

## Fænologi og biologisk bekæmpelse af koglehalvmøllet

Hans Peter Ravn, Skov & Landskab, KVL  
Susanne Harding, Institut for Økologi, KVL

### Sammendrag

Projektet startede helt tilbage i juni 1998 og har omfattet:

- 1) Afdækning af artsforhold – hvilke arter optræder skadeligt i juletræsproduktionen i Danmark.
- 2) Fænologi – hvornår sker flyvning, æglægning mv.
- 3) Timing af bekæmpelse – afprøvning af varslingsredskaber
- 4) Afprøvning af alternative bekæmpelsesmidler

Alle dele blev påbegyndt fra projektstart i 1998. På grund af år med ringe forekomst af koglehalvmøl og vanskeligheder med at finde egnede forsøgsarealer blev projektet forlænget i adskillige omgange indtil afslutningen i 2006.

### Resultater og konklusioner

Ad 1: Af de arter, der kan forekomme herhjemme, er det udelukkende *Dioryctria abietella* (Denis & Schiffermüller, 1775), der er fundet på nobilis.

Ad 2: Det er blevet påvist, at flyvningen hovedsagelig finder sted i juli måned, men den kan strække sig over en lang periode. Dette er nyttig viden, da den hidtidige anbefaling har været plansprøjtning i juni.

Ad 3: Det er blevet påvist, at klækkefælder og feromonfælder ikke er velegnede som varslingsredskaber. Hvis det korrekte feromon identificeres, vil metoden kunne udvikles. Metoden med klækning af overvintrende individer kræver også yderligere udvikling. I øjeblikket er den eneste anvendelige monitoringsmetode registrering af flyveaktiviteten ved hjælp af lysfælde. Denne metode er dog ikke praksisvenlig. En varslingsmodel, der bygger på temperatursummer kræver yderligere udvikling..

Ad. 4: De gennemførte bekæmpelsesforsøg viser – deres mangler til trods – at pyrethroider må antages at have god effekt overfor koglehalvmøl. Erfaringsgrundlaget er dog endnu for spinkelt til en godkendelse. Midler, der baserer sig på *B.t.* eller *Dimilin* vil kræve præcis timing, og endelig konklusion kræver en styrkelse af erfaringsgrundlaget.

### Baggrund

Larven af koglehalvmøllet, *Dioryctria abietella*, udvikler sig i koglerne af forskellige nåletræer, specielt *Abies*- og *Picea*-arter. Ved højt populationsniveau og ved underskud af kogler angribes og mineres også nåletræernes skudakse. Disse angreb rammer især topskuddet.

Der havde op til projektstart i 1998 været et øget antal henvendelser fra erhvervet om problemer med forekomst af koglehalvmøl. Der er eksempler på, at mere end 1/3 af toppene i bl.a. nobiliskulturer er blevet dræbt af koglehalvmøllets larve, og også fra juletrækulturer af

nordmannsgran foreligger tilfælde af betydelige skader i form af ødelagte topskud. Tilsvarende problemer kendes fra *Picea*-kulturer.

Angreb af koglehalvmøl i frøavlsbevoksninger er velkendte, men også i forbindelse med podninger kan koglehalvmøllet være et stort problem. Det har vist sig, at i frøplantager af nordmannsgran til produktion af frø til juletræer har der efter højpodning forekommet massive angreb på de friske podninger. Omkostningerne forbundet med disse angreb og den efterfølgende efterbedring af podningerne er overordentlig store (figur 1).



Figur 1. Til venstre: Podninger i frøplantager har vist sig at være særligt udsatte for angreb af koglehalvmøl. Til højre: Den voksne sommerfugl har et vingefang på 12-15 mm.

Erfaringsvis optræder de største skader på skuddene i år efter god koglesætning. Populationen har opformeret sig i koglerne, og ved den efterfølgende mangel på kogler til larvernes udvikling angribes i stedet topskud. Der blev i 1997 konstateret betydelige angreb af koglehalvmøl både i kogler og skudakser (Harding & Ravn, 1998). Da der yderligere i 1998 kunne forventes usædvanlig omfattende koglesætning, blev projektet iværksat.

Artens biologi er kun dårligt kendt og ikke beskrevet for danske forhold. Desuden kan det ikke udelukkes, at andre *Dioryctria*-arter kan medvirke til skaderne. Fra finske undersøgelser vides det, at tre arter af *Dioryctria* dér kan angribe kogler af nåletræer (Annala, 1979).

