 2016.

Felles for alle hekseringene er at soppene som forårsaker dem, hører til *Basidiomycota* divisjonen. Det finnes 1,5 millioner forskjellige sopparter, hvorav 10 % er identifiserte og 30 000 av dem hører til *Basidiomycota*. Det ble funnet rundt 100 forskjellige sopparter i hekseringer, og hver har forskjellige egenskaper og kan reagere forskjellig på behandlinger og miljø.

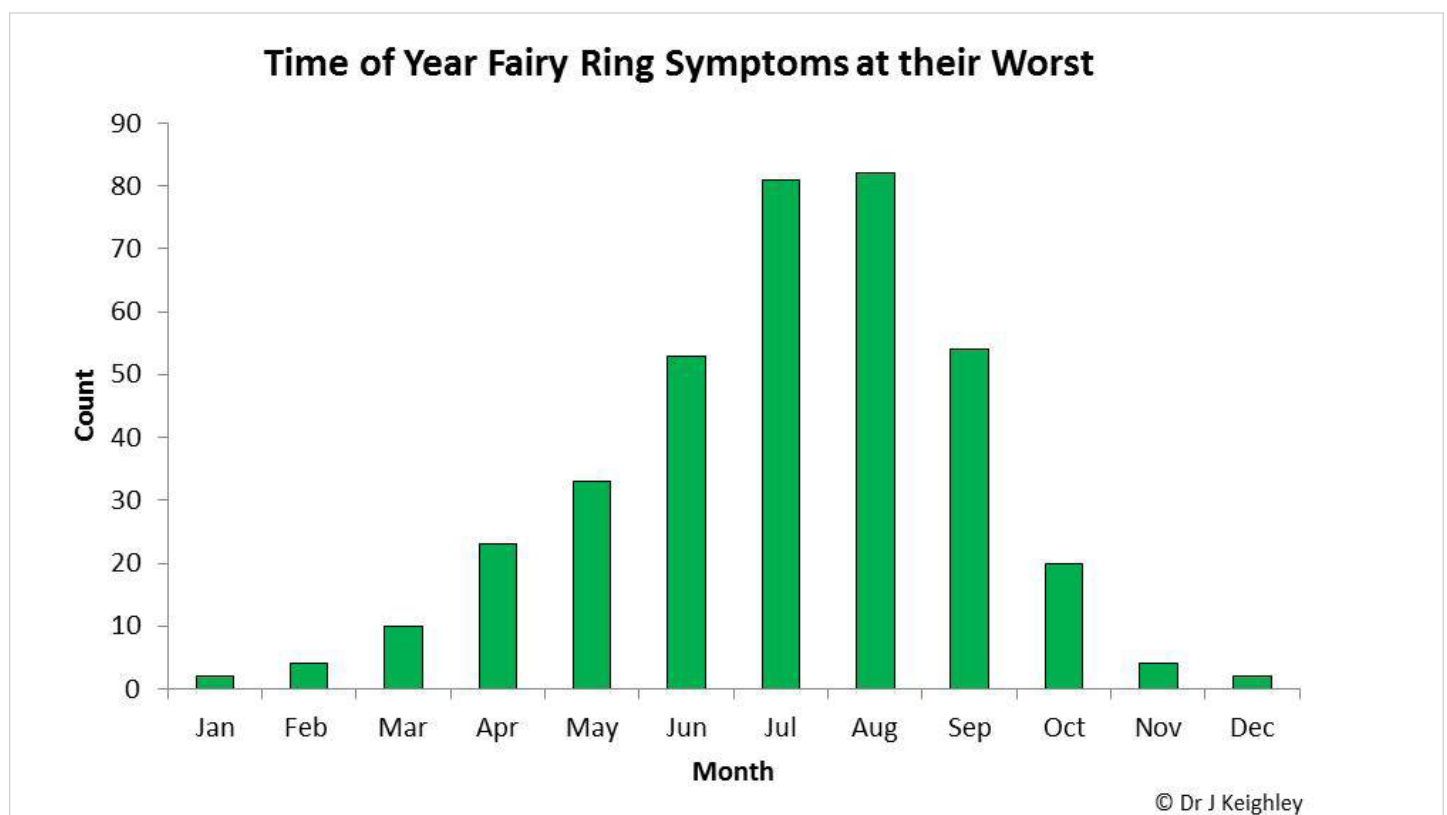
Økologer og biologer studerer også andre ringformede fenomener som de kaller for hekseringler. De forårsakes av, for eksempel, insekter, planter og andre forskjellige organismer som vokser, samarbeider og organiserer seg i en sirkelform. Slike studier kan bidra til å forstå hvordan en enkel fenomen fungerer. Ruiz-Reynes (2017) har funnet alger i Middelhavet (Pollenca Bay) som danner store ringformede kolonier. Det er også store områder i Namibia hvor vill gress vokser i sirkler som likner på hekseringer på golfbaner. Der viste det seg at de ringene falt sammen, noe som gjorde at de oppsamlet vann som et reservater og

