

KONGLE- OG FRØINSEKTER I GRAN
(*Picea abies* (L.) Karst.)

CONE AND SEED INSECTS OF NORWAY SPRUCE (*Picea abies* (L.) Karst.)

SAKIB KIŠIJA

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2008





Skjema for bibliotekside – MASTEROPPGAVE

Tittel: Kongle- og frøinsekter i gran (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) Title: Cone and seed insects in Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	Identifikasjon/datering:
Forfatter: SAKIB KIŠIJA	
Abstract (norsk): Forekomst av kongle- og frøinsekter i gran fra tre regioner i Sør-Norge er analysert for perioden 1968-2006 ut fra Skogfrøverkets arkiv av røntgenbilder av frøprøver samt inspeksjonsrapporter fra kongleprøver. Høyere temperaturer, særlig i de siste 20 årene, har trolig medvirket til hyppigere kongleår på gran. Kongleglansvikleren har forekommet i mindre omfang i de siste årene som er blitt varmere i snitt, mens granfrøgallmygg har forekommet i større omfang i de siste årene. En tredje frøinsekt i gran, granfrøvepsen, er for første gang registrert fra røntgenbilder i Sør-Norge fra 1980 og fremover. Kongle- og frøinsekter kan i visse år gjøre store skader. I snitt for hele tidsserien hadde 34 % av kongleprøvene betydelige skader av kongleglansvikler, 15 % av grankonglegallmygg, 5 % av grankongleflue, 3 % av granfrøgallmygg, og 2,2 % av grankonglepyralide.	
Abstract (engelsk): The occurrence of cone and seed insects in Norway spruce cones in three regions of Southern Norway was analysed for the period 1968-2006, using x-ray photographs of seed samples and inspection reports of cone samples from the archives of the Norwegian Forest Seed Authority. Higher temperatures, particularly during the last 20 years, have probably increased the frequency of years with good cone crops. The spruce seed moth occurred less frequently in the seed samples in the last years than earlier in the 39-year time series. This insect is described in the literature as an insect which prefers colder climate. The spruce seed midge in contrast occurred more frequently in recent years than earlier. It is described as an insect which prefers a warmer climate. In addition to these two insects the spruce seed chalcid was also detected in x-ray pictures. It has not been studied in Norway before, but was found in some samples from 1980 and onwards, and appeared to be more frequent in warmer areas and lower altitudes. Cone and seed insects can destroy a large proportion of the cone crop. The average proportion of cone samples with considerable damage by the spruce seed moth was 34 % for the whole 39-year period. Corresponding figures for the spruce cone midge was 15 %, 5 % for spruce cone fly 3 % for the spruce seed midge, and 2,2 % for the spruce cone pyralid.	
Emneord på norsk: Kongleglansvikler Granfrøgallmygg Granfrøveps Klima	Emneord på engelsk: Spruce seed moth Spruce seed midge Spruce seed chalcid Climate

Forord

Jeg har med stor interesse valgt kongle- og frøinsekter i gran (*Picea abies* (L.) Karst.) som tema for min masteroppgave ved Instituttet for naturforvaltning (INA), UMB.

Mitt ønske med dette studiet er å bidra til mer kunnskap om skadegjørere i grankongler og granfrø. Dette temaet passer også bra med min tidligere utdanning fra skogbruksfakultetet ved Universitetet i Sarajevo, hvor jeg leverte min diplomoppgave om skogenes helsetilstand i Øvre Vrbaselva skogdistrikt i sentral-Bosnia (Kišija 1991).

Jeg takker Paal Krokene som er seniorforsker ved Norsk institutt for skog og landskap samt professor II ved INA, og Bjørn Økland, seniorforsker ved Norsk institutt for skog og landskap, for veiledning under oppgaven.

Jeg startet med innsamling og registrering av data om skadeinsekter i grankongler og -frø, og tilgang og mengde av de samme, sommeren 2007 ved Stiftelsen Det norske skogfrøverk på Hamar. I tillegg til økonomisk støtte fra Skogfrøverket, har jeg også fått en vennlig mottakelse, god hjelp og effektiv assistanse av alle ansatte, men aller mest fra daglig leder Øyvind Meland Edvardsen, Heidi Røsok Bye, Ragnar Johnskås og tidligere daglig leder Ingvar Fystro. Jeg er takknemlig for det og håper at resultatene fra mitt arbeid blir nyttige for Skogfrøverket. Takk til Margrethe Halsan som har lest i gjennom oppgaven.

Som deltaker på et møte i en nordisk gruppe for kongle- og frøinsekter i Finland, 21.-23. november 2007, fikk jeg en nyttig fordypning i problematikken rundt kongleinsekter. Under dette møtet presenterte jeg foreløpige resultater fra min undersøkelse. Jeg vil takke alle deltakerne på møtet for deres faglige bidrag rundt min oppgave.

Mange takk også til forsker Øyvind Nordli ved Meteorologisk institutt for at jeg fikk lov til å bruke hans historiske klimadata for Norge i min oppgave. Jeg vil også takke alle de andre bidragsytere, både de kjente og ukjente, som hver på sin måte i form av litteratur, informasjon, verktøy, og annet har bidratt til at mitt arbeid med masteroppgaven ble faglig foranket.

Ås, 15. mai 2008.

av Sakib Kišija _____

Underskrift

Innhold

Forord	1
Innhold	2
Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	5
2 Materialer og metoder	8
2.1 Gran (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	8
2.2 Grankongler og granfrø	9
2.3 Granfrøplantasjer i Norge	10
2.4 Skadegjørere på grankongler og granfrø	10
2.4.1 Skadegjørere som kan registreres ved hjelp av røntgenanalyser	11
2.4.1.1 Kongleglansvikler (tidl. grankonglevikler) (<i>Cydia strobilella</i> (L.))	11
2.4.1.2 Granfrøgallmygg (<i>Plemeliella abietina</i> (Seitn.))	13
2.4.1.3 Granfrøveps (<i>Megastigmus strobilobius</i> (Ratz.))	14
2.5 Forsøksmaterialet	15
2.5.1 Innsamling og bearbeiding av frø- og kongleprøver	15
2.6 Metodikk for røntgenfotografering	16
2.7 Bestemmelse av skadeinsekter på granfrø ut fra røntgenbilder	16
2.8 Regioner, høydelag og sankeområder	18
3 Resultater	21
3.1 Presentasjon av datamateriale	21
3.1.1 Kort oversikt totalt	21
3.1.2 Oversikt – frøprøver, regioner og høydelag	21
3.1.3 Oversikt - kongletilgang, frøprøver og undersøkt frø	22
3.1.4 Oversikt – undersøkte frøprøver i alt	24
3.2 Insekter fra røntgenanalyser av frøprøver	25
3.2.1 Forekomst av arter over tid	25
3.2.2 Forekomst per regioner og høydelag	28
3.3 Insekter og sopper etter kongleanalyse	31
3.3.1 Totale fordelinger i kongleanalysedata	31
3.3.2 Fordeling av kongleinsekter i gran per tid	31
3.3.3 Fordelinger av kongle- og frøinsekter og sopper i kongleprøver per høydelag	32
3.3.4 Fordeling av kongle- og frøinsekter og sopper i kongleprøver per regioner	34
3.4 Korrelasjon mellom skadegjørere	35
3.5 Hyppighet av gode kongleår	36
3.6 Klima - temperatur	37
4 Diskusjon	39
5 Konklusjon	43
6 Referanser	45
Vedlegg 1 – Sankeområder for skogfrø	48
Vedlegg 2 – Analysekort av grankongler	49
Vedlegg 3 – Kongletilgangsskjemaer (blomstrings- og konglesettingsskjemaer)	50
Vedlegg 4 – Konglemengderapporter	51
Vedlegg 5 – Skadegjørere i grankongler og -frø, veiledning	54

Sammendrag

Granplantene som brukes i foryngelsen kommer i dag i stor grad fra frøplantasjer med foredlete plusstrær. Flere erfaringer, særlig i de siste årene, har vist at skadeinsekter og sopper kan utgjøre en trussel mot tilgangen på frø. Et eksempel er i 1990 da en stor andel av grankonglene var ødelagt av insekter og sopp (Edvardsen 2005). Dette skjedde året etter et godt frøår.

Min undersøkelse tar for seg forekomst av kongle- og frøinsekter i gran over en serie på 39 år, fra og med 1968 til og med 2006. Datamaterialet kommer fra Skogfrøverket på Hamar, der jeg har analysert både kongleanalysekort (omtalt i fortsettelsen som kongleprøver) og røntgenbilder av frø (frøprøver) som har blitt samlet inn i forbindelse med konglesanking. Kongleprøvene viser at insekter som lever av kongler (heretter kalt for kongleinsekter) enten alene eller sammen med insekter som lever av frø (heretter kalt for frøinsekter), og spesielt i kombinasjon med sopp, i visse år kan ødelegge opp til 80 % av innsamlet granfrø (Figur 11).

Kongleglansvikler (*Cydia strobilella* (L.)) er et granfrøinsekt som forekommer færre ganger i frøprøve i de senere åra enn tidligere. Dette insektet er i litteraturen beskrevet som et insekt som foretrekker kaldere klima. Granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.)), i motsetning, har forekommet oftere i frøprøver i de senere åra enn tidligere. I tilgjengelig litteratur er gallmyggen beskrevet som et insekt som foretrekker varmere klima.

I tillegg til de to ovennevnte insekter, finnes det på røntgenbilder av granfrø et tredje frøinsekt granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) som ikke er undersøkt i Norge tidligere. Denne arten ble funnet på noen få røntgenbilder fra 1980 og fremover, og ser ut til å være hyppigere til stede i varmere områder og lavere høydelag.

Det er dokumentert en gjennomsnittelig økning i årlig middels lufttemperatur på Østlandet på 1,2 °C de siste 110 år (siden målingene fra 1898 til i dag) (Nordli 2008 a). Det har selvfølgelig vært svingninger med varmere og kjøligere perioder i denne perioden, men særlig i de siste tiårene har temperaturen vært økende. Dette har sannsynligvis medvirket til hyppigere år med god produksjon av grankongler (såkalte grankongleår) enn som det var tilfelle tidligere.

Denne oppgaven gir et bedre grunnlag for å si noe om den relative betydningen av ulike skadegjørere i grankongler og –frø i Sør-Norge. Resultatene kan ha praktisk nytte for kontroll av disse insektene. Resultatene antyder også at klimaendringer allerede er i ferd med å endre utbredelsen og forekomsten av viktige skadeinsekter på grankongler og -frø i Sør-Norge.

Summary

Most of the Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plants that are used in Norway today come from seed orchards with selected plus trees. Experiences in recent years show that damage by insects and fungi can seriously threaten seed crops. One example is the year 1990 when most of the spruce cones were destroyed by insects and fungi (Edwardsen 2005). This happened a year after a good seed year. Results presented in this thesis show that cone insects alone or together with seed insects and fungal diseases, can destroy up to 80 % of collected spruce seeds in some years (Figur 11).

This investigation describes seed and cone damage by insects over a 39 year time period, from 1968 to 2006 in three regions in Southern Norway. The data material comes from the archives of the Norwegian Seed Authority (Skogfrøverket) at Hamar.

The spruce seed moth (*Cydia strobilella* (L.)) occurs less frequently in the seed samples in the last years than earlier in the 39-year time series. This insect is described in the literature as an insect which prefers colder climate. The spruce seed midge (*Plemeliella abietina* (Seitn.)), in contrast, occurs more frequently in recent years than earlier. It is described as an insect which prefers a warmer climate.

In addition to the two above mentioned insects the spruce seed chalcid (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) was also detected in the x-ray pictures. It has not been studied in Norway before, but was found in some samples from 1980 and onwards, and was more frequent in warmer areas and lower altitudes.

Mean daily temperatures in Eastern Norway have increased 1.2 °C over the last 110 years (Nordli 2008 a). There were of course been oscillations with warmer and colder periods during this period, but particularly in recent decades there has been a warming trend. This has probably contributed to more frequent cone crops than earlier, which in turn have affected cone and seed insects.

This thesis provides more detailed data on the relative importance of different seed and cone insects on spruce in Southern Norway. The results may have practical benefits for control of those insects. The results also indicate that climate change may already begin to affect the occurrence and distribution of seed and cone insects in Southern Norway.

1 Innledning

Gran (*Picea abies* (L.) Karst.) er det viktigste og mest utbredte treslag i Norge. Skadeinsekter som angriper grankongler og -frø har vært tema for en rekke publikasjoner. Tidligere seniorforsker ved Norsk institutt for skog og landskap og professor ved Norges Landbrukshøgskole Alf Bakke er en av de første i Norge og sannsynligvis også i Europa som har foretatt en omfattende og grunnleggende forskning av kongle- og frøinsekter i gran (Bakke 1953; 1963; 1969). Mange har hatt stort utbytte av hans arbeidet både her i landet og internasjonalt. Andre sentrale bidrag fra Norden er Wiersma (1979) og Annila (1981). Forskere fra Europa for øvrig som har publisert kjente verk om kongleinsekter, blant andre, er; Roques (1983), Skrzypczyńska (1986) og Seifert (2000). I Norge har det imidlertid ikke vært gjort systematiske studier av skadegjørere i grankongler og -frø siden Bakkes arbeider på 1950- og 60-tallet. Den informasjon vi har om betydningen av ulike skadeinsekter fra år til år og mellom regioner er mangelfull. Særlig kunnskap og forskning på skadeinsekter i granfrøplantasjer i Norge er manglevare (Edwardsen 2005).

Erfaringer tilsier at ulike skadeinsekter i kongler kan ødelegge mye av frøproduksjonen hos gran og dermed redusere frøtilgangen. Et eksempel på en insektart som ikke er lett å rense bort er granfrøgallmygg (*Plemelliella abietina* (Seitn.)). Insektskader gjør at frøenes spireevne blir mindre og kvaliteten på frøet blir dårligere. Kongleplukkere får dessuten redusert prestasjon fordi de må bruke tid på å unngå skadde kongler. For eksempel, viser resultater fra en undersøkelse av kongle og frøinsekter i gran i Finland at de totale prosenter av frø som er ødelagt av insekter varierte fra 24,4 % i 1978 til 65,3 % i 1975 (Annila 1981). Etter et godt frøår i 2002 planla Det norske skogfrøverk å sanke ca 170 tonn med grankongler. Av det planlagte volumet ble mindre enn 4,5 tonn med grankongler innlevert. Det skyldes at en stor andel av grankonglene var ødelagt av insekter og sopp (Edwardsen 2005). Slike omfattende skader kan skape problemer for frøtilgangen til planteskolene som produserer granplanter for skogbruket. Tilstedeværelse av skadegjørere i kongleleveranser medførte også tilleggskostnader for Skogfrøverket fordi prøvene krever en egen håndtering. I tillegg til skadeinsektene blir problemene med frøtilgangen ytterligere forsterket av granas periodiske kongleproduksjon (vekselbæring), som gjør at det kan gå lang tid mellom de gode frøårene. I Sør-Norge forekommer gode frøår med 3-4 års mellomrom, og i Trøndelag med opp til 8-10 års mellomrom (Børset 1985; Fystro 1962; 1993).

Det er flere grunner til at mer kunnskap om skadegjørere i frø er viktig. Dagens kulturskogbruk som produserer planter fra innsamlet frø ønsker uskadde frø med høy genetisk kvalitet for å ha lavest mulige kostnader. Undersøkelser viser at norske skogeiere kan regne med en økt virkesproduksjon på ca 10 % ved bruk av granfrø fra frøplantasjer (Skogfrøverket 2008 a) og bruken av slikt foredlet frø er derfor stor og kraftig økende. I dag kommer mesteparten av frøene som brukes fra frøplantasjer (i 2007 var andelen ca 60 %) og i 2008 er det planlagt å sanke ca 70 – 80 % frø fra frøplantasjer (Edwardsen pers.medd. 2008). Neste skritt er å etablere nye frøplantasjer av andre generasjon, basert på genotyper som er blitt genetisk testet og som har viktige egenskaper som klimatilpasning, vekst og vedkvalitet (Norsk Genressurssenter 2008). Avkom fra slike plantasjer vil gi ytterligere produksjonsfordeler i forhold til første generasjons plantasjer. I Norge finnes det i dag nærmere 20 første generasjons granfrøplantasjer som gir frø til ulike deler av landet og forskjellige høydelag. En frøplantasje har et begrenset antall trær som det kan sankes kongler fra og frøproduksjon på slike arealer blir dermed mer sårbar for insektskader enn ved sanking i vanlige skogbestand. Under større insektskader i kongler og frø i en granskog kan det ved sanking velges et bestand med uskadet frø. Bedre kunnskap om granfrøinsektene vil komme Skogfrøverket, planteskolene og hele skogbruket i Norge til nytte. Dette kan blant annet innebære en sikrere frøforsyning og en bedre utnyttelse av frøplantasjer som produserer foredlet frø med gunstige egenskaper

Ønsket om bedre kunnskap om frøinsektene er særlig motivert av at vi vet lite om hvordan et fremtidig klima vil påvirke forholdet mellom frøskadegjørere og frøproduksjon. I Stortingsmelding nummer 34 for år 2006-2007 om norsk klimapolitikk finner vi noen av de overordnede retningslinjer om de offentlige mål som er relatert til skadeinsekter i kongler og frø, klima og frøavl (Miljøverndepartementet 2006). Regjeringen ønsker her å styrke satsingen på klimarelatert forskning i årene framover som en del av regjeringens forskningspolitikk. Også Stortingsproposisjoner nummer 1 fra Landbruks- og matdepartementet for år 2007-2008 forteller at bruk av rett frø er viktig og at det er behov for forskning på effekter av klimaendringer på skogfrøforsyningen (s.85-86), og at det skal sikres trygg forsyning av foredlete frø (s. 102) (Landbruks- og matdepartementet 2007). Forskjellige aspekter ved temperaturforhold og kongleinsekter har vært studert også under norske forhold. For eksempel har Bakke (1971) funnet at andel av kongleglansviklerlarver i forlenget diapause er korrelert med høydelag, trolig på grunn av klimatiske forskjeller

Bedre kunnskap om utbredelse og forekomst av kongleinsekter i Norge gir dessuten et viktig grunnlag om det skulle komme inn nye fremmede kongle- og frøinsekter i den norske

faunaen. Også forhold relatert til overvåkning av de viktige skadeinsekter på grankongler og granfrø samt mottiltak mot disse vil ha nytte av slike resultater.

Min oppgave startet sommeren 2007 med å tilrettelegge data om skadeinsekter fra røntgenanalyser (ut fra røntgenbilder av granfrø) og kongleanalyser (ut fra analysekort av grankongler) for tre utvalgte regioner i Sør-Norge. Det norske skogfrøverk sitter med en lang tidsserie om kongle- og frøinsekter i gran. Dette er unikt fordi det hadde et sentralt frøforsyningsansvar i lang tid. I dag blir hele landet forsynt med frø fra Skogfrøverket.

Hovedmålet med oppgaven er å beskrive forekomsten av kongle- og frøinsekter i gran i ulike regioner i Sør-Norge for perioden fra 1968 til 2006. Datagrunnlaget er det norske skogfrøverket sitt omfattende datamateriale om kongle- og frøinsekter i gran. Dette materialet omfatter røntgenbilder av granfrø samt analysekort for kongleprøver, og er unikt fordi Skogfrøverket har hatt det sentrale ansvaret for frøforsyningen i Norge i lang tid. Jeg undersøker om noen av arter er vanligere i visse regioner og høydelag i løpet av tidsserien, samt hvordan kongletilgang og faktorer som påvirker kongletilgang har vært i denne perioden. Videre blir resultatene om insektforekomster satt i sammenheng med klimatiske trender (Nordli 2008 a).