Traditionelt foretages bekæmpelse af koglehalvmøl med bredspektrede pyrethroider. Effekten af denne bekæmpelse er imidlertid meget usikker, da den i øjeblikket foregår mere eller mindre i blinde. I værste fald skades de naturlige fjender i højere omfang end koglehalvmøllet. Desuden taler miljøsensyn for, at der findes mindre miljøbelastende bekæmpelsesmetoder. Ældre laboratorieundersøgelser fra Nordamerika har vist, at især de små larver af *Dioryctria amatella* - et fyrre-koglehalvmøl - er meget følsomme for *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) (McLeod et al. 1984). Nylige svenske forsøg har viste god effekt af *B.t.* på koglehalvmøl i en rødgran frøplantage (Weslien, 1998). *B.t.* er ikke afprøvet mod halvmøl under danske forhold, men vil være skånsomt overfor de naturlige fjender, hvoraf især parasitoider må antages at have stor betydning for reguleringen af koglehalvmøl populationer. Et kønsferomon er identificeret (Löfstedt et al. 1983) og findes kommercielt tilgængeligt. Feromon og feromonfælder har imidlertid ikke tidligere været afprøvet under vore forhold.

## Formål

Formålene med dette projekt har været:

- 1) at klarlægge hvilke *Dioryctria*-arter, der optræder som skadedyr i danske pyntegrøntkulturer og frøavlsbevoksninger til produktion af *Abies*-frø.
- 2) at undersøge fænologien hos *D. abietella* under danske forhold.
- 3) at afprøve og udvikle klækkefælder og feromonfælder som redskaber i et varslingsystem for optimering af bekæmpelse og evt. andre modforholdsregler overfor *D. abietella*.
- 4) at afprøve effektiviteten af *Bacillus thuringiensis* til bekæmpelse af *D. abietella* under danske forhold.
- 5) at følge og beskrive den aktuelle situation vedr. koglehalvmøl samt at formidle en løbende rådgivning til de danske juletræ- og klippegrøntproducenter.



Figur 2a og 2b. Klækkefælde, hvor dyr, der kommer op af jorden og søger mod lyset fanges af et sluse system i opsamlingsglasset. Fælden dækker 1/8 m<sup>2</sup>. Til højre en feromonfælde af Delta-typen. Feromonet ophænges inde i fælden og en limbund fanger de tiltrukne hanner.

## Gennemførelse af projektet

### Afdækning af artsforhold og fænologi

Voksne individer af *Dioryctria* er blevet indsamlet i klækkefælder, feromonfælder og lysfælder. Identifikationen af individerne er blevet kontrolleret af eksperter på Zoologisk Museum.

### Monitering og fænologi - afprøvning af varslingsredskaber

Der blev umiddelbart iværksat et omfattende program for monitering ved hjælp af 10 klækkefælder (figur 2a) og 4 feromonfælder (figur 2b) på 8 lokaliteter. På de 4 forekom begge typer af fælder: Degeberga (Sverige), Arboretet i Hørsholm, Rathlousdal ved Odder og Ulfborg statsskovdistrikt. På 4 forekom udelukkende feromonfælder: Buderupholm statsskovdistrikt, Vargårde skov ved Haderslev, Jægerspris skovdistrikt og Hasle (Bornholm).

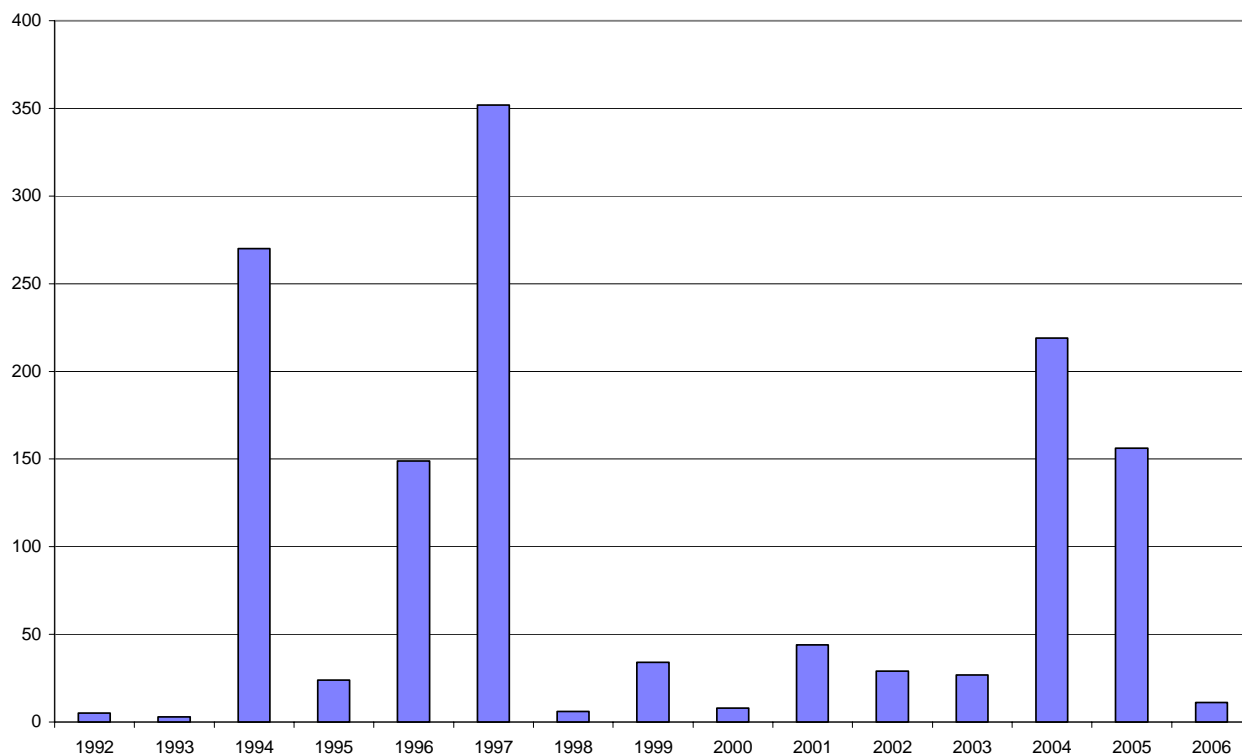
Forsøgsværterne blev anmodet om, fra midten af juni efter ugentlig optælling at indsende limbundene fra de fire feromonfælder samt fangsten i klækkefælderne til endelig