økte fuktighet lenger ned i bakken slik at plantenes røtter i kanten av ringene kunne nå vannet. I Australia har Getzin (2016) funnet et naturlig fenomen på ørkenens måte å håndtere fuktighet i bakken. En liten kompakt sirkel fører til at overflatevann infiltreres der bakken er mer porøs, noe som gir en fordel til plantene inne i sirkelen. Andre nærliggende planter dør. Det dannes mange slike sirkler og bakken etterhvert får flere-sirkelmønsteret.

Jennie Keighley fra Storbritannia har nylig holdt foredrag om sitt arbeid med hekseringer på et seminar organisert av Svensk Golf forbund i Elmia i september 2017. Siden mycelet i hekseringer påvirker evnen til gresset å ta opp vann, undersøkte Jennie hvordan varierer volumetrisk vannprosent i jorden der soppene finner seg (Keighley, 2017). Hun fant at jord kan være vannavvisende (hydrofobisk) selv om den inneholder så mye vann som 13%, mens et sted utenfor heksering som er tørket ned til 1% kan være mindre vannavvisende. Hun viste også at

problemene med hekser i Storbritannia er størst i juli i august (Figure 3). Det er kjent at organiske forbindelser i sandkorn eller jordpartikler skaffer hydrofobisitet. I tillegg selve mycelet til soppene og nedbrytingsprodukter er en viktig faktor for problemer med tørrflekker. Ifølge en studie fra STRI har områder med dødt gress størst hydrofobisitet men også områder inne i hekseringer som soppene har passert, kan bli berørt og vannavvisende lenge (York, 2000).

Nylig har Suzuki (2016) funnet et veksthormon som soppene frigjør når den vokser. Det hormonet (2-azahypoxanthine) ble isolert, og det viste seg at den kan også stimulere plantenes vekst. Det forskes nå videre på metabolismen av det hormonet i sopp og i planter.



**Figure 3:** Problematikken med hekseringer varierer igjennom året og er størst om sommeren i Storbritannia. Kilde: Jennie Kieghley



**Figure 4:** De vanlige sopparter i hekseringer: Type 1 *Marasmius* sp. (til venstre), Type 2 *Agaricus* sp. (i midten) og Type 3 en puff ball sopp. Bilder fra Internett banken.

## Identifikasjon

Det kan bli nyttig å bestemme hvilken soppart som forårsaker hekseringer. Identifikasjon av de vanlige soppartene vil bestå av følgende observasjoner: om man ser fruktlegemer i form av hattsopp eller puff baller, om hvilken type hekseringer er (1, 2 eller 3), om mycelet er synlig og om når på året hekseringer er synlige (aktive) (Figure 4).

I hekseringer Type 1 finner man ofte *Marasmius* arter. Den soppen har et tett mycel som vokser ned til 50-cm dybde. Ringene ofte er sunket ned og er synlige hele året. Vanlig på fairway.

I hekseringer Type 2 finner man ofte *Agaricus* arter. Den gir store mørke ringer spesielt sen på sommeren. Men om det er små og tynne ringer som er synlige på våren og senere på høsten, kan det være *Bovista* arter (puff baller) som har en grunnere vekst uten synlig mycel i jorden, den er vanlig på greener.