2 Materialer og metoder

Hovedmaterialet for denne undersøkelsen har vært røntgenbilder av granfrø (heretter kalt for røntgenanalyse) og analysekort av grankongler (heretter kalt for kongleanalyse).

Skogfrøverket har i sitt arkiv omtrent 4200 frøprøver av gran, der hver prøve består av to røntgenbilder à 100 frø. I alt har jeg registrert skadeinsekter i grankongler og -frø fra 739 frøprøver ut fra røntgenbilder og 864 kongleprøver fra kongleanalysekort. Disse er fordelt over en tidsserie på 39 år og kommer fra tre regioner langs en nord-sør akse i Sør-Norge. Mitt materiale tilsvarende omtrent 17 % av det totale antall frøprøver av gran som finnes arkivert. Tre frøinsekter i gran har blitt registrert ut fra røntgenbilder: Granfrøgallmygg (*Plemelliella abietina* (Seitn.)); kongleglansvikler (*Cydia strobillela* (L.)) og granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)). Ni kongle-, frøinsekter og sopper har blitt registrert under kongleanalyser av analysekort: Grankonglegallmygg (*Kaltenbachiola strobi* (Winn.)); grankonglepyralide (*Dioryctria abietella* (Den. et Schiff.)); grankongleflue (*Hylemya anthraciana* (Czerny.)); stor kongledvergmåler (*Eupithecia abietaria* (Ratz.)); liten kongledvergmåler (*Eupithecia analoga* (Zett.)); granfrøgallmygg (*Plemelliella abietina* (Seitn.)); kongleglansvikler (*Cydia strobillela* (L.)); lokkrustsopp (*Pucciniastrum areolatum* (Fr.) G.H. Otth.) og konglegulrustsopp (*Chrysomyxa pirolata* (Wint.)).

2.1 Gran (*Picea abies* (L.) Karst.)

Gran er det mest utbredte treslag i Norge, og utgjør 53 % av den totale kubikkmassen (Skog og landskap 2008). Det er også det viktigste treslaget for norsk produksjonsskogbruk. De største sammenhengende granarealene er i Norden, sentral-Europa og på Balkan. I Norge strekker granas naturlige utbredelsesområde seg fra Sørlandet og helt til Saltfjellet i Nord-Norge, med noen spredte forekomster enda lenger nord. Granas nordgrense sammenfaller godt med 10 °C isoterme for middeltemperaturen i juli. Gran er vanlig på Østlandet, i Trøndelag og Nordland. Skoggrensa for gran i Sør-Norge er ved 900-1000 m o.h., i Trøndelag ved 500-600 m o.h. og i Nordland ved ca 250 m o.h.. I kystområdene ligger skoggrensa for gran vesentlig lavere. Gran foretrekker relativt fuktig og surt jordsmonn, høy luftfuktighet og mye nedbør. Den finnes mest i nord- og østvendte lier, men mot skoggrensa og nordover får den bedre vekstforhold i sør og vestvendte lier.

2.2 Grankongler og granfrø

Klimaet, og fortrinnsvis temperaturen, er en viktig faktor for granas anlegg av blomsterknopper, pollinering og frømodning. Dette fører til at et godt blomstringsår vanligvis også gir et godt frøår, men ikke alltid. I Trøndelag og Nordland som har et kjøligere og mer ustabilt klima kan det gå lang tid mellom gode frøår (Skogfrøverket 1999). Grana setter som regel frø ved 40-50 års alderen, men enkelte frittstående trær kan begynne å produsere kongler i 20 års alderen. I frøplantasjer vil en kunne få rikelig blomstring allerede 10-15 år etter podingen.



Hannblomster på gran. Foto: Gunnar Haug.

Grana er vanligvis sambo. Hunnblomstene, som utvikler seg til kongler, er hovedsakelig plassert øverst i krona, mens hannblomstene er plassert over hele krona. I Sør-Norge begynner grana å blomstre i mai-juni. Etter bestøvningen, som skjer ved hjelp av vind, utvikles grankonglene utover sommeren og modnes i september-oktober. Frøene er rike på proteiner, karbohydrater og fett. Den optimale fuktigheten i rå grankongler før sanking skal helst være et sted mellom 30 og 40 % av dens friskvekt (Fystro 1962). I naturen åpnes konglene først på midtvinteren.

Vurdering av kongletilgang (blomstring og konglesetting) på enkelttrær gjøres ut fra mengde blomster eller kongler samt deres fordeling i krona (Vedlegg 3a). Det er fire hovedklasser: dårlig, god, meget god og svært god. Registrering av kongletilgang på bestandsnivå skjer etter lignende oppskrift, men da må vurderingen foretas på bestander som er i hogstklasse IV og V samt trær i skogkant (Vedlegg 3b). Her er det snakk om følgende klasser: 0 – ingen eller meget dårlig tilgang, 1 – dårlig tilgang, 2 – god tilgang og 3 – meget god (etter retningslinjer utarbeidet av Skogfrøverket). Den øvre, soleksponerte delen av krona har som regel større andel kongler enn lavereliggende deler. Det kan også være stor variasjon grankonglene i mellom samt frøene i mellom i forhold til kvalitet.

2.3 Granfrøplantasjer i Norge

De første granfrøplantasjene i Norge ble etablert sist på 1950-tallet og tidlig på 1960-tallet. Formålet var å produsere kvalitativt godt frø, både genetisk og fysiologisk, som var bedre enn vanlig bestandsfrø. Det er i dag om lag 14 granfrøplantasjer i Sør-Norge som utgjør til sammen ca. 1800 dekar. I tillegg kommer flere trearkiver (Skogfrøverket 1999 a; Edvardsen pers.medd. 2008). Til sammenligning er det 2300 dekar med frøplantasjer i Sverige (Hannerz 2000).

De viktigste formålene med frøplantasjene er å få fram frømateriale med bedre egenskaper, bedre tilgangen på frø til områder med sjeldne frøår og forenkle selve innsamlingen av frø. I frøplantasjene vil det også være enklere å sette inn kontrolltiltak mot ulike skadegjørere av sopp og insekter. Frøplantasjefrø gir i dag planter med i snitt 10-15 % bedre vekst enn frø fra vanlige granbestand (Edvardsen 2006).

De fleste frøplantasjer er klon-frøplantasjer. Det vil si at de er anlagt med kloner som er podet opp på grunnstammer av unge granplanter. Podekvistene kan være hentet fra plusstrær i skogen eller utvalgte og testede trær i frøplantasjer eller avkomforsøk. Voksne trær som er podet har evne til å blomstre i yngre alder enn vanlige trær fra frø (Edvardsen 2005). Frøplantasjene etableres i områder med gunstige klimaforhold og hvis mulig, isolert fra granskogen. En kan ikke regne med å høste større mengder frø før trærne blir 10-20 år gamle (Fystro 1968). Etter 40-50 år vil frøplantasjene avvikles, avhengig av tilgang på frø og fremskrittene i foredlingsarbeidet.

2.4 Skadegjørere på grankongler og granfrø

Kongler og frø er en mer næringsrik matkilde enn andre deler av treet (Seifert 2000) og en rekke insekter har hele eller deler av livssyklusen sin i kongler og frø. Noen arter lever skjult inne i konglene og spiser kun selve frøene (frøinsekter) mens andre spiser deler av konglen og eventuelt frø (kongleinsekter). De skjulte artene etterlater seg som regel ikke synlige skadetegn utenpå konglene og inkluderer granfrøgallmygg (*Plemelliella abietina* (Seitn.)); grankonglegallmygg (*Kaltenbachiola strobi* (Winn.)); kongleglansvikler (*Cydia strobillela* (L.)); og granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)). Andre arter spiser på kongleskjellene slik at konglene deformeres. Disse artene er ikke vanskelig å oppdage mens konglene henger på trærne, og inkluderer grankonglepyralide (*Dioryctria abietella* (Den. et

Schiff.)); stor kongledvergmåler (*Eupithecia abietaria* (Ratz.)); liten kongledvergmåler (*Eupithecia analoga* (Zett.)); og grankongleflue (*Hylemya anthraciana* (Czerny.)) (Bakke 1952; 1953; 1955; 1956; 1957; 1959; 1963; 1969; 1974). De viktigste skadeinsektene for frøproduksjon av gran i Norge regnes å være kongleglansvikler, granfrøgallmygg og grankonglegallmygg (Bakke 1969).

I tillegg til artene nevnt over kan rustrød granskuddvikler (*Zeiraphera ratzburgiana* (Ratz.)) gjøre skade på granblomstene og -knoppene (Bakke 1957). Flere andre insekter tilknyttet grankongler har ingen eller liten betydning for kongle- og frøproduksjonen, slik som grankongletegen (*Gastrodes abietum* (Bergr.)), gallmyggen (*Rübsaamenia* (*Camptomyia*) *strobi* (Kieffer.)) og grankonglebillen (*Ernobius abietis* (Fabricius)) som angriper gamle grankongler som allerede har sluppet frøene (Bakke 1953; 1955).

Av soppsykdommer på grankongler er lokkrustsopp, (*Pucciniastrum areolatum* (Fr.) G.H. Otth.), mest utbredt, og kan gjøre store skader på grankongler og granfrø i visse år. Lokkrustsopp veksler mellom grankongler og blad på hegg (*Prunus padus* (L.)). Konglegulrustsopp (*Chrysomyxa pirolata* (Wint.)), spiller størst rolle som konglesykdom i granfjellskog og nordpå. Konglegulrustsopp veksler mellom grankongler og vintergrønn (*Pyrola* sp.) (Roll-Hansen 1993).

De næringsrike granfrøene er også attraktiv mat for diverse fugler og pattedyr, slik som ekorn, mus, flaggspett og korsnebb. Mange avbitte blomsterknopper under grantrær på ettervinteren kan være et varsel om et kommende frøår (Skogfrøverket 2008 c).

2.4.1 Skadegjørere som kan registreres ved hjelp av røntgenanalyser

2.4.1.1 Kongleglansvikler (tidl. grankonglevikler) (*Cydia strobilella* (L.))

Kongleglansvikleren tilhører insektordenen sommerfugler (Lepidoptera). Den finnes over alt hvor granskog vokser i Europa, Russland, Tyrkia, Kina, Japan og USA (Skrzypczyńska 1996). Den kan også angripe kongler og frø til flere andre granarter, samt arter av furu, einer, edelgran og douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) (Skrzypczyńska 1996). I Norge er den det mest utbredte og viktigste skadeinsektet på granfrø og finnes overalt der gran er naturlig utbredt, samt i granplantinger på Vestlandet og i Nord-Norge (Bakke 1969). Kongleglansvikler er vanligst i Trøndelag og i nordlig og høyereliggende granskog i Sør-Norge (Bakke 1994).



Hunnblomster utvikles til grankongler. Foto: Olle Rosenberg

Under bestøvingen, mens konglene står oppreist og kongleskjellene spriker, legger kongleglansvikler sine egg mellom skjellene nær kongleaksen (Bakke 1963; Wiersma 1979). En voksen hunn kan legge 90-120 egg (Skrzypczyńska 1996). I en enkelt grankongle kan det være 6-10 larver som hver kan ete opp til 7-10 frøanlegg. På grunn av den store appetitten til larvene er det veldig viktig å foreta en rask klenging av angrepne kongler slik at færrest mulig frø blir spist av larvene. Kongleglansviklerens larver spiser både på grankonglene og selve frøet, og er dermed såkalt conofage (Skrzypczyńska 1986). Larvene overvintrer i kongleaksen og tåler ned til -40°C . I begynnelsen av mai påfølgende år forpupper larvene seg og blir til voksne insekt under granas blomstringstid. Nyklekte sommerfugler parrer seg bare et par timer etter klekking, og få timer etter parringen starter eggleggingen (Bakke 1963).

Grankongler som er angrepet av kongleglansvikler ser friske ut på utsiden, men inne i grankonglen finnes flere hvitaktige larver med brunt hode rundt kongleaksen eller i marginen. Angrepne frø er gjennomhullet og fylt med brune ekskrementer (Bakke 1955). Ved sterke angrep åpner ikke konglene seg tilstrekkelig ved klengingen, slik at frøutbyttet reduseres ytterligere (Skogfrøverket 2008 d).

2.4.1.2 Granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.))

Granfrøgallmyggen tilhører insektordenen tovinger (Diptera). Den finnes i det meste av Europa og Russland og angriper frø til gran, sibirgran (*Picea obovata* Ledeb.), blågran (*Picea pungens* Engelm.) og lawsonsypress (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.) (Skrzypczyńska 1996). Granfrøgallmygg regnes som vanligst i lavlandsskogene i Sør-Norge, og forekommer mer sjeldent i Trøndelag (Bakke 1994).

Eggleggingen skjer veldig tidlig under granas blomstring, og hunnen kan til og med legge eggene ved frøanleggene før bestøvningen har funnet sted (Bakke 1969; Annila 1966). Eggene legges mellom kongleskjellene, og larven søker direkte til et frøanlegg. Det kan finnes 1-6 gallmyggegg inne i et pollenkammer eller i en kimmunn, men vanligvis utvikler det seg bare en larve per frø (Wiersma 1979). Eggleggingen til granfrøgallmyggen hindrer pollinering. I angrepne pollenkamre utfører bare 7,1 % av pollenkornene pollinering, mot normalt 93 % i pollenkamre uten egglegging (Annila 1966). Larvene er gulaktige og fotløse med svart hode. De spiser kun granfrøene og er såkalt seminifage, og gjennomfører hele sin utvikling inne i frøet. Larvene forpupper seg i frøet og overvintrer der. Larven til granfrøgallmygg kan ha en lang diapause på 3-4 år (Bakke 1994). Voksne individer klekkes ut fra frø som enten ligger i konglen eller i skogbunnen.

Det er ikke mulig å se utenpå grankonglen om den er angrepet av granfrøgallmygg. Angrepne frø er ofte tilspissete, deformerte og uten hull.

2.4.1.3 Granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.))

Granfrøvepsen tilhører insektordenen årevinger (Hymenoptera). Den finnes i det meste av Europa, Russland og Nord Amerika, og angriper frø til gran og flere andre gran- og edelgranarter, fjellhemlock (*Tsuga mertensiana* (Bong.) Carr.) og douglasgran (Skrzypczyńska 1996).



Nylig lukket grankongler. Foto: Olle Rosenberg

Hunnen legger egg med et langt eggleggingsrør i frøet etter at granblomstene har lukket seg. Kronologisk sett er dermed granfrøvepsen den siste i rekka av granfrøinsekter, og den koloniserer og angriper bare de frøene som ikke er kolonisert av andre insekter (Skrzypczyńska 1987). Granfrøvepsen er en frøspesialist (seminifag) og hele larveutviklingen foregår inne i frøet. De fotløse larvene er hvitaktige med brune munndeler. Dette insektet har 2 eller flere (3-4) års utviklingsperiode (Skrzypczyńska 1987).

Angrepne frø har verken annen farge eller form enn friske frø (Simak 1955), og kan derfor bare oppdages ved røntgenanalyser.

Granfrøveps er kjent fra Norge, men har aldri tidligere vært systematisk undersøkt og regnes ikke for å være vanlig her i landet. Under gjennomgang av røntgenbilder av frøprøver fra Skogfrøverket på Hamar har jeg registrert granfrøveps flere steder i Sør-Norge.

2.5 Forsøksmaterialet

2.5.1 Innsamling og bearbeiding av frø- og kongleprøver

Hvert år i forkant av en eventuell storskala konglesanking mottar Skogfrøverket kongleprøver fra hele Norge i slutten av august og begynnelsen av september. Kongleprøvene består av 2 kg 6-8 cm lange kongler som er sanket fra minst fem grantrær fra det området det vurderes å sanke kongler fra. Disse frøprøvene analyseres med hensyn til skadegjørere og frøkvalitet for å avgjøre om det skal settes i gang konglesanking i stor skala.

Umiddelbart etter mottak undersøkes vanninnholdet i konglene, samt om det er tegn på insektskader. Ca. 10 tilfeldig valgte kongler per frøprøve deles på langs og undersøkes under lupe etter tegn på insektskader, slik som gnag, hull eller ekskrementer. I disse prøvene blir alle skadegjørere som forekommer registrert, men registreringen gir ingen informasjon om hvor kraftig angrepene er av hver enkelt art i den enkelte konge. På et analysekort (Vedlegg 2) registreres data om kongleprøven, slik som årstall, treslag, prøvenummer, røntgenbildennummer, sankedato, sankeområde, høyde over havet, sankested, insektskader og sopp-skader (på en skala 0, 1, 2, 3 og 3T, der 0 = ingen synbar skade av sopp eller insekter, 1 = ubetydelig skade, 2 = betydelig skade, 3 = meget stor skade, og 3T = total skade) og konglenes antatte brukbarhet (på en skala fra 0 til 3, der 0 = konglene er helt ubrukbare, 1 = konglene er av liten brukbarhet, 2 = konglene er av middels brukbarhet og 3 = konglene er av god brukbarhet).

I forbindelse med analyse av frøkvalitet blir 2 x 100 frø fra hver kongleprøve undersøkt (Skogfrøverket 2008 b). Fra kongleprøvene velges det ut 0,5-1 kg kongler (uten de ca 10 konglene som ble undersøkt for sopp- og insektskader) som settes i varmeskap ved ca 40-45 °C til klenging utover natta, eller lenger om konglene ikke åpner seg så lett. Kongler som er sterkt angrepet av kongleglansvikler og granfrøgallmygg får redusert åpningsevne ved klenging, og det er derfor mulig at en mindre andel av frøene sitter igjen i konglene etter klenging og dermed ikke inngår i frøene som røntgenfotograferes. Klenget frø blir lagt i en lerretspose og gnidd mellom hendene til vingene er fjernet fra frøet og senere siktet over en metallrist for videre fjerning av urenheter. Fra den totale mengde av fremstilt frø telles det vanligvis opp to ganger 100 tilfeldige frø som det tas røntgenbilde av (100 frø per bilde). Av de 739 granfrøprøvene jeg har sett på, var det 700 prøver som hadde 2 bilder à 100 frø, 20 prøver med bare ett bilde à 100 frø og 19 prøver med 3 bilder à 100 frø. I materialet inngår kongler og frø både fra granfrøplantasjer og fra granskog.

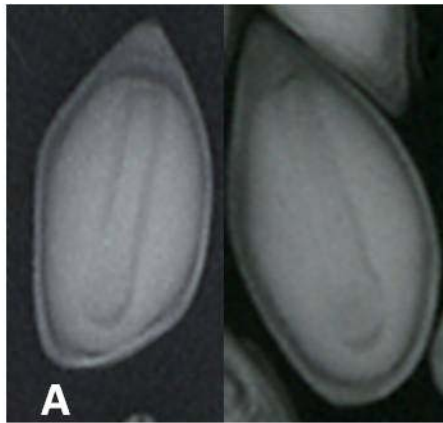
2.6 Metodikk for røntgenfotografering

Røntgenapparat som ble brukt ved Skogfrøverket er av merke AEG-50. Filmen er av merke Agfa, strukturix D4 FW (positiv film). Det brukes lyspærer på 20 kV og 3 mA. Filmen plasseres i 30 cm avstand fra strålekilden. Eksponeringstid for granfrø er 4,5 sekunder. Filmen fremkalles i 5 minutter i en fremkaller av type Agfa G 128, og 10 minutter i fikseringsbad av type Agfa G 328 (Bye 2008). Kvaliteten på røntgenbildene, slik som oppløsning, skarphet, kontrast og annet, er avhengig av flere tekniske forhold under fotograferingen. Siden det dreier seg om røntgenbilder som er tatt over en periode på flere år varierer billedkvaliteten noe. De fleste bildene er av god kvalitet, men i noen tilfeller var bildene for lyse og av og til utydelige. Røntgenbildene måler 8 x 12,5 cm og ble fremvist (forstørret) på en bordplate ved hjelp av et fremvisningsapparat av merket Leitz.