identificering. Dette skulle fortsætte til flyvningen afsluttedes. Larveudviklingen skulle følges ved ugentlig undersøgelse af kogler.

Da fangstresultaterne hurtigt viste sig at være uhyre beskedne, blev det aftalt med Zoologisk Museum, at resultaterne fra fangst i en lysfælde monteret på Museets tag kunne indgå i undersøgelsen. Det blev i 2005 undersøgt, om resultater fra lysfældefangster på Museet svarede til lysfældefangster på Arboretet, eller om der kunne være en tidsmæssig forskydning.

For at sammenligne fangsterne på taget af Zoologisk Museum på Østerbro i København med forholdene under mere realistiske omstændigheder, blev det besluttet at opstille en lysfælde i Arboretet i Hørsholm. Her var en del af de andre undersøgelser foregået. Lysfælden blev opsat i begyndelsen af juli 2005 og tømt ugentligt indtil udgangen af september.

Det er ligeledes (2005-2006) blevet undersøgt, om klækning af overvintrende larver, indsamlet på frølager, kan anvendes til vurdering af flyvetidspunkt og dermed af bekæmpelsestidspunktet.



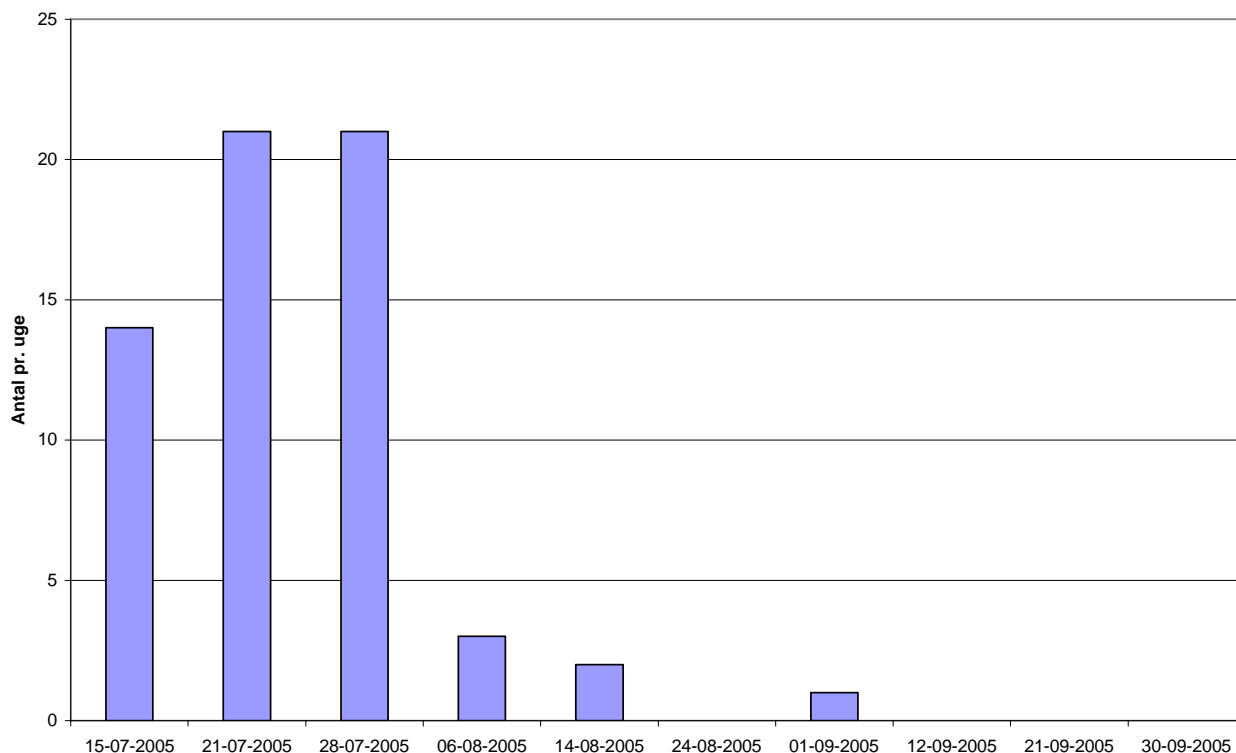
Figur 3. Fangst af koglehalvmøl i lysfælde på Zoologisk Museum. Opsummeret antal koglehalvmøl fanget pr. år.