I hekseringer Type 3 ser man ikke selve hekseringer i gresset men fruktlegemer som vokser i ringen.

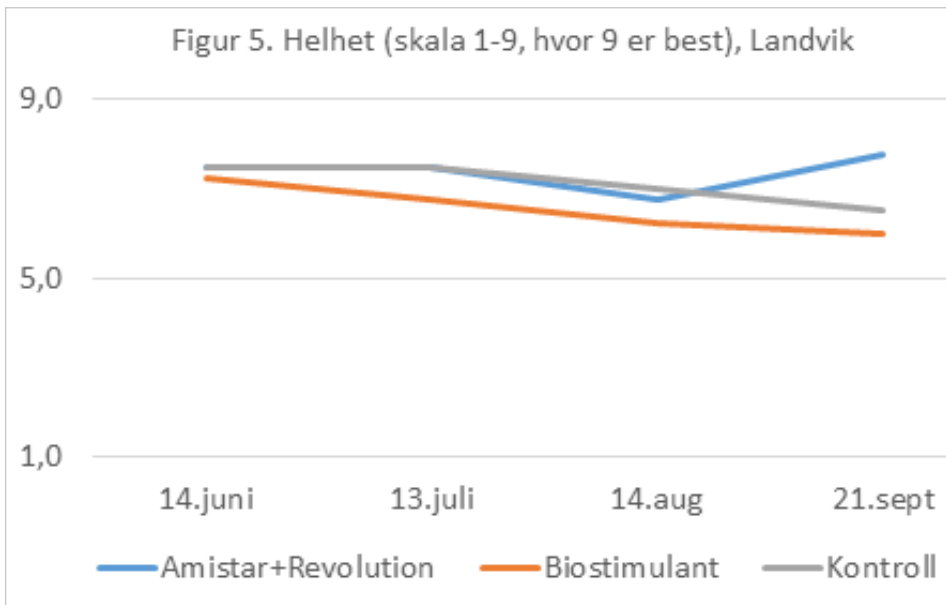
Vanlige arter er *Vascellu*, *Handkea* og *Lycoperdon* som ofte kalles for puff baller. Siden hekseringer hører til *Basidiomycota* danner de basidiosporer. Hos hattsopper dannes de under hatten. I følge Jennie Keighley kan man samle sporer på et ark med å drysse dem fra hatten, og fargen på sporer kan hjelpe ved soppenes identifikasjon. Når det gjelder puff baller så modnes sporer først, så kommer de ut gjennom sprekker i fruktlegemer. Fruktlegemer inneholder milliarder av sporer som spres med vinden.

## NGF og STERF prosjekt 2017 på hekseringer

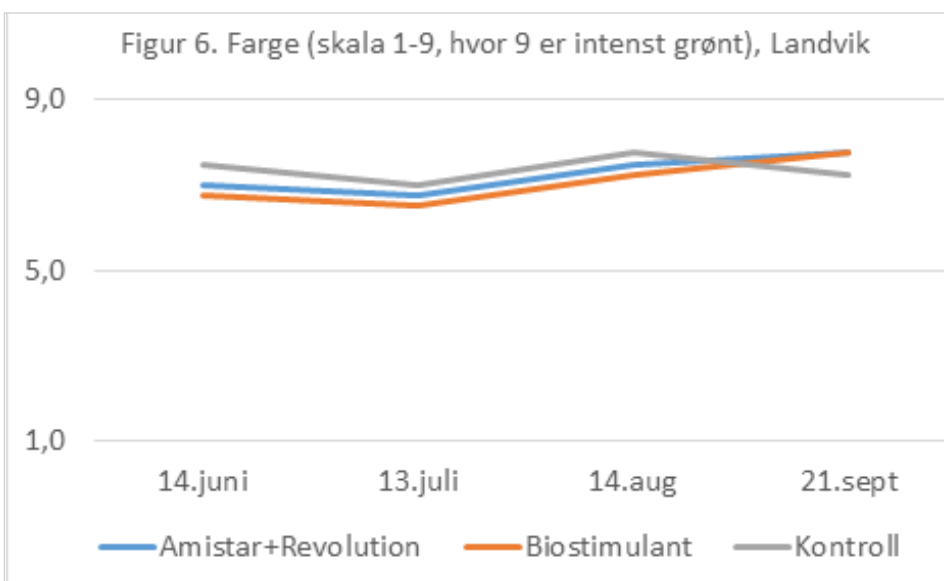
I Norge har hekseringer lenge blitt sett på som et kosmetisk problem, men de siste årene har vi i NIBIO fått flere spørsmål knyttet til flekker som reduserer spillekvalitet og dreper gresset på golf greener. På greener finner vi også oftere områder der filt brytes ned så effektivt at det blir groper i putteflaten som senere utvikles til tørkeflekker. Slike flekker blir av noen satt i sammenheng med økt bruk av mikrobiologiske preparater der sopp sporer introduseres på greenene for å skape et større mikrobi-