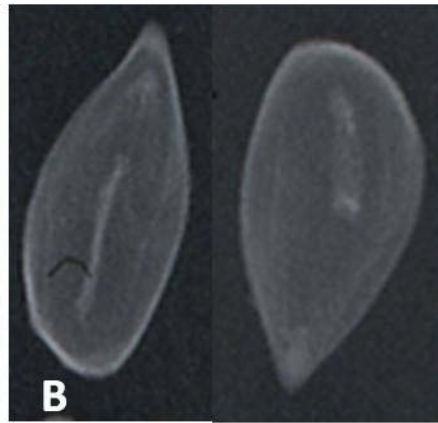
2.7 Bestemmelse av skadeinsekter på granfrø ut fra røntgenbilder

Skadeinsekter på granfrø ble bestemt til art ved hjelp av en bestemmelsesnøkkel utarbeidet av Simak (1955; 1980). Heidi Røsok Bye ved Skogfrøverket i Hamar og Olle Rosenberg ved Skogforsk i Sverige har bistått meg under den praktiske bestemmelsen av insekter. Uskadde fullt utviklete frø på røntgenbilder (Figure 1A) fremstår med bra utviklet frøhvite (endosperm) og kime (embryo). Tomt frø er frø uten noe som helst innhold, eller med rester av feilutviklet frøhvite, kime eller frøhinne (Figur 1B). Larven til granfrøgallmyggen har ofte en pølseaktig form og er omringet av et intakt frøskall uten hull (Figur 1C). Frø som har hull i frøskallet og som oftest er fylt med ekskrementer, er tydelige tegn på at skaden er gjort av larvene til kongleglansvikleren (Figur 1D). Larvene til granfrøvepsen har en mer rundaktig form enn larven til granfrøgallmyggen. De er omringet av en uspist frøhinne mot hulrommet under frøskallet og det er ingen hull i frøskallet (Figur 1E) (Wiersma 1979). Skader av granfrøgallmygg og granfrøveps kan lett forveksles på røntgenbilder.

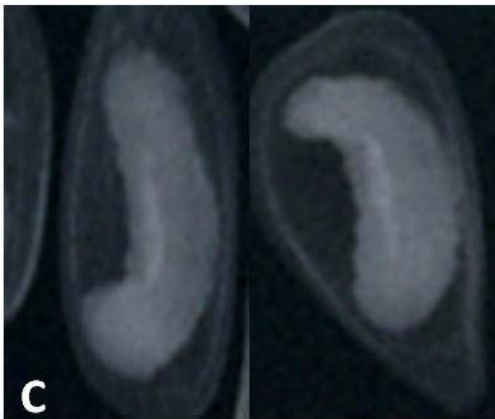
Granfrøveps er ikke registrert i region 1, men kun i region 2 og 3. En grunn til dette er at sikker indentifikasjon av granfrøvepsen først ble mulig mot slutten av arbeidet med å analysere røntgenbildene (etter at bildene fra region 1 var ferdig analysert), etter nærmere konsultasjoner over e-post med Olle Rosenberg ved Skogforsk i Sverige.



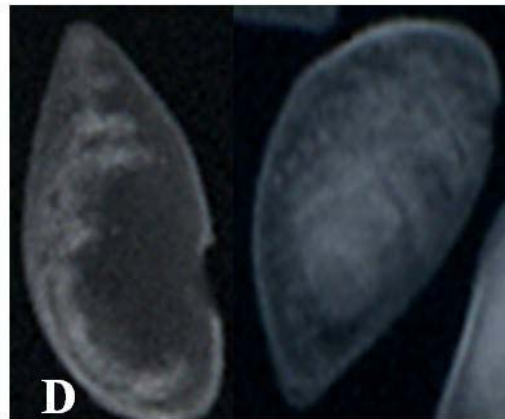
A – Uskadet fullt utviklet frø



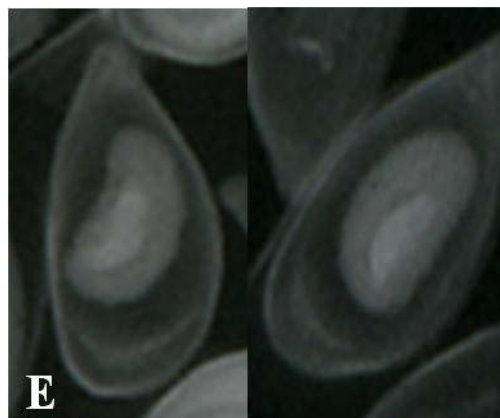
B – TOMT FRØ (ikke skadet av insekter)



C – Larve til GRANFRØGALLMYGG,
Plemeliella abietina (Seitn.)



D – Ekskrementer, og hull i frøskallet etter
larve til KONGLEGLANSVIKLER,
Cydia strobilella (L.)



E – Larve til GRANFRØVEPS,
Megastigmus strobilobius (Ratz.)

Figur 1. Utsnitt fra noen undersøkte røntgenbilder som viser eksempler på de viktigste granfrøtilstandene.

2.8 Regioner, høydelag og sankeområder

For å få best mulig geografisk spredning på data om skadeinsekter på grankongler og granfrø i Sør-Norge har jeg studert kongle- og frøprøver fra tre områder langs en nord-syd akse fra 58°53' til 64°48'N (Figur 2, Tabell 1). Region 1 omfatter deler av Nord-Trøndelag og Sør-Trøndelag, region 2 omfatter deler av Hedmark og Oppland og region 3 omfatter deler av Telemark (Tabell 2). Dermed har vi utvalg av granfrø sanket både fra kyststrøkene, fra de laveste høydelag, og videre over lavliggende strøk og innlandske strøk mot høyereliggende strøk med fjellgranskog helt opp mot 1000 m o.h..

Tabell 1. Oversikt over geografisk utstrekning til de tre regionene som inngår i denne undersøkelsen (etter koordinatsystemet WGS_1984_UTM_Zone_32N). Region 1 omfatter deler av Trøndelag, region 2 deler av Hedmark og Oppland, og region 3 deler av Telemark.

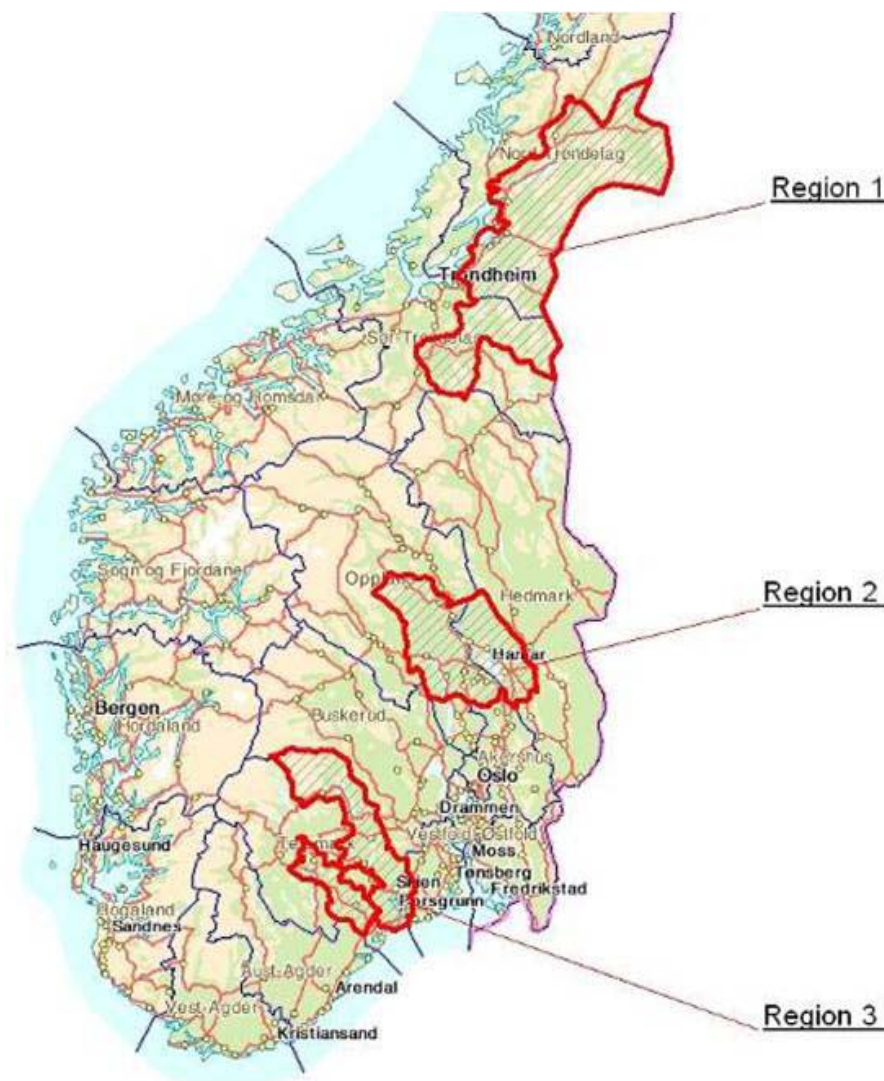
	Lengde	Bredde	Sør	Nord	Vest	Øst
Region 1	290 km	62 km	62°39'N	64°48'N	10°05'E	14°08'E
Region 2	140 km	79 km	60°23'N	61°25'N	09°20'E	11°38'E
Region 3	170 km	63 km	58°53'N	60°12'N	07°50'E	09°50'E

Tabell 2. Oversikt over regioner, fylker, kommuner og sankeområder som de granfrøprøvene kommer fra.

	Fylke	Kommune	Sankeområde ¹
Region 1	Nord-Trøndelag	Grong, Lierne, Snåsa, Meråker, Levanger, Steinkjer, Stjørdal, Verdal	K, L og M
	Sør-Trøndelag	Tydal, Selbu, Midtre Gauldal	
Region 2	Oppland	Gjøvik, Lillehammer, Gausdal, Østre Toten, Vestre Toten, Søndre Land, Nordre Land, Vestre Slidre	Bø og Bv
	Hedmark	Hamar, Ringsaker, Løten, Stange	
Region 3	Telemark	Porsgrunn, Skien, Bø, Notodden, Siljan, Bamle, Drangedal, Sauherad, Tinn, Kviteseid	Cv og D

¹ Sankeområder for skogfrø er en soneinndeling for å beskrive proveniens (opprinnelse) til sanket frø.

Henvi­sing til kart fra Skogfrøverket (Vedlegg 1).



Figur 2. Utvalgte regioner hvor de analyserte grankonglene ble sanket fra.

Skogfrøverket har delt sankeområdene for skogfrø i Norge inn i ni høydelag. Høydelag 1 strekker seg fra 0-149 m o.h., mens høydelagene 2-9 utgjør 100 m soner fra 150-249 m o.h. opp til 850-949 m o.h. (Skogfrøverk 1995). Sankeområder for skogfrø (Vedlegg 1) er en soneinndeling for å beskrive proveniens (opprinnelse) til sanket frø. Frøprøvene som inngår i denne undersøkelsen kommer fra følgende regioner; D – Østlandet kyststrøkene, Cv – Østlandet søndre del vest, Bø – Østlandet midtre del, Bv – Østlandet midtre de vest, K – Trøndelag søndre del, L – Trøndelag midtre del og M – Trøndelag nordre del.

2.9 Statistisk analyse

Analysene er i hovedsak basert på deskriptiv statistikk uten fullstendig hypotesetesting. De viktigste redskapene har vært plottinger, søylediagrammer og tabeller. I noen av søylediagrammene og plottene er det lagt inn lineær trendlinje og regresjonslikningen for denne. I figur 14 og 15 er det benyttet flytende gjennomsnitt (Nordli 2008 a).

Innsamlete data ble bearbeidet. Dataene ble analysert ved hjelp av pivottabeller og diagrammer i Microsoft Excel. Spearman korrelasjon (Sokal 1981) ble benyttet for å finne ut om det er noen relasjon mellom alle skadegjørere i grankongler og -frø (Tabell 5). Det ble også analysert hyppighet på gode kongleår på gran i Microsoft Excel (Figur 13).

Klimahistoriske data er fremstilt som middels årlig lufttemperatur, og er basert på data fra seniorforsker Øyvind Nordli ved Meteorologisk institutt (Nordli 2008 a).

3 Resultater

3.1 Presentasjon av datamateriale

3.1.1 Kort oversikt totalt

Til sammen har jeg sett på 147.700 granfrø. Region 1 var best representert med i alt 404 frøprøver, så region 2 med 226, og region 3 med 109 prøver (Tabell 2 og 3). I gjennomsnitt over hele tidsserien på 39 år, i det totale materialet, var det 60 % av frøene uskadet, 36 % tomme frø, og 4 % (3 % granfrøgallmygg, 1 % kongleglansvikler) frø som var skadet av frøinsekter. Gjennomsnittlig skadeprosent av frøinsekter per ett år i tidsserien (1968 – 2006) varierte fra minimum 0,6 i 1973 til maksimum 8,5 i 1970.

3.1.2 Oversikt – frøprøver, regioner og høydelag

Oversikt over antall og prosent på hvor granfrøprøver kommer fra i forhold til regioner og høydelag for hele tidsserien er gitt i tabell 3. Brorparten av frøprøvene kom fra region 1 med 55 %, deretter fra region 2 med 30 % og minste del fra region 3 med 15 %.

For frøprøver samlet sett kommer over 2/3 (74 %) fra lavereliggende strøk (< 550 m o.h.), mens under 1/3 (26 %) kommer fra høyereliggende strøk (> 550 m o.h.). I region 1 kom nesten alle prøvene fra lavereliggende strøk (98 %), 64 % i region 2 og 61 % i region 3.

Tabell 3. Antall og prosent granfrøprøver per regioner, høydelag og hele tidsserien.

	Høydelag																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		Sum	
	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%	antall	%
Reg. 1	78	19	79	20	110	27	95	24	34	8	8	2	0	0	0	0	0	0	404	55
Reg. 2	5	2	47	21	13	6	52	23	24	11	17	8	24	11	37	16	7	3	226	30
Reg. 3	26	24	12	11	11	10	9	8	9	8	14	13	15	14	9	8	4	4	109	15
Sum	109	15	138	19	134	18	156	21	67	9	39	5	39	5	46	6	11	1	739	100

3.1.3 Oversikt - kongletilgang, frøprøver og undersøkt frø

Tabell 4 viser en oversikt over kongletilgang, gjennomsnittlig prosent frø skadet av frøinsekter og gjennomsnittlig prosent tomt granfrø og uskadet frø alle per år, samt årevis antall frøprøver. God tilgang av grankongler forekom ikke så ofte. Det skjedde alt fra to år på rad, hvert annet, tredje, fjerde år med ingen eller noen år med dårlig kongletilgang imellom. En god kongletilgang i et år betyr ikke at det blir store konglemengder. De riktige tall på grankonglemengder som fås fra granskogen i Norge finnes ikke. Data som jeg har klart å samle er om den grankongle- og frømengden som blir levert inn til Skogfrøverket i de enkeltvise frøår for gran fra enkeltvise områder. I den siste kolonnen i tabell 4 ser vi at de fleste røntgenbilder ble tatt som regel i de årene med beste kongletilgang, men ikke alltid. Det kan forklares av dårlige modningsforhold eller lav sankning til tross for god kongletilgang.

Gjennomsnittlig prosent av granfrø skadet av frøinsekter øker i år med god kongletilgang eller i år like etter et godt kongleår. Dette gjelder spesielt gjennomsnittlig prosent skadet granfrø av granfrøgallmygg, og delvis av granfrøveps, hvis gjennomsnittlig prosent skadet granfrø har økt mot tidsseriesluttet. Derimot har gjennomsnittlig prosent skadet granfrø av kongleglansvikler minsket i de siste årene. Disse resultattolkninger synes bedre ut fra figur 4, 5 og 6.

Gjennomsnittlig frøskade av insekter i tidsserien varierte fra minimum 0,62 % i 1973 til maksimum 8,5 % i 1970, og i snitt 4,3 % for hele tidsserien. Det samme gjelder; kongleglansvikler som varierte fra 0 % i 1984 og 2004 til 8,5 % i 1970, og i snitt 1,4 % for tidsserien; granfrøgallmygg som varierte fra 0 % i noen år til 6,2 % i 1995, og i snitt 2,8 % for tidsserien; granfrøveps som varierte fra 0 % i flere år til 1 % i 1984, og i snitt 0,1 % for tidsserien; tomt frø som varierte fra 14 % i 1997 til 72,5 % i 2004, og i snitt 36,2 % for tidsserien; og uskadet frø som varierte fra 26,5 % i 2004 til 82,2 % i 1997, og i snitt 59,5 % for tidsserien.

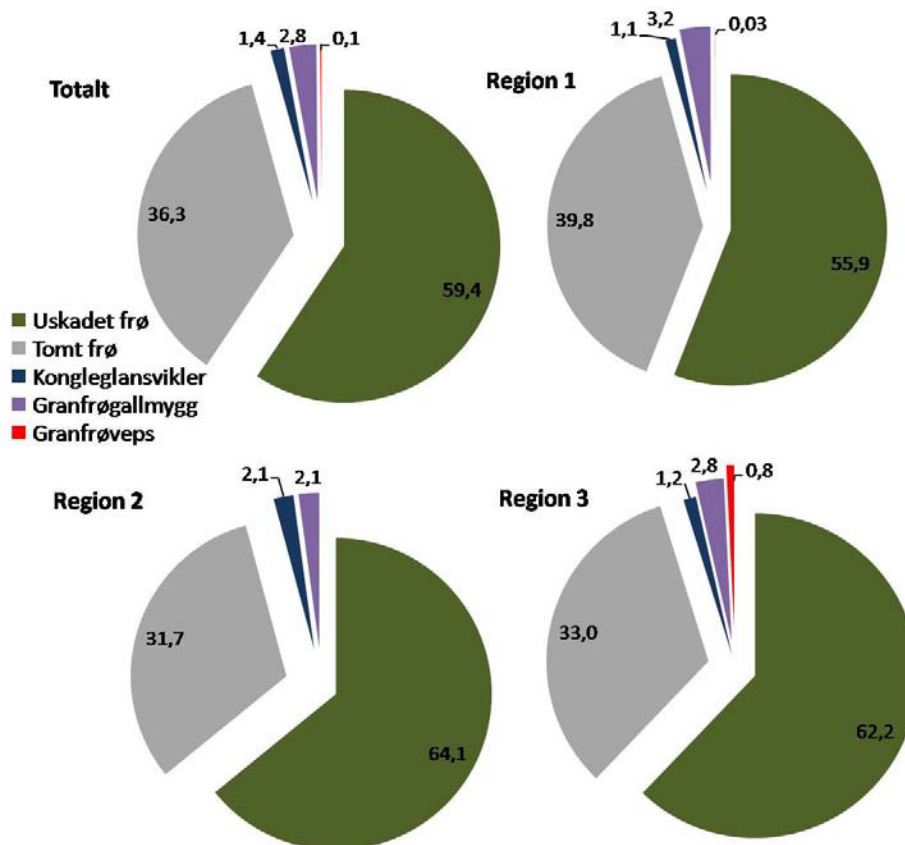
Tabell 4. Kongletilgang, gjennomsnittlig prosent frø skadet av frøinsekter og gjennomsnittlig prosent tomt frø og uskadet frø; alle er oppgitt som gjennomsnitt av frøprøver per år.