### Resultater

Fangsterne var yderst beskedne. Der blev i perioden fra juni frem til oktober kun registreret 1 koglehalvmøl i én af de i alt 40 klækkefælder og 1 koglehalvmøl i én af de 32 feromonfælder. En kontakt til de forskere, der havde identificeret feromonet, bekræftede mistanken om, at dennes sammensætning ikke er helt identificeret. Når klækkefælderne gav så ringe et udbytte, må det skyldes, at tætheden af larver, der overvintrer i skovbunden er så ringe, at det vil kræve et

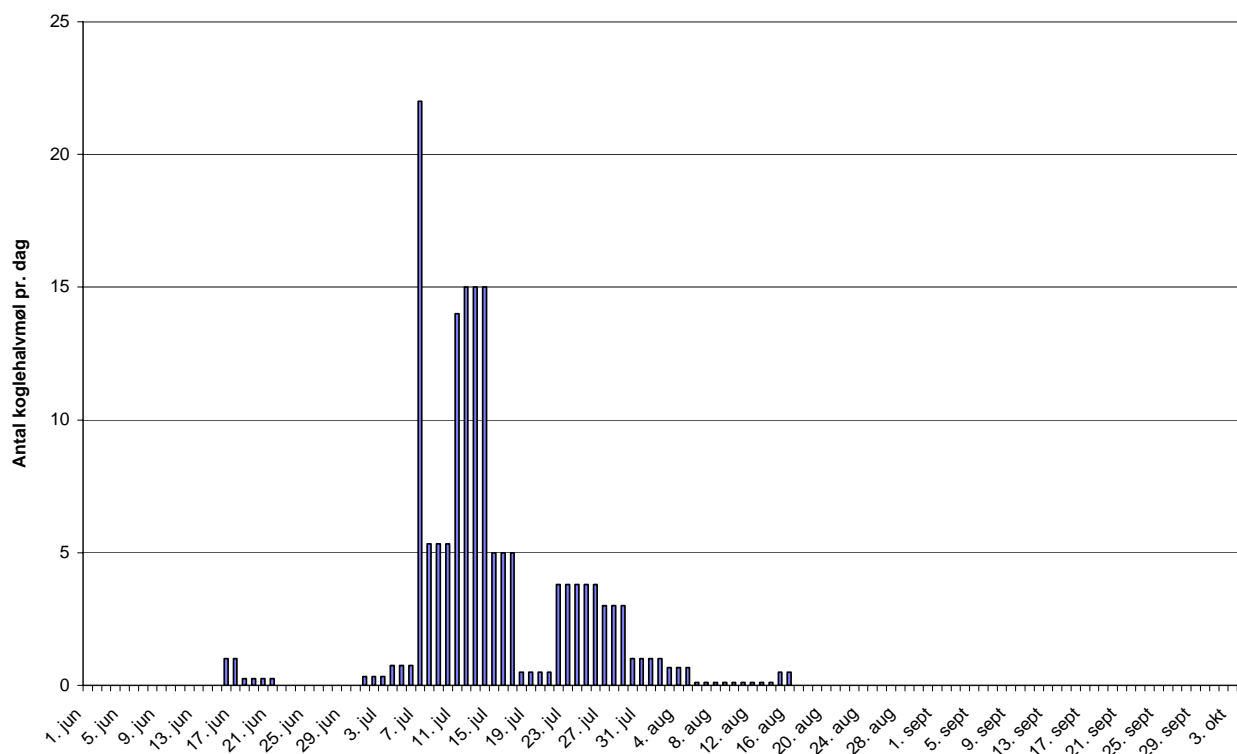
uforholdsmæssigt stort antal fælder at foretage en registrering på denne måde. Det blev derfor opgivet at fortsætte monitoringen i de efterfølgende år.

Diagrammet, figur 3, viser den årlige fangst af koglehalvmøl i lysfælden på Zoologisk Museum. Det ses, at 1998 var et år med ganske ringe forekomst af koglehalvmøl. Diagrammet viser desuden, at fangsterne i hele projektperioden 1998-2003 har ligget på et uhyre lavt niveau. Først i 2004 og 2005 registreres der en flyveaktivitet, som kommer i nærheden af niveauet i 1997.