logisk mangfold, men vi har ikke sikre holdepunkter for dette. Vi kjenner heller ikke nøyaktig hvilke organismer det er snakk om.

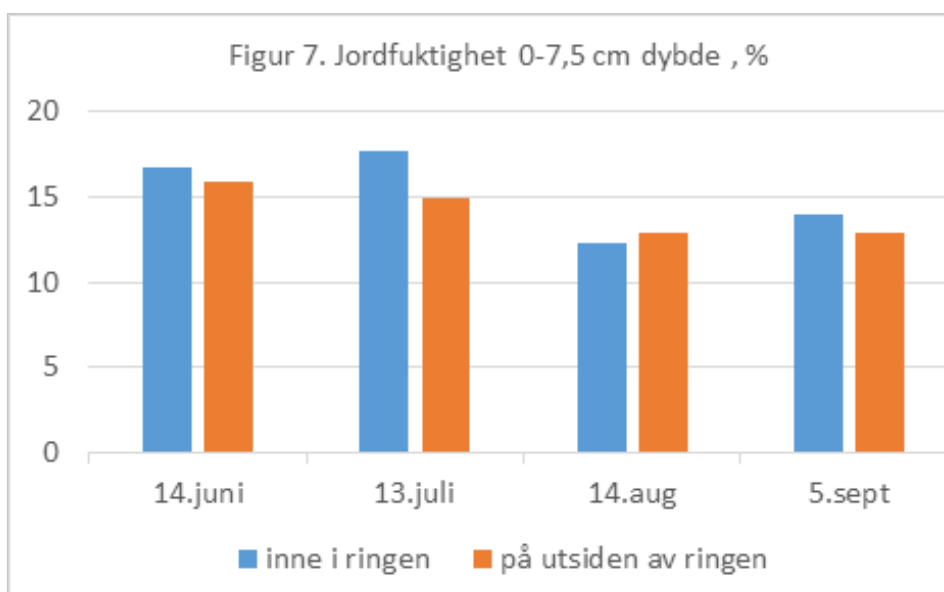
I 2016 finansierte Norges Golf forbund via STERF et prosjekt med fokus på bekjemping av hekseringer. Hos NIBIO Landvik gjenopførte vi et forsøk med hekseringer på en 10 år gammel USGA green med kryptkvein (blandning av Pennsorter og Declaration) i sommeren 2017.



Vi undersøkte effekten av en biostimulant (ble brukt 4 ganger: i juni, juli, august og september) og Amistar med vætemiddel Revolution (tilført kun den 15 juni) på størrelse av heksering, helhet, farge og jordfuktighet til 0-7,5 cm dybde. Fordi ringene vokste over ruter allerede i juli, det var ikke mulig å måle utviklingen på dem. Allikevel ble behandlingene gjennomført som planlagt og det var ikke store forskjeller i rutenes helhetsinntrykk og farge mellom behandlingene (Figure 5 og 6).



Fuktighet ble målt inne og utenfor ringen (utenfor forsøksruter). Kun i juli det var 2,7 % høyere fuktighet utenfor ringen enn inne den, ellers var forskjeller minimale (Figure 7).