År	Kongle- tilgang ²	Kongleglans- vikler	Granfrø- gallmygg	Granfrø- veps	Tomt frø	Uskadet frø	Antall kongle- prøver / år
1968	17,0	5,3	0,0	0,0	42,6	52,1	15
1969	59,2	6,6	0,3	0,0	37,8	55,3	11
1970	84,3	8,5	0,0	0,0	15,7	75,8	13
1971	--	--	--	--	--	--	--
1972	1,7	--	--	--	--	--	--
1973	95,1	0,6	0,1	0,0	34,7	64,7	17
1974	54,4	--	--	--	--	--	--
1975	--	--	--	--	--	--	--
1976	92,3	5,4	0,5	0,0	19,8	74,3	47
1977	--	--	--	--	--	--	--
1978	27,3	1,9	0,0	0,0	56,2	41,9	12
1979	3,0	--	--	--	--	--	--
1980	2,9	4,5	0,4	0,2	36,4	58,6	17
1981	19,7	0,7	1,2	0,0	45,7	52,5	27
1982	--	--	--	--	--	--	--
1983	100,0	0,3	1,8	0,2	33,6	64,0	45
1984	16,1	0,0	6,0	1,0	27,0	66,0	1
1985	1,5	0,7	0,0	0,0	21,8	77,5	3
1986	19,4	1,1	1,1	0,0	37,0	60,8	50
1987	65,6	0,5	4,6	0,1	41,0	54,0	37
1988	5,6	--	--	--	--	--	--
1989	73,7	0,7	1,2	0,0	41,1	57,0	61
1990	10,2	2,1	0,0	0,0	59,9	38,0	4
1991	5,4	--	--	--	--	--	--
1992	88,1	0,9	2,7	0,0	38,8	57,6	115
1993	55,8	0,9	0,6	0,5	30,3	67,7	15
1994	1,5	--	--	--	--	--	--
1995	83,6	0,7	6,2	0,0	37,7	55,4	80
1996	--	--	--	--	--	--	--
1997	--	3,6	0,2	0,0	14,0	82,2	5
1998	96,0	0,6	5,6	0,6	39,2	54,2	108
1999	--	--	--	--	--	--	--
2000	7,7	--	--	--	--	--	--
2001	--	--	--	--	--	--	--
2002	--	0,2	2,8	0,0	35,6	61,4	5
2003	--	--	--	--	--	--	--
2004	--	0,0	1,0	0,0	72,5	26,5	1
2005	--	--	--	--	--	--	--
2006	--	0,3	3,5	0,2	25,1	71,0	50
Snitt i alt		2,8	1,4	0,1	36,0	60,0	

² – Kongletilgang (Vedlegg 3) viser prosent av registreringer med god kongletilgang, (det vil si bare prosent andel av de registreringer med 2 – god tilgang og 3 – meget god).

3.1.4 Oversikt – undersøkte frøprøver i alt

Gjennomsnittlig prosent av uskadete frø varierte fra ca. 56 % til ca. 64 % (Figur 3). Variasjon i andel tomme frø i snitt var ikke så stor. Den varierte fra ca. 31 % til ca. 40 %. Andel av insektskadede frø varierte fra 4,2 % til 4,8 % (hvorav 2,1-3,2 % av granfrøgallmygg, 1,1-2,1 % av kongleglansvikler og 0,03-0,8 % av granfrøveps).



Figur 3. Fordeling av typer granfrø i frøprøver per region og totalt for tidsserien på 39 år. Hver sektor viser gjennomsnittlig prosent per gjennomsnittlig frøprøve og type granfrø for hele tidsserien.

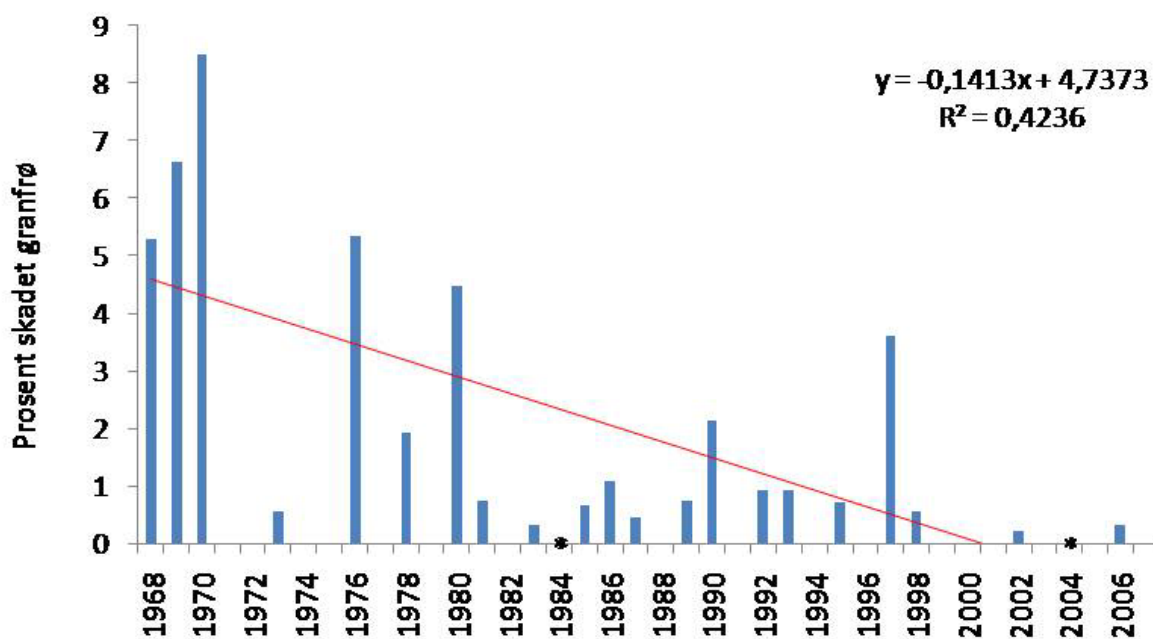
Fordelt på insektartene var skadeandelen størst for granfrøgallmygg (64,5 % av insektskadede frø), neststørst for kongleglansvikler (32,5 %) og minst for granfrøveps (3 %). I region 1, andel skadet frø etter insektsart i delen av undersøkt materiale som var skadet av insekter var; granfrøgallmygg 74 %, kongleglansvikler 25 % og granfrøveps 1 %. I region 2 var tilsvarende gjennomsnitt; granfrøgallmygg 51 % og kongleglansvikler 49 %. I region 3 var tilsvarende gjennomsnitt; granfrøgallmygg 58 %, kongleglansvikler 26 % og granfrøveps 16 %.

3.2 Insekter fra røntgenanalyser av frøprøver

3.2.1 Forekomst av arter over tid

Kongleglansvikler (*Cydia strobilella* (L.)) viser en synkende trend i perioden 1968-2006 (Figur 4). Mens kongleårene i starten av tidsserien hadde mer enn 5 % skade, viser de siste frøårene i serien (f.eks. 2006) svært lave nivåer. Vekselbæringen i kongle- og frøtilgang bidrar selvfølgelig til stor variasjon rundt trenden, men også innenfor de kongle- og frørike årene ser vi en betydelig variasjon rundt trenden. I snitt for hele tidsserien har 1,4 prosent av frøene vært skadet av kongleglansvikler. Siden en larve til kongleglansvikler kan spise 7-10 frøanlegg, vil ikke et skadet granfrø tilsvare en larve til kongleglansvikler.

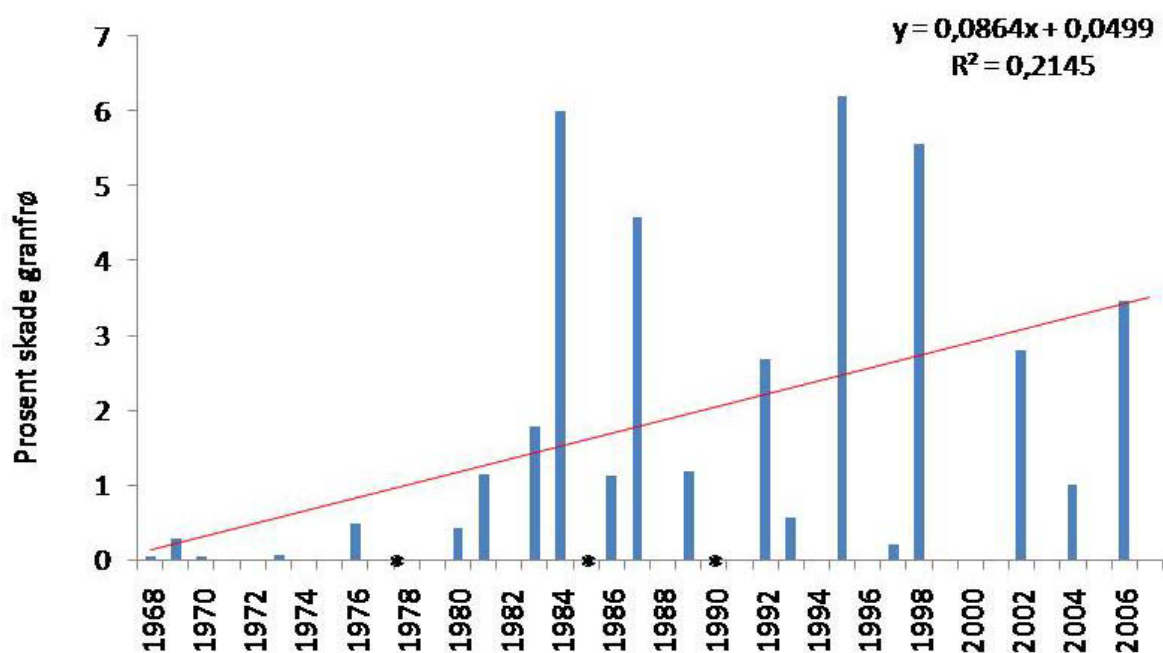
Tilsvarende analyse er også gjort for data avgrenset til høydelag og regioner, og også disse viser en synkende trend i samme tidsperiode 1968-2006 (resultatene er ikke gjengitt her).



Figur 4. Forekomst av frø skadet av kongleglansvikler (*Cydia strobilella* (L.)) i røntgenbilder av granfrø over en serie på 39 år. År der forekomsten av kongleglansvikler er nær null er markert med en stjerne (*). År uten søyler eller stjerne er år der det ikke ble samlet inn frøprøver. Den synkende trenden er fremhevet med en lineær regresjon (rød linje; ligning gjengitt øverst til høyre). Søylene representerer prosentandelen frø med symptomer etter kongleglansvikler per prøve med 200 frø.

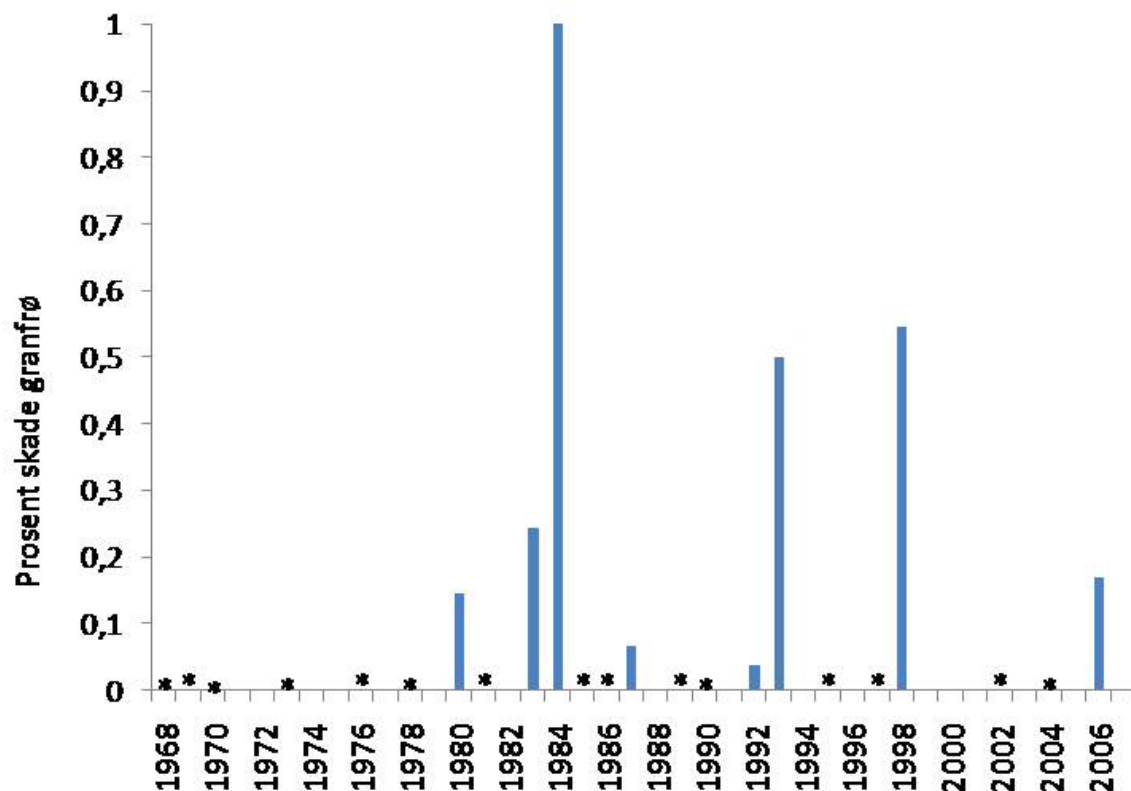
Granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.)) viser en stigende trend i perioden 1968-2006 (Figur 5). Mens kongleårene i starten av tidsserien hadde lave nivåer (helt ned til 0 % skade i noen år), viser de siste frøårene i serien (f.eks. 1995 og 1998) mer enn 4 % skade. Forekomst av vekselbæringen i kongle- og frøtilgang bidro selvfølgelig til stor variasjon rundt trenden, men også innenfor de kongle- og frørike årene ser vi en betydelig variasjon rundt trenden. I snitt for hele tidsserien var 2,8 % av frøene skadet av granfrøgallmygg.

Tilsvarende analyse er også gjort for data avgrenset til høydelag og regioner, og også disse viser en stigende trend i samme tidsperiode 1968-2006 (resultatene er ikke gjengitt her).



Figur 5. Forekomst av granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.)) i røntgenbilder av granfrø over en serie på 39 år. År der forekomsten av granfrøgallmygg er nær null er markert med en stjerne (*). År uten søyler eller stjerne er år der det ikke ble samlet inn frøprøver. Den stigende trenden er fremhevet med en lineær regresjon (rød linje; ligning gjengitt øverst til høyre). Søylenes representerte prosentandelen frø med symptomer etter granfrøgallmygg per prøve med 200 frø.

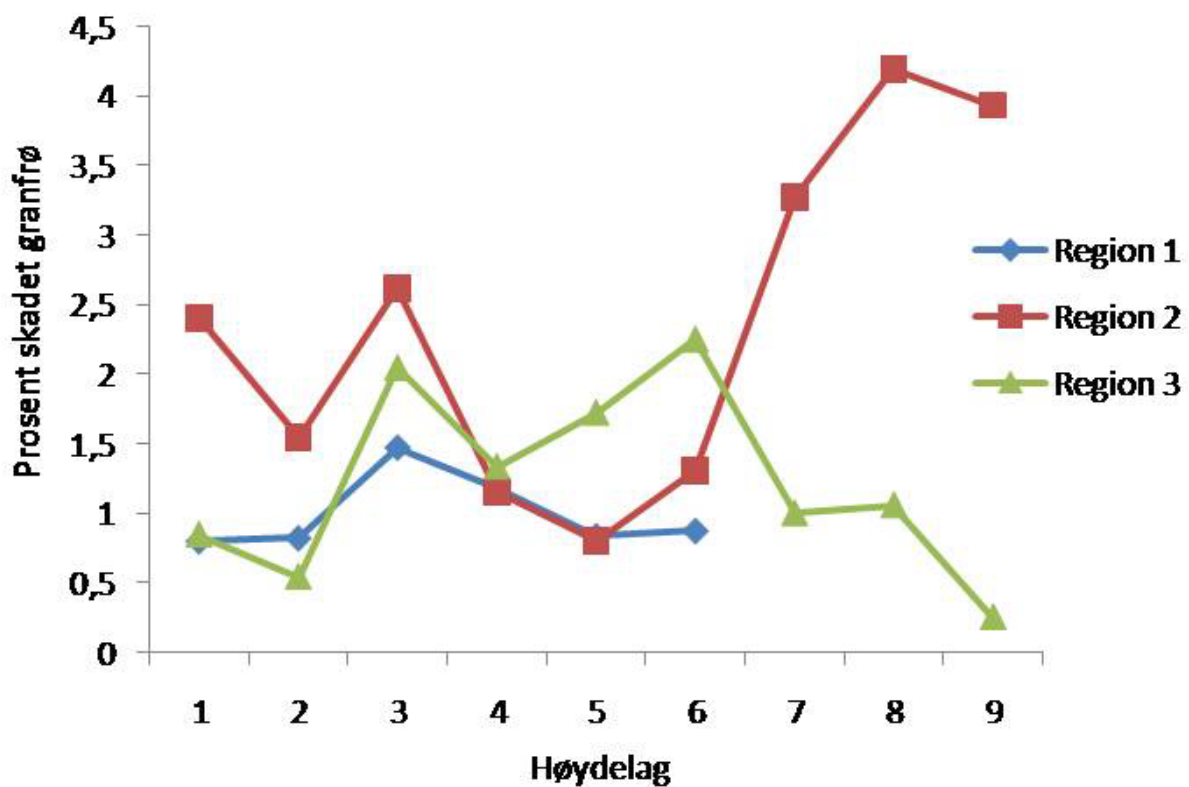
Materialet av granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) er noe tynt for å vurdere om det forekommer en synkende eller økende trend i perioden 1968-2006 (Figur 6). I kongleårene i starten av tidsserien ble granfrøveps ikke observert. Etter 1980 er den til stede og hadde noen år svært lave nivåer (helt ned til 0 % skade), mens f.eks. i 1984 hadde nærmere 1 % skade. Forekomst av vekselbæringen i kongle- og frøtilgang bidro selvfølgelig til stor variasjon i tidsserien. I snitt for hele tidsserien har 0,2 prosent av frøene vært skadet av granfrøveps.



Figur 6. Forekomst av granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) i røntgenbilder av granfrø over en serie på 39 år. År der forekomsten av granfrøveps er nær null er markert med en stjerne (*). År uten søyler eller stjerne er år der det ikke ble samlet inn frøprøver. Søylene representerer prosentandelen frø med symptomer etter granfrøveps per prøve med 200 frø.