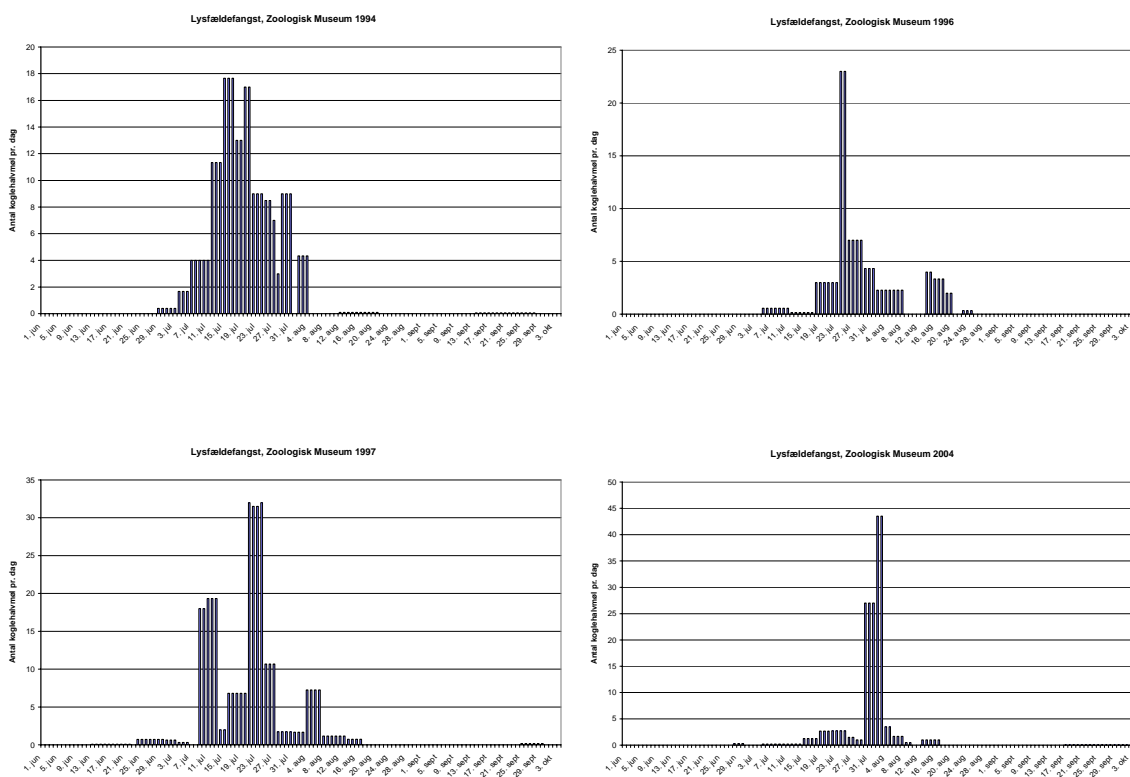


Figur 4. Fangst af koglehalvmøl i lysfælde på Arboretet, Hørsholm 2005. Fælden opsat 6. juli.

Der blev fanget i alt 62 *Dioryctria* spp. i lysfælden på Arboretet i 2005. Det drejede sig i alle tilfælde om arten *Dioryctria abietella*. Fangstens fordeling fremgår af figur 4. Det ses, at starten på flyvningen ikke er kommet med i denne registrering. Men når der sammenlignes med fangsten samme år i lysfælden på Zoologisk Museum (figur 5) ses, at flyvekurverne for den registrerede periode ikke adskiller sig væsentligt. Der er altså ikke tale om, at de koglehalvmøl, der fanges midt i byen har været undervejs fra en lokalitet uden for byen og derfor fanges med en forsinkelse. På figur 6 er vist en sammenstilling af fangsten per kalender dato af 1.337 individer af koglehalvmøl i lysfælden på Zoologisk museum i den periode registreringen har fundet sted (1992-2006). I diagrammerne figur 6-9 er fangsterne for årene med kraftigst flyveaktivitet – 1994, 1996, 1997 og 2004 præsenteret. Det fremgår, at selv om flyveaktivitet kan forekomme helt fra starten af juni til udgangen af september, finder den væsentligste del af flyvningen sted fra én uge ind i juli til én uge ind i august. Der er kun få afvigelser fra dette mønster.



Figur 5. Lysfældefangst, Zoologisk Museum 2005.



Figur 6-9. Lysfældefangster, Zoologisk Museum, 1994, 1996, 1997 og 2004. Disse år var alle år med kraftig flyveaktivitet af koglehalmøl – jævnfør figur 3.

## Timing af bekæmpelse og afprøvning af alternative bekæmpelsesmidler

### Bekæmpelsesforsøg

Der blev i 1998 gennemført et bekæmpelsesforsøg (pyrethroid og *Bacillus thuringiensis*) i *Abies procera* på Rathlousdal og i 2004 i *Abies koreana* på Arboretet (pyrethroid, dimilin og *B.t.*). I den mellemliggende periode har projektet afventet en gunstig situation for gennemførelse af bekæmpelsesforsøgene. Der har hvert år været efterlyst arealer med forekomst af koglehalvmøl, hvor den resterende del af projektet kunne gennemføres. Det har dog ikke lykkedes at finde velegnede forsøgsarealer. Fra Sverige foreligger enkelte resultater, som kan inddrages i en vurdering.