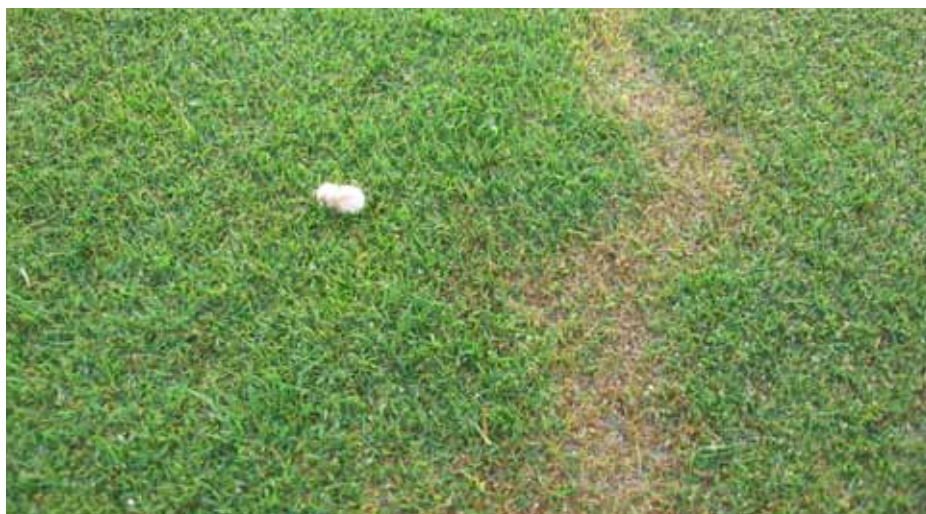


**Figure 8:** Type 2 heksering på Landvik ved start av forsøket i juli 2017. Bilde T. Espevig



**Figure 9:** Type 1 heksering på Landvik i august 2017 (samme ring som på Figure 8). Bilde T. Espevig

Gjennom sesongen utviklet ringene seg fra Type 2 (Figure 8) til Type 1 (Figure 9) og foreløpig tror vi at denne sopparten er *Bovista plumbea* (personlig kommunikasjon med M. Fidanza). Fruktlegemene kunne vi se i slutten av august (Figure 10).



**Figure 10:** Hattsopper fra ringen. Bilde T. Espevig

Prøven som ble tatt fra ringen lukket skog, filten var flere steder nedbrutt kraftig til den ble hvit, men noen steder hadde filten rødlig eller oransje farge (Figure 11). I motsetningen til beskrivelsen av *Bovista* arter under kapittel 'Identifikasjon' var mycelet synlig i filtlaget.

I det andre forsøket på en pushup sandgreen med krypkvein på Bjaavann ble effekten av samme biostimulant som ble brukt på Landvik sammenliknet med effekten av vætemiddel Revolution alene (Figure 12).

Begge midlene ble tilført den første uken i juli, august og september. I tillegg ble Revolution tilført på banen rutinemessig inkludert forsøksgreen. Denne greenen er generelt utsatt for uttørring pga perkoleringshastighet som er ca 1600 mm/time og som er minst 10 ganger høyere enn det som er vanlig.



**Figure 11:** Prøven fra selve hekseringen til venstre med lysere filt som ble brutt ned i større grad enn i prøven til høyre fra et sted utenfor ringen. Bilde T. Espevig