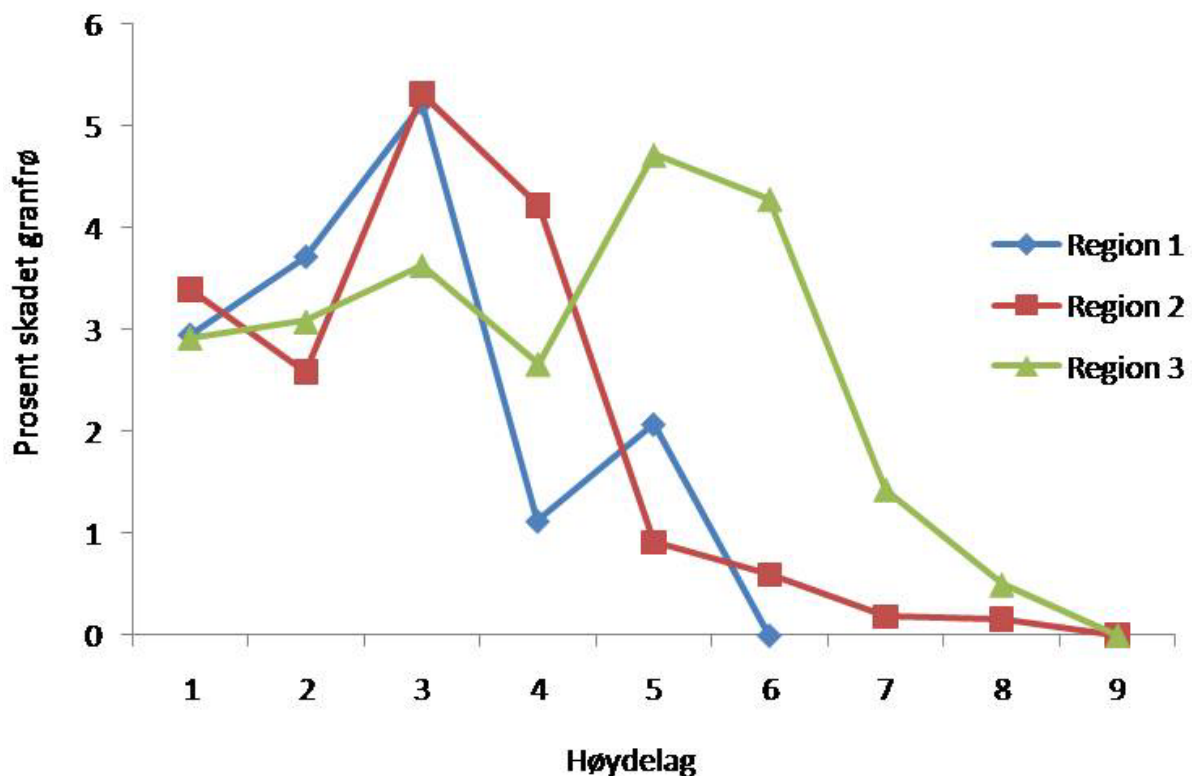
3.2.2 Forekomst per regioner og høydelag

Kongleglansvikler har gjort skade på granfrø i alle høydelag, både i lavtliggende (< 550 m.o.h.; høydelag 1-5) og høyereliggende strøk (> 550 m.o.h.; høydelag 6-9). I snitt, for hele tidsserien, var det en høyere prosent av frø som var skadet av kongleglansvikler i høyereliggende strøk enn i lavereliggende strøk, og dette skyldes særlig region 2. Figur 7 viser et maksimumsnivå i høyereliggende strøk for det midlere studieområdet (region 2), mens nivået synker mot de øverste høydelagene i det sørlige studieområdet region 3 (det nordlige området region 1 manglet frøprøver høyere enn høydelag 6). Det var i snitt flest skadet frø av kongleglansvikler i lavtliggende strøk i region 1 og 3, og i høyereliggende strøk i region 2.



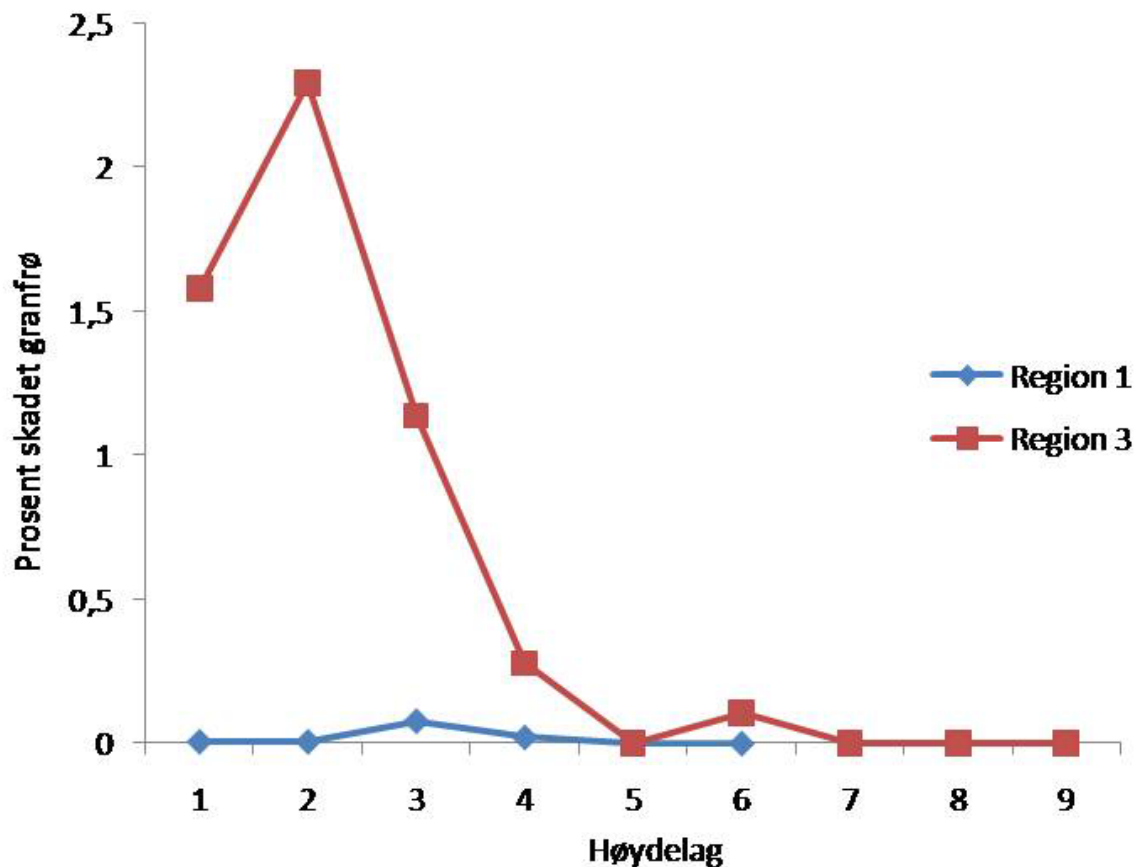
Figur 7. Forekomst av kongleglansvikler (*Cydia strobilella* (L.)) i røntgenbilder av granfrø i regioner og høydelag over en serie på 39 år. Hvert punkt representerer gjennomsnittlig prosent frø som er skadet av kongleglansvikler per gjennomsnittlig frøprøve per høydelag per region for hele tidsserien.

Granfrøgallmygg har også gjort skade på granfrø i alle høydelagene. I snitt, for hele tidsserien, var det noe flere gjennomsnittlig prosent frø per gjennomsnittlig frøprøve som var skadet av granfrøgallmygg i lavereliggende strøk enn i høyereliggende. Ut fra figur 8 synes trenden å være at skadeprocenten synker fra lavland mot høyere områder i alle regionene, selv om regionene 1 og 2 har tilløp til et maksimum i høydelag 3 og region 3 viser et maksimum i høydelag 5. Det var i snitt flest skadet frø av granfrøgallmygg i lavliggende strøk i alle tre regionene.



Figur 8. Forekomst av granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.)) i røntgenbilder av granfrø i høydelag og i regioner over en serie på 39 år. Hvert punkt representerer gjennomsnittlig prosent frø som er skadet av granfrøgallmygg per gjennomsnittlig frøprøve per høydelag per region for hele tidsserien.

Granfrøveps er et frøinsekt i gran som er mindre vanlig og dårligere undersøkt i Norge enn kongleglansvikler og granfrøgallmygg. Ut fra figur 9 synes denne arten å ha et maksimumsnivå i lavereliggende strøk, både i sørlige og nordlige strøk. Det var i snitt flest skadet frø av granfrøveps i lavereliggende strøk i begge to regionene.



Figur 9. Forekomst av granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) i røntgenbilder av granfrø i høydelag og i regioner over en serie på 39 år. Hvert punkt representerer gjennomsnittlig prosent frø som er skadet av granfrøveps per gjennomsnittlig frøprøve per høydelag per region for hele tidsserien.

3.3 Insekter og sopper etter kongleanalyse

3.3.1 Totale fordelinger i kongleanalysematerialet

I alt ble det undersøkt 864 kongleprøver (ut fra analysekort av grankongler) i tidsserien på 39 år. Mest representativ var region 1 med 430 kongleprøver, dernest region 2 med 293, og dårligsrepresentert var region 3 med 141 kongleprøver. Ut fra kongleprøvene, i snitt for hele tidsserien, fant jeg ut at det var per gjennomsnittlig kongleprøve 34 % som var betydelig eller mer skadet av kongleglansvikler, 15 % av grankonglegallmygg, 5 % av grankongleflue, 3 % av granfrøgallmygg, 2,2 % av grankonglepyralide og 0,1 % av kongledvergmålere. I snitt for hele tidsserien var 5,2 % kongleprøver betydelig eller mer skadet av lokkrustsopp og 0,35 % av konglegulrustsopp.

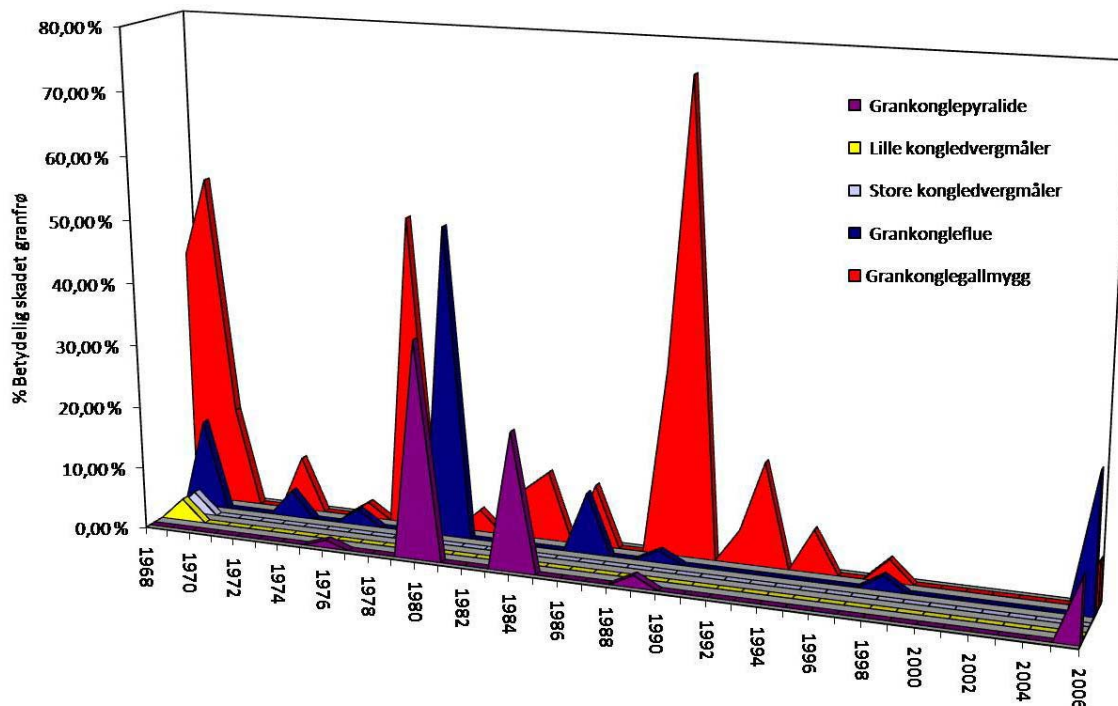
3.3.2 Fordeling av kongleinsekter i gran per tid

Andelen frø med betydelige skader av grankonglemygg varierte sterkt fra år til år, med i gjennomsnitt 0 % i flere år opp til 75 % i toppåret 1990. Prosentandelen frø med betydelige skader av grankonglemygg hadde tre toppår med mellomrom på 8-10 år, og var uten toppår siden 1990. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 13 %.

Andelen frø med betydelige skader av grankongleflue varierte sterkt fra år til år, med i gjennomsnitt 0 % i flere år opp til 50 % i toppåret 1980. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 5 %.

Andelen frø med betydelige skader av grankonglepyralide varierte sterkt fra år til år, med i gjennomsnitt 0 % i flere år opp til 35 % i toppåret 1980. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 2 %.

Betydelige skader av stor og liten kongledvergmålere var bare registrert i 1969, da hadde i gjennomsnitt 4 % av konglene slike skader.



Figur 10. Prosentandel per gjennomsnittlig kongleprøver for bare de kongleinsekter (uten frøinsekter og sopper) som har gjort betydelig skade eller mer i gran i serien på 39 år. Hvert diagramareal viser gjennomsnittlig prosent betydelig skadde kongler av kongleinsekter i gran per gjennomsnittlig kongleprøve i en tidsserie på 39 år ut fra analyser av grankongler.

Legg merke til at (Figur 10) det er ingen betydelig skade på granfrø i 2002. I innledningen ble år 2002 omtalt som et år med stor insektskade. I undersøkt materiale er det bare 20 kongleprøver fra dette året og fra de utvalgte tre regioner. Nesten alle disse hadde i merknadsfelt kommentarer som ”totalt skadd”, ”mye insektskade”, ”50 og 80 % angrepet av grankongleflua”, ”sterkt skadet” og disse ble ikke spesifisert på skadegjørere.

3.3.3 Fordelinger av kongle- og frøinsekter og sopper i kongleprøver per høydelag

Andelen kongler med betydelige skader av kongleglansvikler varierte sterkt fra høydelag til høydelag for hele tidsserien, med i gjennomsnitt 21 % i høydelag 1 og 4 opp til 85 % i høydelag 7 (Figur 11). Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 33,5 %.

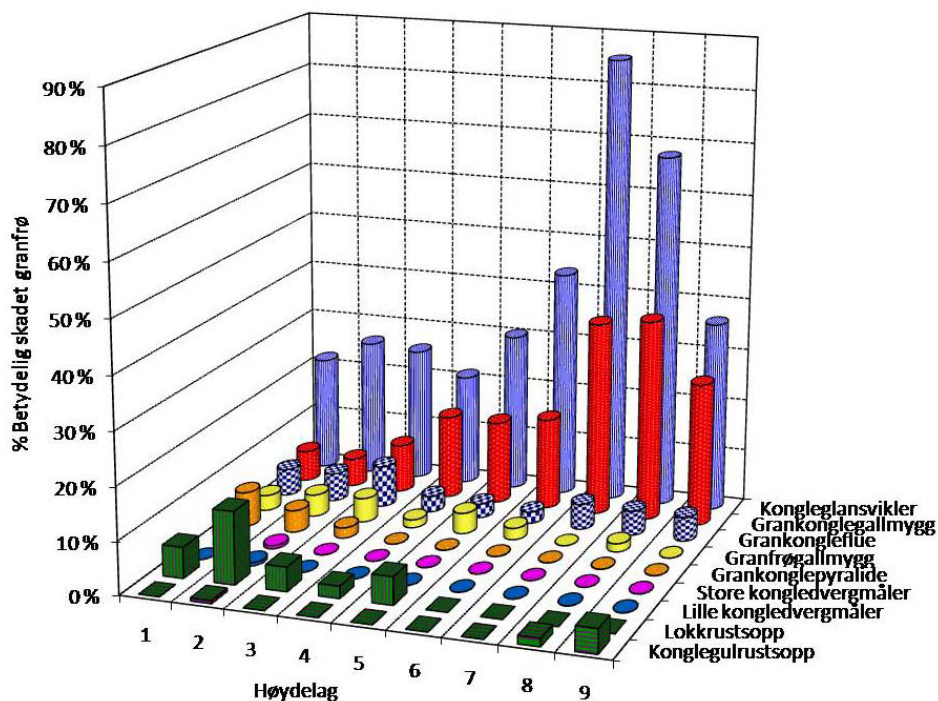
Av grankonglegallmygg tilsvarende andel varierte sterkt fra høydelag til høydelag for hele tidsserien, med i gjennomsnitt 5 % i høydelag 2 opp til 38,5 % i høydelag 8. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 14,6 %.

Av grankongleflua tilsvarende andel varierte noe fra høydelag til høydelag for hele tidsserien, med i gjennomsnitt 2,2 % i høydelag 6 opp til 7,8 % i høydelag 3. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 4,9 %.

Av granfrøgallmygg, grankonglepyralide, store og lille kongledvergmålere tilsvarende andel i en gjennomsnittlig skadegrad var under 3 % for hele tidsserien.

Andelen kongler med betydelige skader av lokkrustsopp varierte noe fra høydelag til høydelag for hele tidsserien, med i gjennomsnitt 2,3 % i høydelag 2 opp til 13,7 % i høydelag 4. Gjennomsnittlig skadegrad for hele tidsserien var 5,2 %.

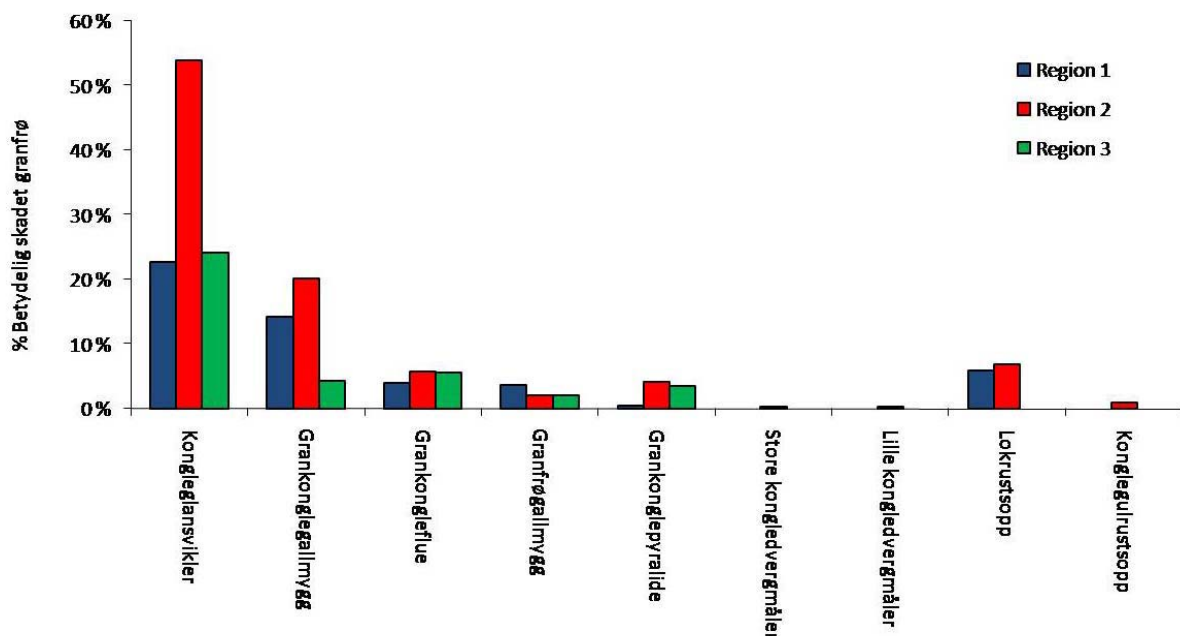
Av konglegulrustsopp tilsvarende andel i en gjennomsnittlig skadegrad var under 0,3 % for hele tidsserien.



Figur 11. Prosentandel per gjennomsnittlig kongleprøve av kongle- og frøinsekter og sopper som har gjort betydelig skade per høydelag i gran i serien på 39 år. Hver søyle viser gjennomsnittlig prosent av betydelig skadde grankongler pga. kongle- og frøinsekter og sopper i gran per gjennomsnittlig kongleprøve per høydelag.

3.3.4 Fordeling av kongle- og frøinsekter og sopper i kongleprøver per regioner

Samlet sett var gjennomsnittlig prosent av betydelig skadde kongler av alle skadegjørere størst på Østlandet (region 2). Skadegjørere; kongleglansvikler, grankonglegallmygg, grankongleflue, granfrøgallmygg og grankonglepyralide i gjennomsnittlig prosent gjorde betydelig skade på kongler i alle tre regioner (Figur 12). Kongleglansvikler gjorde nesten dobbelt så stor betydelig skade i region 2 som i 1 og 3. Grankonglegallmygg gjorde størst skade i region 2, så region 1 og minst i region 3. Skadegjørere som i gjennomsnittlig prosent gjorde betydelig skade på kongler i bare region 1 er: store og lille kongledvergmålere og konglegullrustsopp. Lokkrustsopp gjorde i gjennomsnittlig prosent betydelig skade på kongler i likt forhold i både region 1 og 2.