### Rathlousdal 1998

Der blev i forsommeren aftalt følgende forsøgsplan:

1: Ubehandlet

2: Sumi-Alpha, 0,8 l/ha; behandlet 2 gange: 8/7 og 24/7

3: Biobit WP, 3 kg/ha; behandlet 3 gange: 8/7, 17/7 og 3/8

Forsøgene blev udført med traktortågesprøjte og parallelt i 2 afd. (507 og 610). Da det på tidspunktet for forsøgsopgørelse blev antaget, at flyvningen og angrebsgraden var minimal - dette blev vurderet ud fra, at kogleplukkerne ikke havde bemærket angreb overhovedet - blev der dog kun udtaget kogleprøver fra afd. 507, og der blev kun fremsendt én sæk (100 liter) fra hvert af leddene 2 og 3.

Ved en omhyggelig gennemgang af koglerne i disse 2 sække i oktober måned blev antallet af larver og disses størrelse registreret for alle koglerne. Skadeopgørelsen gav dette resultat:

Behandling	Antal kogler optalt	Antal kogler uden angreb	Antal kogler med angreb	% angrebne kogler
Sumi-Alpha	95	59	36	38
Biobit	188	115	78	41

Selvom resultatet ikke lader sig statistisk behandle, kan det konkluderes:

- At angreb af koglehalvmøl kan være ret omfattende, uden at det er synligt for kogleplukkerne
- Der tilsyneladende ikke er den store effekt af nogen af behandlingerne

Det sidstnævnte forhold hænger antageligt sammen med at timingen for behandlingerne er vigtig. For 1998 har vi kun fangsttallene fra Zoologisk Museums lysfælde til at indikere flyvningen. Diagrammet viser, at flyvningen og dermed æglægningen hovedsagelig fandt sted 14.-24. juli, men at der også forekom flyvning midt i juni måned og i begyndelsen af juli. Dette ses også af de forskellige størrelser på larverne i oktober. Senere erfaringer fra Sverige har vist, at *B.t.* præparater for at virke, skal sprøjtes før koglerne lukker sig (Glynn & Weslien, 2004). Dvs. på et tidligere tidspunkt, end det er sket i dette tilfælde.

## Arboretet 2004

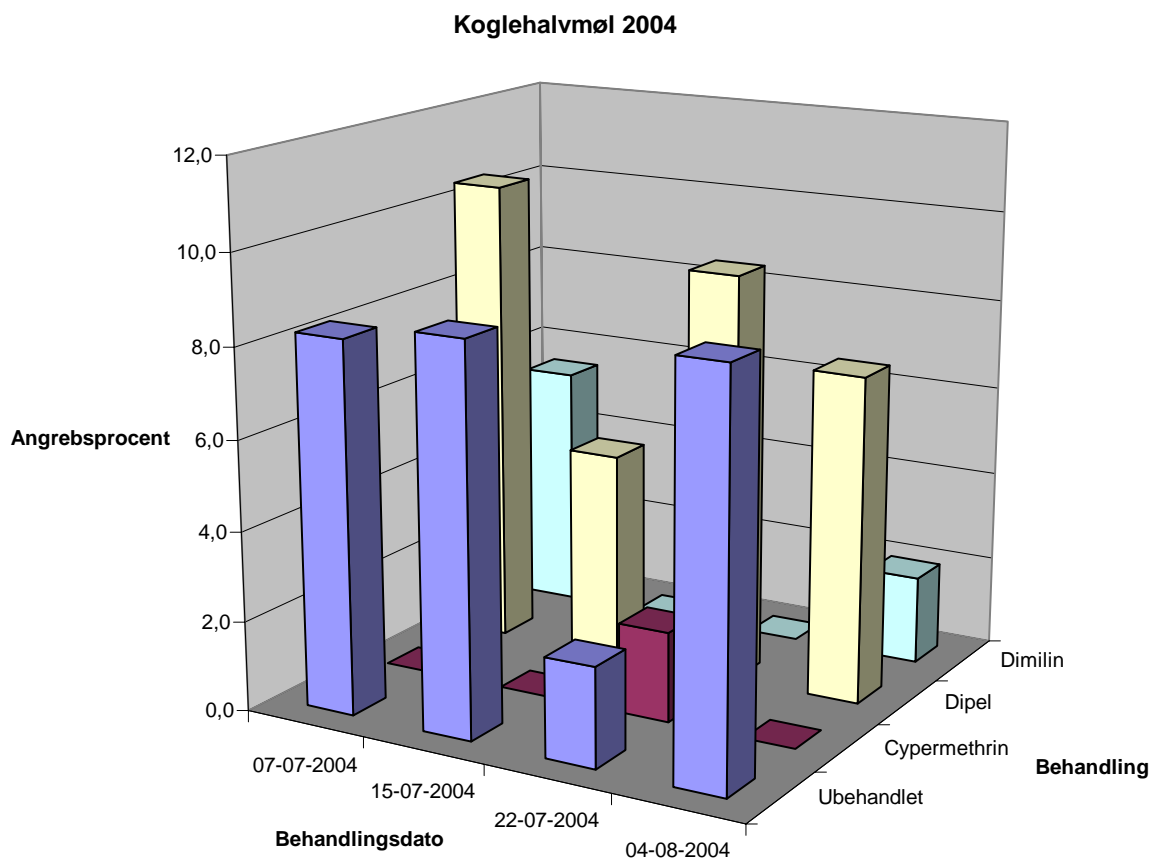
Efter en årrække, hvor det ikke havde vist sig muligt at finde egnede forsøgslokaliteter med *Abies procera*, blev det i 2004 besluttet at gennemføre et forsøg i *Abies koreana* på Arboretet. Denne træart producerer mange kogler, og de sidder i en bekvem højde.