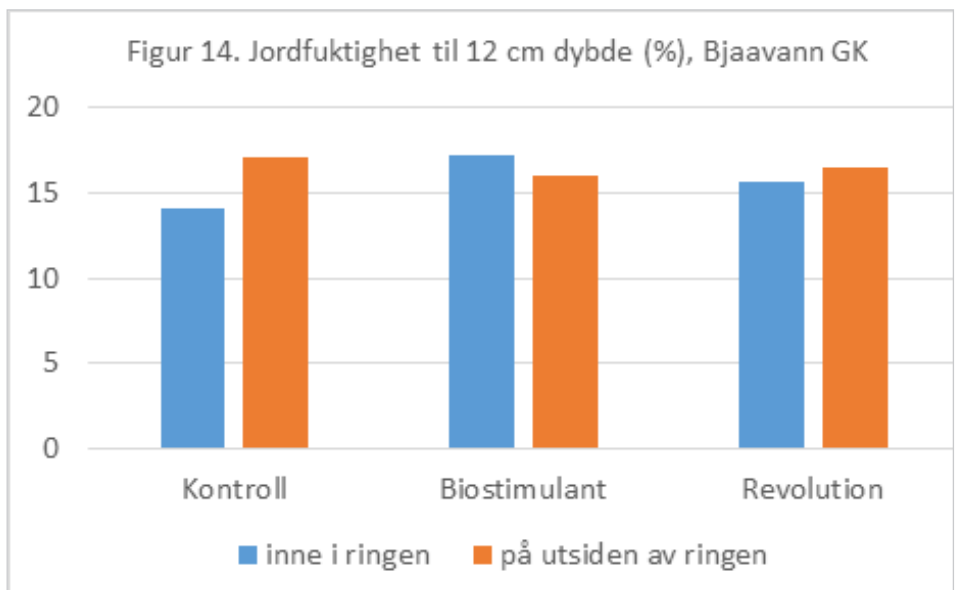
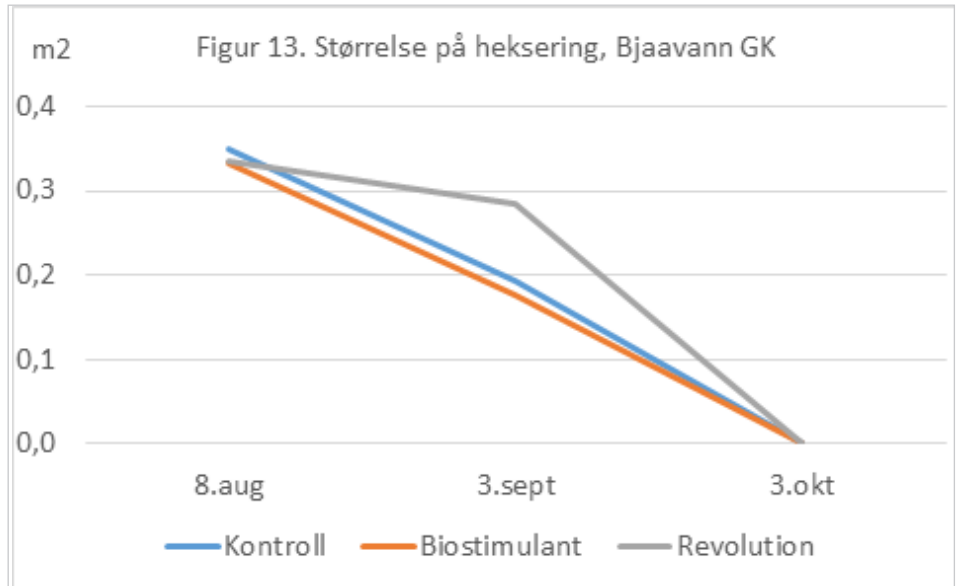
**Figure 12:** Hekseringforsøk på Bjaavann GK, 3.august 2017. Bilde T. Espevig

Hekseringene på Bjavann GK var kun Type 2 fra juni til august. Tidlig om våren og senere om høsten var ringene ikke synlige. Det ble ikke funnet noen fruktlegemer denne sommeren. Pga ringene var ikke synlige den 6. oktober, det ble gjort bare to registreringer av størrelse og fuktighet: den 8. august and 9. september. Det var to ringer som gikk gjennom hver rute. I gjennomsnitt for begge ringene gikk størrelsen på hekseringen ned fra august til september (Figure 13) og den reduksjonen gikk fortere på kontroll og biostimulant rutene enn på ruter som mottok Revolution fra august til september og motsatt fra september til oktober.

Fuktighet inne og på utsiden av ringene ble målt kun den 8. august. Tre prosent høyere fuktighet på utsiden av ringen enn inne i ringen ble funnet i kontroll ruter mens både Revolution og biostimulant behandling gav jevnere fuktighet inne og utenfor hekseringene (Figure 14).

Tilsvarende forsøk som på Bjaavann GK ble gjennomført i Gamle Fredrikstad GK der problemene ble definert som 'thatch kollapse'. I følge Agne Strøm så han ikke noe effekt av behandlingene (ble brukt samme behandlinger som på Bjaavann GK) på hekseringer så langt.