Figur 12. Forekomst av kongle- og frøinsekter og sopper fordelt på regioner etter analyser av grankongler i serien på 39 år. Hver søyle viser gjennomsnittlig prosent av betydelig skadde grankongler pga. kongle- og frøinsekter og sopper per gjennomsnittlig kongleprøve per region.

3.4 Korrelasjon mellom skadegjørere

Tallene i tabell 5 viser Spearman korrelasjon mellom alle skadegjørere i kongler og frø fra grankongleanalysene. Fete tall i tabell 5 fremhever noen av de sterkere korrelasjoner mellom gjeldende to skadegjørere. Korrelasjon er større når korrelasjonskoeffisient nærmer seg +1 eller -1. Negativ og noe stor korrelasjon på -0,59 mellom kongleglansvikler og granfrøgallmygg indikerer at disse to granfrøinsekter sjelden forekommer samtidig. Store og lille kongledvergmålere har relativt høy korrelasjon på +0,65 med konglegulrustsopp.

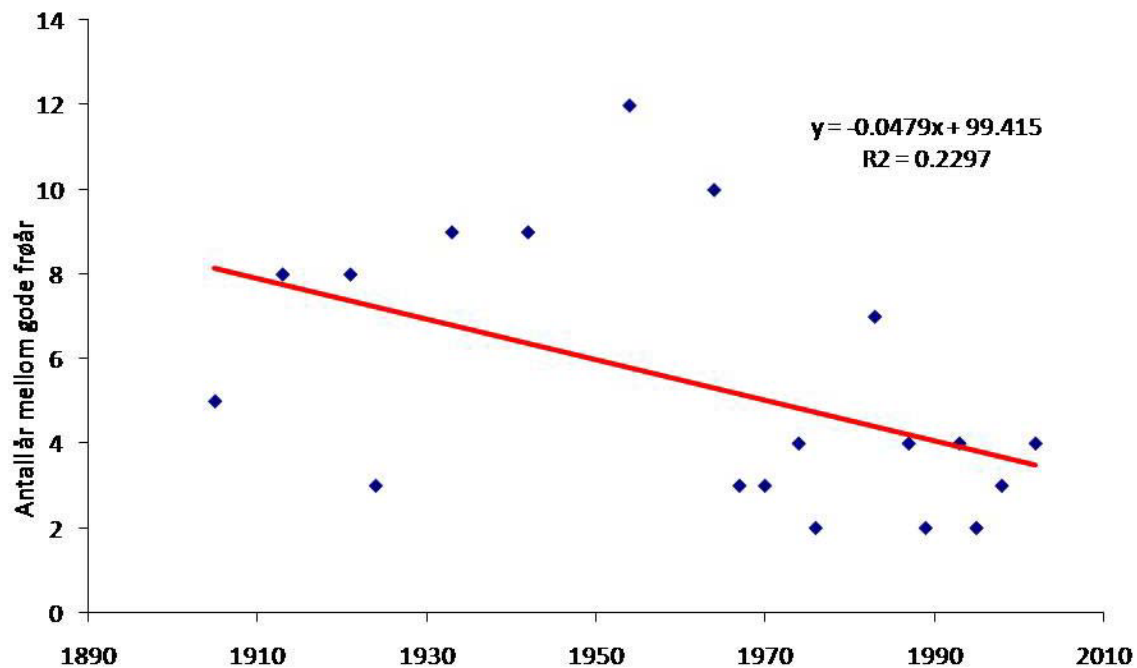
Tabell 5. Korrelasjon (Spearman) mellom registrerte skadegjørere i alt i en tidsserie på 39 år ut fra kongleanalyse.

	Kongle- glans- vikler	Grankongle- gallmygg	Granfrø- gallmygg	Lokkrust- sopp	Kongle- gulrust- sopp	Grankongle- pyralide	Lille kongledverg- måler	Store kongledverg- måler	Grankongle- flue
Kongleglans- vikler									
Grankongle- gallmygg	0,31								
Granfrø- gallmygg	-0,59	-0,37							
Lokkrust- sopp	0,02	-0,27	0,21						
Kongle- gulrustsopp	0,44	0,52	-0,26	-0,17					
Grankongle- pyralide	0,37	-0,18	-0,15	0,50	-0,19				
Lille kongledverg- måler	0,26	0,34	-0,18	0,02	0,65	-0,13			
Store kongledverg- måler	0,26	0,34	-0,18	0,02	0,65	-0,13	1,00		
Grankongle- flue	0,07	-0,12	-0,01	0,39	0,10	0,48	0,34	0,34	

Korrelasjon på +1 mellom store og lille kongledvergmålere betyr at disse to grankongleartene forekommer i dette tilfelle samtidig. Siden det er vanskelig å skille symptomene mellom disse to artene ble det på analysekortet ofte kryssset på begge uten at en er sikker på hvilken art det er. Derfor må den store positive korrelasjonen mellom disse ikke tas som riktig.

3.5 Hyppighet av gode kongleår

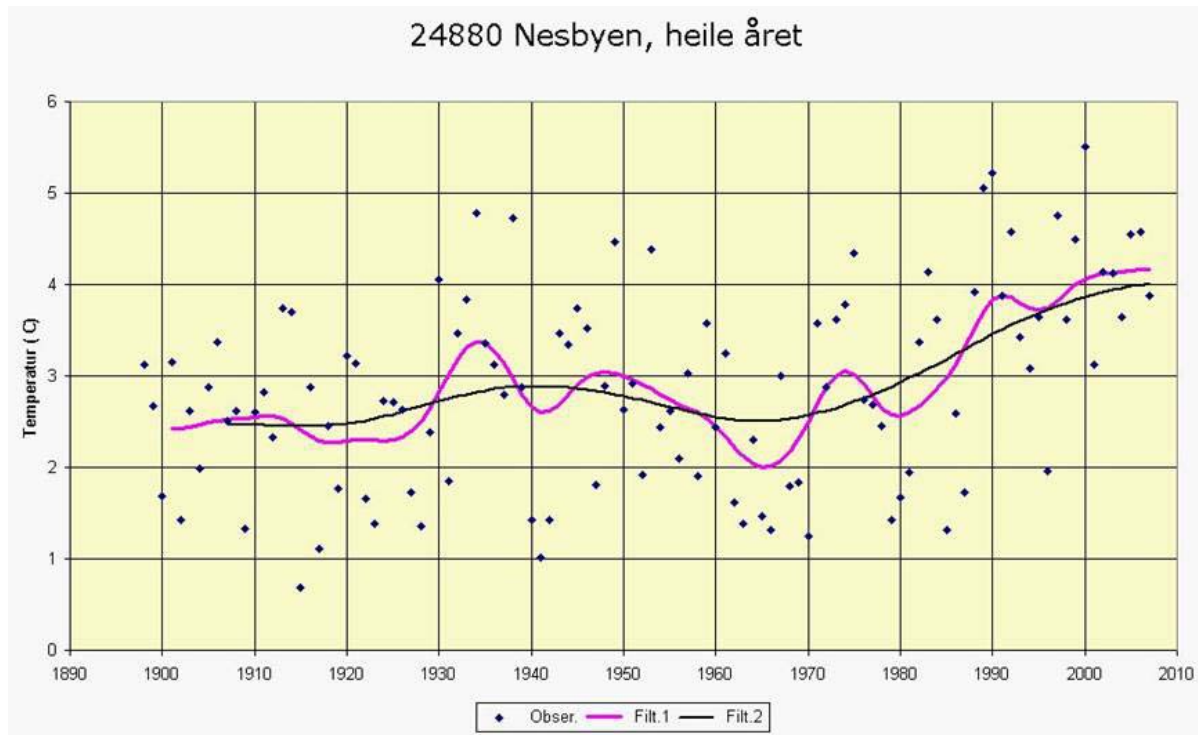
I en tidsserie på 100 år for lavereliggende strøk (Figur 13) var det alt fra 2 til 12 år mellom gode kongleår på gran på Østlandet og Sørlandet i lavliggende strøk. Det var hyppigere granfrøår i siste del halvdel av tidsserien enn i første. Tilsvarende synkende trend ble også funnet for høyereliggende strøk.



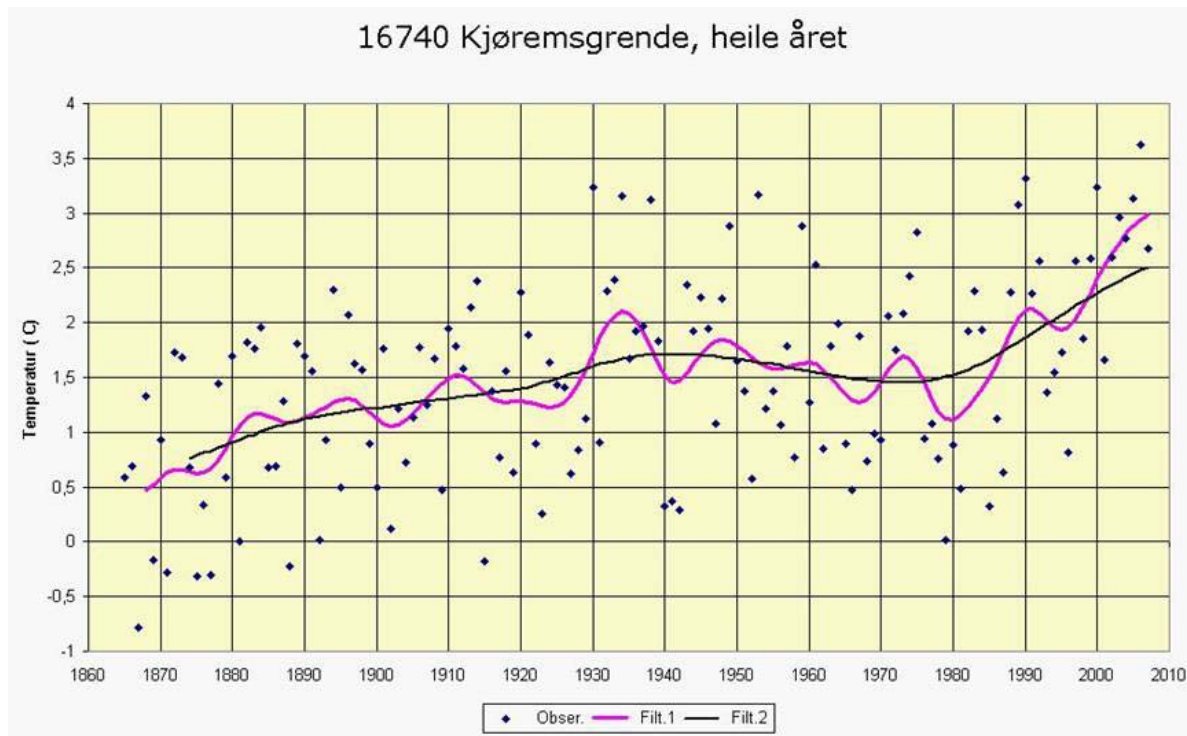
Figur 13. Hyppighet av gode kongleår på gran på Østlandet og Sørlandet i lavereliggende strøk, serie på 100 år. Hvert punkt representerer gode kongleår på Østlandet og Sørlandet i lavereliggende strøk i en serie på 100 år. Den synkende trenden er fremhevet med en lineær regresjon (rød linje; ligning gjengitt øverst til høyre). Materialet er hentet fra Skogfrøverkets oversikt på gode kongleår (Fystro 1993), og er tilrettelagt denne oppgaven.

3.6 Klima - temperatur

Det har i gjennomsnitt vært en økning i årlig middels lufttemperatur på Østlandet på 1,2 °C på de siste 110 år, siden målingene fra 1898 til i dag (Figur 14). I Dovre og Trøndelag har økningen vært på 1,4 °C på de siste 143 år, siden målingene fra 1865 til i dag (Figur 15). Brattest økning både på Østlandet og i Dovre og Trøndelag har vært de siste 20 år, fra 1980 og fremover.



Figur 14. Historisk gjennomsnittlig variasjon i lufttemperatur på Østlandet i serien på 110 år, kilde Meteorologisk institutt (Nordli 2008 a). Prikker representerer årlig middelstemperatur i serien på 110 år, lilla linje representerer middelstemperatur for en skala på 10 år for hele tidsserien, svart linje representerer middelstemperatur for en skala på 30 år for hele tidsserien.



Figur 15. Historisk gjennomsnittlig variasjon i lufttemperatur for Dovre og Trøndelag i serien på 143 år, kilde Meteorologisk institutt (Nordli 2008 a). Prikker representerer årlig middelstemperatur i serien på 143 år, lilla linje representerer middelstemperatur for en skala på 10 år for hele tidsserien, svart linje representerer middelstemperatur for en skala på 30 år for hele tidsserien.

4 Diskusjon

Det kan se ut fra trendene at forekomsten av de to viktigste frøinsekter i gran i Sør-Norge er vesentlig påvirket av utviklingen i klima over tid. Kongleglansvikler, som er vanligst i Trøndelag og i nordlig og høyereliggende strøk i Sør-Norge (Bakke 1994), har forekommet i mindre omfang i de siste årene som er blitt varmere. Granfrøgallmygg, som er vanligst i høyereliggende strøk i Sør-Norge (Bakke 1994), har forekommet i større omfang i de siste årene. Den negative korrelasjonen (-0,59) mellom kongleglansvikler og granfrøgallmygg er konsistent med at disse artene kan ha ulike klimatiske preferanser. Det vil si at disse to granfrøinsektene i vesentlig grad sjelden forekommer samtidig innenfor det spenn av klimatiske betingelser som finnes innenfor denne perioden i dette studieområdet. Hvis vi ser på de årlige middelstemperaturer (prikker) på figur 14 og 15, og figur 4 forekomst av kongleglansvikler (*Cydia strobilella* (L.)) ser vi at kongleglansvikler forekom mest i kaldere år. Med unntak av 1989, 1990 og 1997 da kongleglansvikler var i varmere år. Disse kom etter kalde år som hadde noe lavere gjennomsnittlig middelårstemperatur. Liknende synkronisering i forhold til de årlige middelstemperaturer (prikker) på figurene 13 og 14, og figur 5 forekomst av granfrøgallmygg (*Plemeliella abietina* (Seitn.)). Denne arten forekom stort sett mest i de varmere år. Unntak er 1986 og 1987 som var noe kaldere år som kom 2-3 år etter de varme 1983 og 1984 år. Granfrøveps (*Megastigmus strobilobius* (Ratz.)) er ikke så utbredt i Norge, men etter de få registreringer som er presentert på figur 6, vil jeg anta at om denne arten ikke synkroniserer med temperaturutviklingen så fortrekker den i grunn varmere fremfor kaldere år.

Jeg kjenner ingen publikasjoner på klimaeffekter på granfrøinsekter i Norge. En rekke studier konkluderer med at økt temperatur vil forårsake uheldige effekter i andre insektgrupper og systemer, som f.eks. insekter i tropiske skoger hvor relativt små endringer (1 til 2 °C) kan ha store effekter (Connor 2008). En sommerfuglart, pinjeprotesjonsspinner (*Thaumtopoea pityocampa* Schiff.) som er utbredt i Sør- og Melom-Europa er registrert å være økende aktiv i varme vinter under de siste 30 år (Battisti 2005). Et annet insekt, barkbillen "mountain pine beetle" (*Dendroctonus ponderosae* Hopkins) har utbredt seg i British Columbia, vest i USA, i de siste 10-årene som er blitt varmere (Caroll 2004). En undersøkelse av barkbiller på gran og furu i sør Tyskland relatert klima viser at det er en geografisk synkronisering mellom disse arters forekomst og klima (Klimetzek 1997). Data fra Meteorologisk institutt viser at det har vært en lineær økning i årlig middels lufttemperatur på

Østlandet på 1,2 °C de siste 110 år, og på 1,4 °C i Dovre og Trøndelag de siste 143 år (Nordli 2008 a). Som resultat av klimaendringer kan også resultere i en økning av tilveksten i granskog på 20-30 % på Østlandet og 10-20 % i Trøndelag. I en klimaprognose for Norge om 100 år (RegClim 2005) kom det frem at temperaturen vil kunne stige godt over 1 °C med risiko for økning opptil 4-6 °C. En langtidsundersøkelse på blomstring hos 20 treslag i Norge i periode 1971-2005 fra meteorologis institutt (Nordli 2008 b) viser at blomstringen har startet 7 dager tidligere i løpet av denne perioden. Etter et satellittkart (Norut 2006) som viser endring i vekstsesongens lengde i løpet av 1982 til 1999 har vekstsesongens lengde økt mellom 2 til 4 uker i Sør-Norge, unntatt fjellområdene. Vekstsesongens lengde har økt mest i lavereliggende strøk. Ved å sammenlikne resultater som gjelder forekomst av frøinsekter i tidsserien og resultater om utvikling i middels årlig lufttemperatur viser det seg at kongleglansvikler har forekommet mest i de kaldere årene. Granfrøgallmygg har stort sett forekommet mest i varmere år. For granfrøveps er det på grunn av lite forekomst vanskelig å finne ut om det har vært noen synkronisering med temperaturutviklingen. Jeg antar, etter mine registreringer av granfrøveps og som jeg har sammenliknet med historisk klimadata, at den fortrekker i grunn varmere fremfor kaldere år. Det synes som om disse insektartene har ulike temperaturpreferanser. I så fall vil en kunne tenke seg at det kan bli betydelige skader på kongler- og granfrø i kongleår uansett om både i et varmere og i et kaldere klima, siden alle disse artene er i stand til å gjøre stor skade.

I løpet av tidsserien, har høyereliggende strøk hatt relativt mest frøskade for artene kongleglansvikler og granfrøgallmygg i, mens for granfrøveps har lavliggende strøk gitt den relativt største frøskaden. Dette er interessant fordi de fleste granfrø som blir sanket kommer fra lavereliggende strøk i Sør-Norge. Det innebærer at det er mest skaden er relativt størst der det sankes minst frø (Tabell 4). Det kan også bety at det blir enda vanskeligere å få nok frø fra høyereliggende strøk, som har sjeldnere frøår (Fystro 1993). Resultater fra denne undersøkelse viser at både kongleglansvikler og granfrøgallmygg generelt foretrekker høyereliggende strøk i sydlige områder og lavereliggende strøk i nordlige områder i Sør-Norge. Dette kan forklares med at konglene som kommer fra region 1 bare er sanket fra skogen lavere enn høydelag 6, eller fordi klima i et gitt høydelag blir kjøligere når du går mot nord. Gjennomsnittlig prosent frøskade av granfrøveps i region 3 har i hovedsak funnet sted i lavliggende strøk, men skaden av denne sydlige arten kan tenkes å bli mer omfattende i høyere områder og lengre mot nord om vi får et varmere klima.

Resultater fra kongleprøvene viser noe høyere frøskade av frøinsekter enn sammenliknet med frøprøvene. Dette skyldes i først rekke at prøvene baserer seg på

forskjellig materialegrunnlag. Kongleprøvene inneholder ca 10 kongler plukket ut av 2 kilo tilsendte kongler. Kongleprøvene er basert på en rangert (deskriptiv) bedømmelse av skadeomfang på konglene. Resultatene fra kongleprøver viser bare andel av betydelig skadde kongler. Dette gir en større utslag i resultatverdien. Frøprøvene inneholder røntgenbilder av 2 ganger 100 frø som ble klenget ut av mengden på ca 1 eller 0,5 kilo andre tilsendte kongler (ikke fra de konglene som ble visuelt vurdert). Resultatene fra frøprøver viser andel skadet frø fått etter en kvantitativ telling av skadeomfang på frø etter gjennomgang av røntgenbilder. Disse resultatene er trolig mer presise enn de fra kongleprøvene. Metodeforskjellene gjør det også vanskelig å sammenligne resultater fra de to metodene. For eksempel skader etter kongleglansvikler under kongleprøver ble registrert både ut fra larver i konglemargen og i noen skårne frø, samt fra uthullede frø. Skadet frø av samme arten ble under gjennomgang av frøprøver registrert både som larva i frøet og som frø med larveekstremmitter. Siden en larve til kongleglansvikler kan spise opp til 7-10 frøanlegg (Bakke 1994), kan det godt mulig anslås at andel skadet frø er ikke samme som andel larver til kongleglansvikler i frøprøvene.