Der blev anvendt følgende forsøgsplan:

- 1: Ubehandlet
- 2: IT-Cypermethrin, 1,5 % styrke
- 3: Dimilin 25 WP, 0,6 kg/ha
- 4: Dipel ES 0,1 % styrke

Forsøgsbehandlingen blev udført med en håndforstøver på 10 markerede grene, hver med 5-20 kogler. Behandlingen blev udført på 4 forskellige tidspunkter: 7/7, 15/7, 22/7 og 4/8.

6.-7. oktober blev koglerne plukket og 21. oktober blev angrebene på koglerne optalt. Af de 1.172 kogler blev der fundet angreb i 52 svarende til en gennemsnitlig angrebsprocent på 4,4. Den lave angrebsgrad og variationen i materialet tillader ikke en egentlig statistisk behandling, men fordelingen af angrebsprocenter på behandlingstidspunkt og middel ses på figur 10. Svenske undersøgelser har vist, at B.t.-behandling kan reducere andelen af angrebne kogler til halvdelen, men at effekten er svagere ved lave skadetryk, som i dette tilfælde (Rosenberg & Weslien, 2005).



Figur 10. Diagram over angrebsprocenter af larver af koglehalvmøl i forhold til bekæmpelsesmiddel og behandlingstidspunkt. Forsøget er udført på *Abies koreana* på Arboretet i Hørsholm 2004.

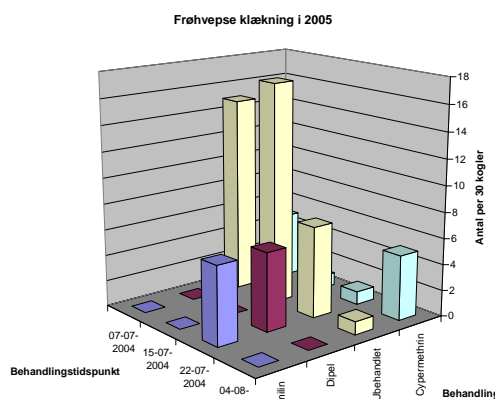


Larverne, der blev fundet i forsøget, blev alle identificeret som *D. abietella*.

Der blev kun fundet én larve i koglerne behandlet med IT-Cypermethrin. Når der sammenholdes med flyvediagrammet for 2004 (figur 9) ses, at flyvningen dette år var usædvanlig sen.

Sideresultater af bekæmpelsesforsøget 2004:

Efter optællingen af larverne i koglerne blev kogleresterne lagt på køl og det efterfølgende forår placeret under en klækkefælde idet hver behandling og behandlingstidspunkt blev holdt adskilt (figur 11). Der klækkede i alt 67 *Megastigmus*-individer fra de 16 klækkefælder. Fordelingen på frø fra kogler med forskellig behandling og behandlingstidspunkt er vist i diagrammet på figur 11. De fleste frøhvepse klækkede fra de ubehandlede kogler (40 i alt). Antagelig skal man dog være varsom med at lægge for meget i dette, da behandlingerne jo er foretaget uden på koglen på et tidspunkt, hvor frøhvepse-larven allerede var inde i frøet.



Figur 11. Klækning af frøhvepse 2005 fra kogler og frø, der indgik 2004-forsøget. Til venstre ses opstillingen på Arboretet og til højre antal frøhvepse, der klækkede fra frøene.