Små forskjeller mellom behandlingene som kan blant annet skyldes kort varighet. Forsøkene bør være mer langvarige (helst flere år), og tilførsel av biostimulant, fungicide og/eller Revolution bør kombineres med lufting for å få midlene lengre ned i rotsonen.





## Tiltak mot hekseringer

Vanlige tiltak er gjødsling, vanning, lufting og bruk av vættemidler men effektiviteten varierer i forhold til hvilken type hekseringer er. For hekseringer Type 1 har verken soppmidler eller vættemidler vist betydelig effekt mest sannsynlig fordi soppen ikke er inne i gresset. Ved hekseringer Type 1 kan lufting i kombinasjon med vanning påvirke utviklingen til hekseringer. Hovedproblemet med hekseringer Type 1 oppstår fordi jord blir vannavisende og det skilles ikke den tradisjonelle hydrofobisitet pga organiske forbindelser mellom sandkorn eller jordpartikler. Den hydrofobisitet skilles proteiner på overflaten av soppmycelet som er vannavisende. Mycelet kan få vannavisende egenskaper tidlig på våren og hos noen arter er den effekten størst i mai.

Jord hydrofobisitet pga utviklingen av vannavisende mycel er ikke den eneste årsaken til dødt gress hos hekseringer Type 1. *Marasimus* arter, for eksempel, frigjør hydrogen cyanid i rotsonen som kan være

giftig for røtene til gress (Blenis et al., 2004) noe som kan sammenliknes med at bakterier konverterer ammonium til nitrat noen ganger i mengder som kan også være giftige for gresset. I de tilfellene lufting og vanning tidlig i vekstsesong vil minske problemet.

Soppmidler har heller ikke effekt på hekseringer Type 2 som forårsakes av *Agaricus* arter. Et aktuelt tiltak her kan være noe ekstra gjødsling med nitrogen og eventuelt med jern som vil gjøre ringene mindre synlige.

Ved hekseringer Type 3 vil hattsopper som regel vokse over natten. Det beste er å ta de bort for hånd helst med jord under før klippingen slik at de ikke blir presset ned i filten.

Det er ingen tillate midler i Norge og i Norden mot hekseringer men det er interessant å vite at tidligere studier i USA viste at soppmidler kan redusere hekseringer hvis de vaskes ned i jord og hvis de brukes i kombinasjon med vættemidler (Fidanza, 2017).

Viktigste anbefaling er tilstrekkelig vanning tidlig om våren for å unngå uttørking på greener og riktig vanning gjennom hele vekstsesong. Mekanisk fjerning av infisert jord som er ganske arbeidskrevende kan også benyttes. Og i noen tilfeller kan man stanse utviklingen av hekseringer med å snu retning til soppenes vekst 180 ° slik at den treffer seg selv og slutter å vokse videre.

## Referanser

Blenis P. V., P.S. Chow, I. Duncan and N.R. Knowles. 2004. Cyanide levels near fairy rings affect the growth of grasses and fungi. *Can. J. Bot.* 82:1324-1329.

Fidanza M., F. Wong, B. Martin and S. McDonald. 2007. Treating fairy ring with fungicides, new soil surfactant. *GCM* 5:121-125.

Getzin S. et al. 2016. Discovery of fairy circles in Australia supports self-organization theory. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 113:3551-3556.

Keighley J. The epidemiology and integrated control of fairy rings on golf courses. PhD thesis, Harper Adams University College (2017)

Ruiz-Reynés D. et al. 2017. Fairy circle landscapes under the sea. *Science Advances* 3:e1603262.

Suzuki T. et al. 2016. The biosynthetic pathway of 2-azahypoxanthine in fairy-ring forming fungus. *Scientific Reports* 6:39087.

Tronsmo A. 2016. Hexringer. STERF Faktablad <http://www.sterf.org/Media/Get/2363/hekseringer-norsk-160516.pdf>

York C.A, Canaway P.M: Water repellent soils as they occur on UK Golf greens. *Journal of Hydrology* 231-232 (2000)



Hekseringer. Foto: M.Frisk