Grankongleinsekter alene eller sammen med granfrøinsekter, og spesielt i kombinasjon med sopp, kan prosentvis gjøre betydelige skader; i visse år opp til 80 % av innsamlede grankongler. Samlet sett har gjennomsnittlig frøskade av alle skadegjørere vært størst på Østlandet. Fra dette området kommer også de fleste grankongler som sankes fra granskogen og granfrøplantasjer og som blir levert til Skogfrøverket. blant skadegjørerne har grankonglepyralide, grankongleflue, grankongleallmygg, granfrøallmygg og kongleglansvikler har gjort betydelig skade på grankongler i alle tre regioner. Det betyr at disse geografisk sett forekommer i de fleste granskogene i Sør-Norge. Lokkrustsopp har gjort betydelig skade på grankongler i likt forhold i både region 1 og 2. Det tyder på at lokkrustsopp er en sopp som geografisk sett forekommer oftest i granskogene i Trøndelag og på Østlandet. Kongledvergmålere og konglegullrustsopp har gjort betydelig skade på grankongler i bare region 1. Det betyr at disse geografisk sett forekommer oftest i sydligere strøk i Sør-Norge.

Ut fra resultater om kongleår på gran kom det frem at det har blitt hyppigere med granfrøår i lavereliggende strøk i Norge etter andre halvdel til 20.-århundre, mens grankongleår før denne tiden har forekommet sjeldnere. Tilsvarende gjelder for hyppighet med granfrøår i høyereliggende strøk. I gode kongleår øker insektpopulasjonene voldsomt, mens i påfølgende år med lite kongler (som gjerne kommer ett/to år etter godt frøår) kan skadene bli veldig store. En kompliserende faktor i dette bildet er at mange av de aktuelle artene går inn i forlenget diapause (Bakke 1970; 1971). Vi kan summere opp at variasjonen i

sammensetningen av kongle- og frøskadegjørere i tid og rom er kompleks, noe som gjør det vanskelig å bedømme fullt ut hvordan den samlede skaden vil bli i ulike regioner og høydelag om endringen i sammensetning fortsetter i et pga. klimaendring.

Røntgenbilderresultatene viste at prosent av uskadde frø var 60 %, tomme frø 36 % og insektskadde frø 4 % (3 % granfrøgallmygg, 1 % kongleglansvikler). Selv om det var bare 4 % av frøprøvene som var skadet av frøinsekter, har det en økonomisk betydning om vi beregner kostnader knyttet til frøplantasjene, sankingen, kontroll, utvinningen og omsetting av frø og annet. Granfrøplantasjene har faste arealer hvor frøskader kan representere store tap. Økonomiske beregninger er imidlertid utenfor omfanget av denne oppgaven.

Prosent skadet frø av skadegjørere per gjennomsnittelig kongle- samt frøprøve per år for serien på 39 år skal ikke tas som endelig kvantitativt resultat, men må betraktes som veiledende. Tidsseriene i denne undersøkelsen er lange, men materialet representerer ikke fullt ut tilfeldig utvalg av materialer fra granskog generelt. Sanking har foregått oftest på grantrær etter hogst og dermed har vi ikke kontinuitet i materiale fra samme lokalitet over lengre tid. Det er heller ikke tatt hensyn til at hver art har en populasjonsdynamikk, som for de fleste artene er ukjent; og vi vet ikke hvordan parasittarter i kongle- og frøinsekter spiller inn (Bakkes 1953 Dessuten kan en rekke andre treslag, som også er innførte og brukt i plantaser i Norge, tjene som verter for de aktuelle kongle- og frøinsektene (Skrzypczyńska 1996). Vi vet ikke hvordan dette vil påvirke dynamikken av kongle- og frøskadegjørere og skaden av disse. Dette er et viktig forskningsområde som har betydning både for forvaltning og mulig biologisk kontroll av skadeinsektene, og som kan komme Skogfrøverket og planteskolene til nytte. Fremtidige studier vil forhåpentlig avhjelpe disse begrensningene.

5 Konklusjon

Tidsseriestudiene av kongle- og frøinsekter i denne oppgaven gir oss indikasjoner som kan være nyttige. Resultatene viser hvordan er tilstand og utvikling i forekomst i forhold til tid, regioner og høydelag med vekt på granfrøinsekter har vært. Økning i middels lufttemperatur, særlig i de siste 20 år, har trolig forårsaket hyppigere kongleår på gran og ulike trender for de respektive kongle- og frøskadegjørerne på gran. Kongleglansvikler har forekommet i mindre omfang i de siste årene som er blitt varmere, mens granfrøgallmygg har forekommet i større omfang i de siste årene. En tredje granfrøinsekt med som skader frø i stort omfang leneger sør i Europa er registrert ut fra røntgenbilder i Sør-Norge fra 1980 og fremover.

Varmere klima i nyere tid er en mulig forklaring på endringer i insektforekomst og hyppige kongleår. Temperaturen er viktig både for kongletilgang (blomstring og konglesetting, sverming mm.) samt for livssyklus til insekter i grankongler og -frø, og gjenspeiler seg blant annet i at vekstsesongens lengde i denne perioden har økt. Det er viktig med lav luftfuktighet for sverming. Økning i trolig forårsaket at tidspunkt for start av våren og startpunkt for våren har vært tidligere. Andre effekter av varmere klima vil anslagsvis, ved siden av grankonglenes motstandskraft som vil svekkes, særlig i grense til utbredelsesområder, føre til endringer i forhold til naturlige fiender og konkurrenter.

Det er en generell tendens til at insektene ikke gjør veldig stor skade i gode kongleår (formidlet v/ Ingvar Fystro, tidl. daglig leder ved Skogfrøverket). Det gjelder særlig i gode kongleår som kommer lenge etter et godt frøår. I gode kongleår oppformerer insekter seg og i år med mindre konglemengde, som kommer et/to år etter godt frøår, blir skadene veldig store. Gode geografiske data om virkelig kongle- og frømengde som granskogen produserer, definert i for eksempel vektenhet per areal, vil gi oss mulighet å finne ut mer om populasjons-svingninger, synkronisering mellom arter og artenes geografiske utbredelse. Dessverre finnes ikke slike data.

Det er viktig å fortsette med den konservative analysemetodikken av grankongler og røntgenbilder av granfrø i fremtiden slik at vi har samme bakgrunnsgrunnlag for videre studier på dette feltet. Skogfrøverket sitter med flere røntgenbilder og det jeg har sett er ca 17 % av alle røntgenbildene som ble tatt av granfrø fra hele landet og som finnes i arkiv så langt. Et moderne apparat for fremvisning av bilder med automatisk forstørrelse av bilder, som gir en mulig bedre analysemulighet av diverse data relatert til frø, vil være et nyttig skritt frem for en videre oppfølging og undersøkelser av frø ved Skogfrøverket.

Satsing på planteforedling i skogbruket og etablering og drift av flere granfrøplantasjer, i Norge i nyere tid, hvor granfrøtrær vokser under andre økologiske forhold enn vanlig granskog har særlig stort behov for nye kunnskap om overvåking og mottiltak av disse insekter.

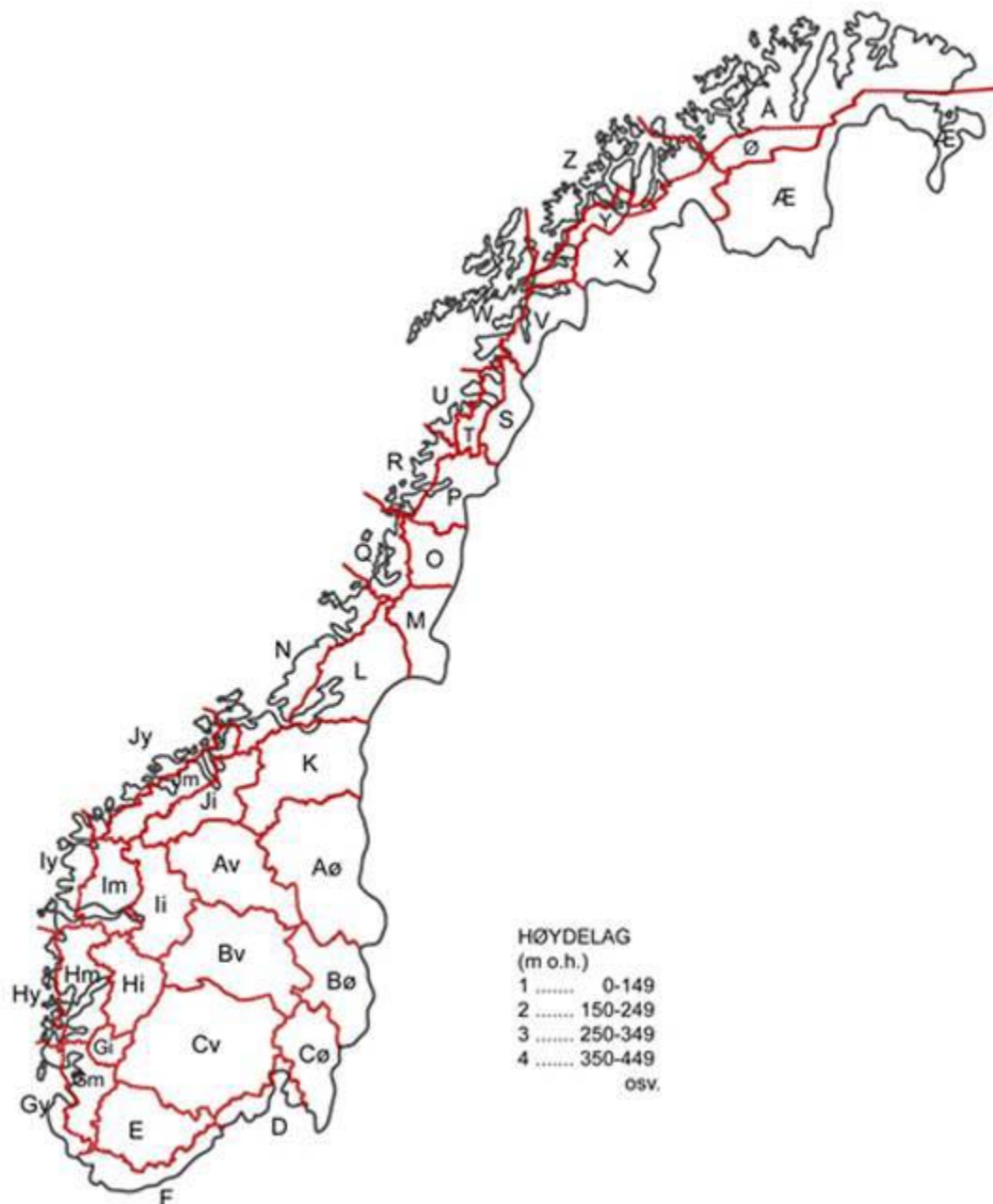
6 Referanser

- Annala, E. (1966). On the occurrence of *Plemeliella abietina* Seitn. (Dipt., Cecidomyiidae) and *Megastigmus strobilobius* Ratz. (Hym., Chalcididae) in Finland. Ann. Ent. Fenn. F. R. Institute. Helsinki: 3-9 s.
- Annala, E. (1981). Fluctuations in Cone and Seed Insect Populations in Norway Spruce. The Finish Forest Research Institute. Helsinki: 1-32 s.
- Bakke, A. (1953). Insekter i grankongler i det nordenfjellske Norge i 1951: en oversikt med særlig vekt på hymenopterfamiliene Chalcididae og Prototrupidæ. Oslo: 109 s.
- Bakke, A. (1955). Insects Reared from Spruce Cones in Northern Norway 1951. Særtrykk av Norsk Entomologisk Tidsskrift. Oslo, Zoological Museum. Bind IX: 152-212 s.
- Bakke, A. (1957). *Eucosma ratzeburgiana* (Ratz.) (Lep., Tortr.) injurious to spruce flowers in Norway. Norsk Entomologisk Tidsskrift. Oslo: 91-94 s.
- Bakke, A. (1963). Studies on the Spruce-Cone Insects *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonidae) and their Parasites (Hymenoptera) in Norway. Biology, Distribution and Diapause. Det norske Skogforsøksvesen. Volebekk: 1-151 s.
- Bakke, A. (1969). Grankonglenes skadeinsekter og frøplantasjene. Tidsskrift for Skogbruk: 255-263 s.
- Bakke, A. (1970). Effect of Temperature on Termination of Diapause in Larvae of *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lep., Tortricidae). Ent. Scand. I. Norwegian Forestry Research Institute. Vollebekk: 209-214 s.
- Bakke, A. (1971). Distribution of Prolonged Diapausing Larvae in Populations of *Laspeyresia strobilella* L. (Lep., Tortricidae) from Spruce Cones. Norsk entomologisk tidsskrift 18. Vollebekk: 89-93 s.
- Bakke, A. (1974). Bekjempelse av skadeinsekter ved hjelp av mikroorganismer. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd. Oslo: 1-7 s.
- Bakke, A. (1994). Insekter på skogtrær. Landbruksforlaget. Oslo: 1-119 s.
- Battisti, A. e. a. (2005). Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. Ecological Applications 15: 2084-2096
- Berg, J. e. a. (2004). Processmodeller för boreal skog "Starka och svaka sidor". Klimaseminar. Radisson SAS Plaza hotel. Oslo: 1-24 s.
- Bye, H. R. (2008). Om x-ray fotografering. Skogfrøverket. Hamar: 1 s.
- Børset, O. (1985). Skogskjøtsel 1. Landbruksforlaget. Oslo: 1-494 s.
- Carroll, A. L. e. a. (2004). Effects of climate change on range expansion by the mountain pine beetle in British Columbia. In: Mountain pine beetle symposium: challenges and solutions (ed. T.L. Shore, J.E. Brooks and J.E. Stone). Natural Resources Canada, Information Report BC-X-399, Victoria, BC: 223-232 s.
- Connor, S. (2008). "Insects 'will be climate change's first victims'." Retrieved 07. mai 2008 on World Wide Web: <http://www.independent.co.uk/news/science/insects-will-be-climate-changes-first-victims-821616.html>.
- Edwardsen, Ø. M. (2005). Cone- and seed infesting insects in *Norway spruce*. Exsperience from Norway. Presentation at Skogforsk. Uppsala, Sweden, The Norwegian Forest Seed Station: 1 s.
- Edwardsen, Ø. M. & Johnsen Ø. (2006). "Foredling av skogplanter - Gir trær for fremtiden." Skogeieren nr 11: 1 s.
- Fysto, I. (1993). "Sumarisk oversikt over år med god frøsetting." Retrieved 20. januar 2008 on www: <http://www.skogfroverket.no/Web/Informasjon/Artikler/Gode%20froar.htm>.
- Fysto, I. (1962). Skogbrukets frøforsyning. Skogbruksbok. Skogforlaget. Oslo: 299-318 s.

- Fystro, I. (1968). Frø og frøbehandling. Det norske Skogselskap. Oslo: 1-28 s.
- Hannerz, M. e. a. (2000). Tall- och granfroplantager i Sverige - en beskrivning med analys av framtida froforsorjning. SkogForsk. Uppsala: 1-40 s.
- Kišija, S. (1991). Skogenes helsetilstand i Øvre Vrbaselva skogdistrikt i sentral-Bosnia. Univerzitet u Sarajevu: 1-42 s.
- Klimetzek, D. & Yue, C. (1997). Climate and forest insect outbreaks. *Biologia*, Bratislava, 52 (2): 153-157 s.
- Landbruks- og matdepartementet. (2007). "St.prp.nr.1 LMD (2007-2008): om effekter av klimaendringer på skogfrøforsyningen (s. 85-86), sikring av forsyningen av foredlete frø (s. 102)." Retrieved 28.februar 2008 on World Wide Web: <http://www.regjeringen.no/nn/dep/lmd/Dokument/Proposisjonar-og-meldingar/Stortingsproposisjonar/2007-2008/Stprp-nr-1-2007-2008-.html?id=483947>.
- Miljøverndepartementet. (2006). "St.meld. nr. 34 (2006-2007) Norsk klimapolitikk." Retrieved 28. februar 2008 on World Wide Web: <http://www.regjeringen.no/pages/1988897/PDFS/STM200620070034000DDDPDFS.pdf>.
- Nordli, Ø. e. a. (2008 a). "Klimahistorisk oversyn." Retrieved 01.mars 2008 World Wide web på http://retro.met.no/met/ver_100/klimahistorie/index.html.
- Nordli Ø. e. a. (2008 b). "Regional trends for bud burst and flowering of woody plants in Norway as related to climate change." Retrieved <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18418631>.
- Norsk Genressurssenter. (2008). "Foredling av skogstrær." Retrieved 29.februar 2008 World Wide Web på http://www.skogoglandskap.no/temaer/foredling_skogtrær.
- Norut, I. A. (2006). "Endring i vekstsesongens lengde." Retrieved 09.april 2008 World Wide Web på http://www.miljostatus.no/templates/status___5272.aspx
- RegClim. (2005). "Norges klima om hundre år – usikkerheter og risiko." Retrieved 26.april 2008 on World Wide Web: <http://regclim.met.no/>.
- Roll-Hansen, H. F. (1993). Sykdommer på skogstrær. Landbruksforlaget. Oslo: 1-120 s.
- Roques, A. (1983). Insectes ravageurs des cônes et graines de Picea (Epiceas). Les insectes ravageurs des cones et graines de conifères en France. INRA. Paris: 39-55 s.
- Seifert, M. e. a. (2000). The effect of spruce cone insects on seed production in Switzerland. *J. Appl. Ent.* . The Swiss Federal Research Institute WSL. Birmensdorf: 269-278 s.
- Simak, M. (1955). Bestämning av insektskador på granfrö medelst röntgen-fotografering. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Serien uppsatser nr 41. Stockholm: 299-310 s.
- Simak, M. (1980). X-radiography in Reaserch and Testing of Forest Tree Seeds. Tree and Shrub Seed Handbook. The Swedish University of Agricultural Sciences. The International Seed Testing Association. 1st Edition 10/91. Umeå: 1-34 s.
- Skogfrøverket. (1995). "Sankeområder for skogbrukets frøforsyning.". Hamar: 1-13 s.
- Skogfrøverket. (1999 a). Strategisk plan for skogfrøforsyning, planteforedling og genebevaring. Hamar: 1-10 s.
- Skogfrøverket. (1999). Frø - kimen til ny skog. Hamar: 1-15 s.
- Skogfrøverket. (2004). Soppsykdommer og skadeinsekter på kongler og frø. Hamar: 1-8 s.
- Skogfrøverket. (2008 a). "Frøplantasjer." Retrieved 29.februar 2008 World Wide Web på <http://www.skogfroverket.no/Web/Froavl/froplantasjer.htm>.
- Skogfrøverket. (2008 b). "Konglesanking." Retrieved 02. mars 2008 www på http://www.skogfroverket.no/Web/Froverksdrift/Konglesanking/gangen_i_kongleprover.htm

- Skogfrøverket. (2008 c). "Dyr som liker grankongler." Retrieved 06.03.2008 www på <http://www.skogfroverket.no/Web/Froverksdrift/Konglesanking/dyr%20som%20liker%20kongler.htm>.
- Skogfrøverket. (2008 d). "Bestemmelsesnøkkel for insekter i kongler." Retrieved 06.03.2008 World Wide Web på <http://www.skogfroverket.no/Web/Froverksdrift/Konglesanking/bestemmelsesnøkkel.htm>.
- Skog og landskap (2008). "Krysstabell med landsskogstakseringens data." Statistikk fra landsskogstakseringen Retrieved 26.januar 2008 on World Wide Web: http://www.skogoglandskap.no/artikler/2007/Landsskogdata_krysstabell.
- Skrzypczyńska M. & Roques A. (1987). *Megastigmus strobilobius* Ratzeburg, 1848 (*Hym.*, *Torymidae*): its morphology, life history and economic significance. Journal of Applied Entomology (Germany, F.R.). Academy of Agriculture. Krakow: 484-495 s.
- Skrzypczyńska, M. (1986). Insects of Cones and Seeds of Norway Spruce, *Picea Abies* (L.) Karst. in Poland. Proceedings of the 2th Conferance of the Cone and Seed Insects, working party conferance S2.07-01. Krakow, IUFR: 27-38 s.
- Skrzypczyńska, M. (1996). Kono- i seminifagi świerka *Picea* spp. Owady - szkodniki nasion i szyszek drzew iglastych. Gutenberg: 53-78 s.
- Sokal R.R. & F. James R. (1981). Biometry. New York: 1-843s.
- Wiersma, N. (1979). Cone and Seed Insects in Europe. Swedish University of agriculture Sciences. Uppsala: 1-12 s.