#### *Forsøg med afklaring af klækningens afhængighed af temperaturen*

I 2005 forekom der kraftig flyvning af koglehalvmøl, og ved koglehøsten og klængningen blev det opdaget, at der befandt sig mange larver i de høstede kogler (Poul Elgaard, pers. meddelelse)(figur 12). Der blev indsamlet ca. 100 larver og disse blev i starten af april måned placeret i petriskåle og fordelt i klimaskabe ved temperaturerne 7, 10, 12 og 15° C og en luftfugtighed, der skulle sikre mod udtørring (ca. 85 % RH). En del af prøverne blev til sammenligning placeret under udendørs forhold. Alle prøver blev med ca. ugentlige intervaller eftersat for, om der var foregået forpupning og klækning. Dette skete imidlertid ikke. Af uforklarlige årsager døde alle larverne uden at have forpuppet sig eller være klækket til voksne halvmøl. Fra omkring midten af maj viste der sig imidlertid en hel del frøhvepse, *Megastigmus pinus* Parfitt, 1857 i petriskålene. 26 individer i alt i de 88 petriskåle, heraf flest i klimaskabene ved de højeste temperaturer.



Figur 12. På Hedeselskabets skovfrøsektion, Tvilum, Faarvang blev man opmærksom på usædvanlig store forekomster af koglehalvmøl i efteråret 2005. Til venstre ses hvorledes de overvintrende larver har spundet deres overvintringskokoner fast til brædder i klængrummet. Til højre ses en frø-container hvorfra der kunne indsamles kokoner med overvintrende larver af koglehalvmøl.

Hvis man kan give larver og pupper de rette fugtigheds forhold for overlevelse mens de opbevares under naturlige temperaturforhold, ville man ved en observation af fremkomsten af de voksne halvmøl få en god indikation af hvornår på sæsonen de voksne halvmøl viser sig.

## Formidling

Under projektets forløb de første år modtog projektdeltagerne ugentlig tilbagemelding på deres og andres indberetninger. Delresultater fra projektet har været formidlet ved faglige temadage, i Korte meddelelser og som poster på Skov- & Landskabskonferencen. Denne rapport's vigtigste erfaringer vil desuden blive formidlet via fagpressen (Nåledrys og Videnblade mv.).

## Perspektiver

SamNordisk Skogforskning er pr. 1. september 2006 søgt om støtte til en nordisk netværksaktivitet vedrørende kogleinsekter i Norden. Det er håbet, at hvis dette samarbejde kommer i gang, vil det resultere i et egentlig projektsamarbejde hvori kan indgå et dansk bidrag vedrørende *Abies*-frøproduktion. Indledningsvis vil dette projekts resultater indgå en sammenskrivning af nordiske erfaringer.

## Erkendtlighed

Tak til de tålmodige forsøgsværter for fældepasning mv.:

Gunnar Göthner, Norrlia, Degeberga, Sverige;

Arboretet, Hørsholm

Verner Lauritsen, Rathlousdal ved Odder

Anne Livbjerg Hansen / Vagn Kristensen, Ulfborg statsskovdistrikt

Jens Erik Nielsen, Buderupholm statsskovdistrikt

Lene Josiasen / Poul Rasmussen, Vargårde skov, Sdr. Stenderup ved Haderslev

Jan P. Andersen, Jægerspris skovdistrikt

Børge Karlsen, Kaggård, Hasle, Bornholm

Tak til Konservator Ole Karsholt for at stille data fra Zoologisk Museums lysfældefangster til

rådighed for projektet samt for at identificere de fangede koglehalvmøl. Tak til Thorkild Munk for

identifikation af de fundne frøhvæpse. Tak Mads Brinck Møller, Thomas Lisborg, Charlotte Nielsen og Christine Kastrup for assistance med pasning af fælder og undersøgelse af kogler mv. Tak til PAF for økonomisk støtte til projektet.

## Litteratur

Annala, E., 1979. The life cycles of the cone-infesting *Dioryctria* species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. *Notulae Entomologicae* 59:69-74.

Glynn, C. & J. Weslien, 2004. *Bacillus thuringiensis* variety *aizawai* X *kurstaki* Applied to Spruce Flowers Reduced *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) Infestation without Affecting Seed Quality. *J. Econ. Entomol.* 97(6):1836-1841.

Harding, S & H.P. Ravn, 1998. Skovbrugets skadedyr 1997, Skoven 4, 165-167.

Löfstedt, C., J.N.C. van der Pers & J. Löfqvist, 1983. Sex pheromone of the cone pyralid *Dioryctria abietella*. *Entomol. Exp. et Applic.* 34(1):20-26.

McLeod, P.J., W.C. Yearian & Y. Young, 1982. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* against the southern pine coneworm, *Dioryctria amatella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.* 11: 1305-1306.

Rosenberg, O. & J. Weslien, 2005. Assessment of Cone-Damaging Insects in a Swedish Spruce Seed Orchard and the Efficacy of Large-Scale Application of *Bacillus thuringiensis* variety *aizawai* X *kurstaki* Against Lepidopterans. *J. Econ. Entomol.* 98(2):402-408.

Weslien, J, 1998. Biological control of the spruce coneworm *Dioryctria abietella*: Spraying with *Bacillus thuringiensis* reduced damage in a seed orchard. (submitted).