Vedlegg 1 – Sankeområder for skogfrø



Vedlegg 2 – Analysekort av grankongler

STATENS SKOGFRØVERK - HAMAR

Prøve nr. 1

19.68 KONGLEPRØVE / FRUKTER AV GRAN Reg. nr. 1138

Sankedato	Sankeomr. og h.o.h.	Sankested / kommune	Konglefarge	Konglelengde (m. av 10) cm	Vanninnhold i % av friskv.	Sidesnitt kongler antall frø	
						I alt	Matet
5.9							
5.9	M 349	Lierne, Skjellbreid	mørke rød-violet	8,3	55,5 / 56,3	55,9	
Margenitt kongler antall frø		Frøskall (farge, størrelse etc.)	Endosperm (konsistens og -farge)	Embryo (utvikling modning)	Tomfrø og løttfrø, ansl. vis %	* Sopp-skader	
I alt						Lokkrust	Gulrust
Matet							Diverse
25		lys gul-	lys-g. fast	lysem, men	30		
20		brun	brun	syrlig, både			
16			brun	små og gule stier			
* Insektskader (lengdesnitt og inntrykk for øvrig)							
Grankonglevilder	Grankonglegallmygg	Grankonglegallmygg	Grankonglemøll	Lille grankonglemøll	Store grankonglemøll	Grankongleflue	Diverse
1	1						
							Andre skader
							** Konglenes antatte brukbarhet (freantall, modning og skader sett under ett)
							1. (3)

* 0 = Ingen synbar skade av sopp eller insekter
1 = Ubetydelig " " " " "
2 = Betydelig " " " " "
3 eller 3T = Meget stor eller total skade

** 0 = Konglene helt ubrukbare
1 = " av liten brukbarhet
2 = " av middels brukbarhet
3 = " av god brukbarhet

Konglemengde der prøven ble tatt (skjønnsmessig)

Rel. kg.tilgang i kronene					Trær med kg.t. i % av hørs. trær	Merkn.
0	0,3	0,5	0,7	1,0		

SKOGFRØVERKET
Statistisk Det norske Skogfrøverk

Prøve nr. 130

20.06 KONGLEPRØVE / FRUKTER AV Gran Reg. nr. 4347

Sankedato	Sankeomr. og h.o.h.	Sankested / kommune	Konglefarge	Konglelengde (m. av 10) cm	Vanninnhold i % av friskv.	Sidesnitt kongler antall frø	
						I alt	Matet
2/10							
3/10	L1	Forbred / Lein, Urdal	brune		26,0 / 26,4	26,2	
Margenitt kongler antall frø		Frøskall (farge, størrelse etc.)	Endosperm (Konsistens og -farge)	Embryo (Utvikling modning)	Tomfrø og løttfrø, ansl. vis %	* Sopp-skader	
I alt						Lokkrust	Gulrust
Matet							Diverse
8 10							
7							
12							
* Insektskader (lengdesnitt og inntrykk for øvrig)							
Grankonglevilder	Grankonglegallmygg	Grankonglegallmygg	Grankonglemøll	Lille grankonglemøll	Store grankonglemøll	Grankongleflue	Diverse
			X			X	
							Andre skader
							** Konglenes antatte brukbarhet (freantall, modning og skader sett under ett)

* 0 = Ingen synbar skade av sopp eller insekter
1 = Ubetydelig " " " " "
2 = Betydelig " " " " "
3 eller 3T = Meget stor eller total skade

** 0 = Konglene helt ubrukbare
1 = " av liten brukbarhet
2 = " av middels brukbarhet
3 = " av god brukbarhet

Konglemengde der prøven ble tatt (skjønnsmessig)

Rel. kg.tilgang i kronene					Trær med kg.t. i % av hørs. trær	Merkn.
0	0,3	0,5	0,7	1,0		

insekter: 1-2 flue, møll
Generelt: lite frø i konglene.
* 3 trær? Hørs. av hørs. trær.

Vedlegg 3 – Kongletilgangsskjemaer (blomstrings- og konglesettingsskjemaer)

a)

GRAN Picea abies

BLOMSTRING OG FRØSETTING

Hunnblomst

Rød eller gul? Fargen på konglene er genetisk bestemt og de blir alle brunfarget til slutt.

REGISTRERING av frøsetting på forsommen skjer ved å se etter hunnblomstene /konglene. Ved meget god blomstring / frøsetting er det mye kongler i den øvre halvdel av kronen.

Blomsterknoppene anlegges i månedsskiftet juni - juli året før og varmt vær i denne perioden vil kunne føre til god blomstring. Knopper med anlegg for hannblomster dannes bl.a. ved basis av siste års skudd. Man kan derfor tidlig på høsten skaffe seg et bilde av vårens blomstring ved å lete etter knopper her. Det er imidlertid ikke alltid godt samsvar mellom antall hann- og hunnblomster.

Hannblomster

Gran setter frø fra ca. 30 år på frittstående trær. Rik

blomstring skjer først en del seiere. Trærne blomstrer i

mai - juni. Blomsterknoppene vil være de første knoppene

som springer om våren. Gran

er sambu, hann og hunn- blomster er på samme tre.

Hunnblomstene, de såkalte

redkonglene, dannes i

endeknoppene i den øvre del av kronen. Hannblomstene

dannes i den nedre del av kronen. Pollineringen skjer

ved vindbestøvning. Frøet er vanligvis modent i september

- oktober og sinking kan foregå fra oktober til ut i

februar. Varm og tørr høst kan føre til tidlig trefall. Det

kan gå lang tid mellom de gode frøårene. Gran setter frø

med 4-7 års mellomrom eller mer.

DARLIG

Sprøtte kongler eller liten dusk i toppen (ikke sankeverdig)

GOD

Bra med kongler i de øverste 2-3 meter av krona

MEGET GOD

Mye kongler i den øvre halvdel av krona

SVÆRT GOD

Mye kongler over storparten av krona

SKOGFRØVERKET

Stiftelsen Det norske Skogfrøverk

b)

SKOGFRØVERKET

Stiftelsen Det norske Skogfrøverk

Registrering av konglesetting i granskog

Klassifisering for utfylling av skjema

0 - Ingen eller meget dårlig tilgang

De fleste trærne er uten kongler, men enkelte trær kan ha spredte kongler eller en liten dusk med kongler i toppen (DÅRLIG)

1 - Dårlig tilgang

Det er litt kongler hogstklassene 4 og 5. De fleste trærne har bare spredte kongler eller en liten dusk i toppen (DÅRLIG). Enkelte trær kan likevel ha bra med kongler i den øverste delen av krona (GOD)

2 - God tilgang

Det er bra med kongler i hogstklassene 4 og 5. Mange trær har bra med kongler i de øverste 2-3 meter av krona (GOD). Enkelte trær har mye kongler i øvre halvdel av krona (MEGET GOD). Det kan også være litt kongler i yngre skog

3 - Meget god tilgang

Det er bra med kongler i hogstklassene 4 og 5. Det er stort sett mye kongler i øvre halvdel av krona (MEGET GOD), men i tette bestand er gjerne tilgangen mindre. Frittstående trær og trær i bestandskanter kan ha kongler over storparten av krona (SVÆRT GOD). Det kan også være en del kongler i yngre skog

Husk at dato for pollenfall også skal noteres!

Vurdering av kongletilgang på enkelttrær

DÅRLIG

Spredte kongler
eller en liten dusk
i toppen

GOD

Bra med kongler i
de øverste 2-3
meter av krona

MEGET GOD

Mye kongler i øvre
halvdel av krona

SVÆRT GOD

Mye kongler over
storparten av
krona

12.04.06

Vedlegg 4 – Konglemengderapporter

Blanderapport										
Parti nr.	Treslag	Bes. tegning	Distrikts- navn	Fra klengenr., hl. kgl. eller kilo frø			Spire % 21 d		Analysebevis J. nr.	Anmerking:
				Nr. klengenr.	hl.	Sum	Kilo	Sum		
5177	Gran	F1/83	Molond	2799, 2876			700			
			Tredskand	2896			320	11,65	13/93/40	
5180	"	F1/83	Marnardal	2796			850	16,42	37/93/45	Frøskolest. nr 818
5181	"	B4/83	Stange	2796			1 848			
			Zingsaker	2872			366			
			Grue	2864			162			
			Sør-Dal	2820			1 098			
			Våler i Sør	2885			1 129			
			Åsnes	2841			671			
			Løten	2842, 2892			774			
			L. Vorma	2861			1 064	147,69	10/69/89	
5182	"	C3/83	Nittedal	2718, 2725, 2752, 2776, 2808			3 577			
			Bærum	2761, 2802, 2877			1 165			
			Nes	2794			921			
			Notodden	2820			247			
			Nannestad	2843			2 014			
			Zollag	2866			457			

Statens skogforverk
J. nr. 797/71

Landbruksdepartementet
Skogdirektoratet

Fylkesoversikt

over skogtrærnes frøsetting

Blad nr.

1971

Fylles ut av fylkesskogkontor.
Sendes Skogdirektoratet innen 20/7 i Nord-Norge 20/8.
Bruk forkortelser ved utfyllingen.

Sammendrag av herredskogmestrenes oppgaver (Bl.nr. 53a).

Fylke

Telemark

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Herredskogmesterdistrikt	Sonke- område Hedde- lag	Blomstringss				Tilgang på kongler på de trær som har såddane			Antall trær som har kongler (i % av herskende trær)		Konglenes				Kan sanking tilrås?		Merknader (bruk også baksiden hvis nødvendig)
		begynnelsesdato		styrke		G	F ₁	F ₂	G	F ₁	F ₂	størrelse		summet	G	F ₁	
		G	F	G	F							G	F ₁				
Porsgrunn	D 2	15/5	15/5	Svak	Svak	0,1	0,3	0,3	5	40	Små	Middels			Nei	Nei	
Siljan	C 1-3	15/5				0,3	0,3	0,3	0	40							
Skien	C 1-2-3	1/6		Svak		0,1-0,3	0,1-0,3		30		Middels		God		Nei	Nei	
Nome	C 1-3	23/5	1/6	Svak	Svak	0,3	0,3	0,3	60		Middels	Midd.	God	God	Nei	Nei	
Sauherad	C 1-3	1/6		Svak		xxx	0,5	0,5	70		Middels		God		Nei	Ja	
Be	C 1-4 (1-3)	1/6		Svak			0,3	0,3	50						Nei	Truleg ikke	
Seljord	C 2-4	1/6	1/6	Svak	Svak		0,3										
Hjartdal	C 3	24/5	5/6	Svak	God	0,3	0,5	0,5	10	40	Små	Middels			Nei	Ja	
Notodden	C 2-4	30/5	4/6	Svak	God	0,3	0,5	0,5	2	50	Middels		Utmerk		Nei	Ja	
Tinn	C 4	3/6	7/6		God		0,5	0,5		50		Store			Nei	Ja	
Vinje	C 3-7							0,3		5		Små			Nei	Nei	
Tokko	C 3							0,5		30		Middels		God			Lokalt
Fyresdal	C 2-6		9/6		God			0,5		20		Middels		God		Ja	
Nissedal	C 3-5		3/6		Svak		0,3	0,3									
Kviteseid	C 1-5	7/6	4/6		God	0,3	0,5	0,3	2	40		Middels		God	Nei	Delvis	
Drangedal	C 1-4	1/6	1/6	Svak	God	0,1		0,4		60					Nei	Muligens	
Kragersø og Bamble	D 1		1/6		God		0,5	0,3		40		Små				Nei	

B-126, 500, 3-65, 1-5, 1970

Vend

**SKOGFRØVERKET**

Stiftelsen Det norske Skogfrøverk

Postboks 118, N-2301 Hamar
www.skogfroverket.no

ÅR:

MELDING OM SKOGTRÆRNE FRØSETTINGFylles ut av alle skogkommuner og rapporteres innen 1/7 (N-Norge 15/7) på www.skogfroverket.no

FYLKE: DISTRIKT: SANKEOMRÅDE:

KOMMUNER SOM OMFATTES AV DENNE REGISTRERINGEN:

Treslag	Høyde- lag (fra-til)	Årets blomstring		Kongle- eller fruktsetting Tilgang**	Merknader
		Dato for pollenfall	Styrke*		
GRAN	1-3				
"	4-6				
"	7-9				
FURU	1-3				2-års kongler
"	4-6				" "
"	7-9				" "
SITKA / LUTZ	1-3				
LERK	1-3				
HENGEBJØRK	1-3				
DUNBJØRK	1-3				
SVARTOR	1-3				
GRÅOR	1-3				
HEGG	1-3				
ROGN	1-3				
ASK	1-3				
ALM	1-3				
BØK	1-3				
LIND	1-3				
SPISSLØNN	1-3				
SØTKIRSEBÆR	1-3				
HASSEL	1-3				
VINTEREIK	1-3				
SOMMEREIK	1-3				
	1-3				
	1-3				
	1-3				

* Blomstringsstyrken angis som (skyggelagte feltet utgår):
0 = ingen, 1 = dårlig, 2 = god, 3 = meget god

Dato:

** Tilgangen på kongler / frukter angis som (2-års kongler for furu):
0 = ingen, 1 = dårlig, 2 = god, 3 = meget god

Underskrift:

Landbruksdepartementet

skogavdelingen

SKOGBRUKETATEN

06.07.87 01503

Melding om skogtrærnes frøsetting

Fylles ut av herredsskogmestere. Sendes innen 15/7 (i Nord-Norge 25/7) til vedk. fylkesskogkontor. Videre sendes derfra innen 30.7 (i Nord-Norge 1/8) til Statens skogfrøverk (for Vestlandet til Norsk institutt for skogforskning Stend, 5047 STEND). Fylkeskogkontorene sender samtidig sammendrag (Bl. M-030 Fylkesoversikt) til Skogavdelingen. Bruk forkortelser ved utfyllingen.

Sankeområde				Høgdelag(ene)						
Kongsvinger				2 - 4						
Fylke				Herredsskogmesterdistrikt						
Hedmark				Kongsvinger						
Treslag	Høgdelag	Blomstringens		Var været gjennomgående tørt eller fuktig under blomstringen?	Tilgangen på kongler eller frukter på de trær som har slike*	Antall trær som har kongler (angis i % av de herskende trær i bestandet)	Konglenes eller fruktenes		Er frøsettingen så bra at sanking kan tilrås?	Merknader (insekt- og sopp-skader etc.)
		begynnelse	styrke				størrelse	sunnhet		
Vanlig gran	2-4	25.5	God	Fuktig	0,5	80	for	tidlig	Ja	
Vanlig furu	2-4	28.5	God	-	0,7	80	-	-		
Sitkagran							å	si	noe	om
Lerk										
Lavlandabjørk										
Vanlig bjørk										
Ask										
Bak										
Eik										

* To-årlige kongler hos furu

Dato: 3 / 7 19 87

Paal Øieren
Paal Øieren
(tillitsmann)

Veiledning

- Sankeområde og høgdelag oppgis i samsvar med: «Forskrifter om frø- og planteforsyningen i skogbruket», utgitt av Skogdirektøren. Hvis det er stor forskjell på kongletilgangen i de forskjellige høgdelag, må det fylles ut flere skjemaer.
- Blomstringens begynnelse oppgis med en bestemt dato for alminnelig støvfall i skogen. Hvis det fylles ut bare ett skjema for distriktet, brukes datoen for det laveste høgdelag.
- Blomstringens styrke oppgis som ingen, svak, god, utmerket (ing., sv., g., utm.).
- Tilgangen på kongler eller frukter på de trær som har slike.

Gran: oppgis med 0 (ingen) når det ikke finnes kongler.
 » » » 0,3 (dårlig) når det kun finnes enkelte spredte kongler på treet eller en liten dusk øverst i toppen.
 » » » 0,5 (god) når det er mye kongler på kronens øverste 2-3 m uten nevneverdig tilgang for øvrig.
 » » » 0,7 (meget god) når det er mye kongler på øverste halvdel av kronen.
 » » » 1,0 (utmerket) når det er mye kongler over storparten av kronen.

Furu: » » » 0 (ingen) og 0,3 (dårlig) som for gran.
 » » » 0,5 (god) når konglene stort sett sitter enkeltvis ut mot greinspissene i øverste del av kronen.
 » » » 0,7 (meget god) når konglene stort sett sitter 2 og 2 ut mot greinspissene i øverste del av kronen.
 » » » 1,0 (utmerket) når konglene stort sett sitter 3 og 3 (eller flere) ut mot greinspissene i øverste del av kronen.
- Antall trær som har kongler angis i prosent av de herskende trær i bestandet. Ved bedømmelsen kommer bare i betraktning herskende trær i bestandet, ikke enkeltstående trær på åpninger, beiter m.v.
- Konglenes størrelse:
 Gran: Små inntil 8 cm lange, middels 8 til 11 cm og store over 11 cm (sm., m., st.).
 Furu: Små inntil 3 cm lange, middels 3 til 5 cm og store over 5 cm.
- Konglenes sunnhet oppgis som dårlig, god eller utmerket (d., g., utm.). I merknadsrubrikken oppgis om mulig hva slags insekt, sopp e.l. som eventuelt har skadet konglene. (Se neste side).

M-029 3009 E. Sem A.4 6.75

Vend!

Vedlegg 5 – Skadegjørere i grankongler og -frø, veiledning

Skadeinsekter på grankongler og granfrø, samt soppskader

En oversikt med bestemmelsestabell for larvene

Av skogforskningsleder dr. Alf Bakke (1964)

INSEKTER I BLOMSTER, KONGLER OG FRØ PÅ GRAN

I. Blomstene blir angrepet av en sommerfugllarve, slik at konglene tørker på et tidlig stadium, allerede i juni.
Den rustrøde granskuddvikleren *Eucosma razeburgiana* Ratz.

II. Konglene og frøene blir angrepet mens de vokser og modnes.

A. Konglenes utseende viser at de er skadd.

1. Det dannes gulbrune kvæklumper utenpå konglene, som ofte blir krumboydte og tørker i spissen. **Grankongleffua**, *Pegohylemyia anthracini* Czerny.

2. Klumper av ekskrementer blir avsatt utenpå konglene, og en skittenråd sommerfugllarve eter av kongleskjellene.

a. Larve med fem par vorteføtter, fire par midt på kroppen og ett par bak, eter de indre delene av kongleskjellene og frøene.
Grankonglemøilet, *Dioryctria abietella* Schiff.

b. Larve med to par vorteføtter, ett par bak midten av kroppen og ett par helt bak, eter på tilsvarende måte.

1) Larvens ryggside skitten, kjøttfarget med fem lyse lengdestriper, buksiden skittenhvitt.
Den lille grankonglemåleren, *Eupithecia bilunulata* Zett.

2) Larve med samme utseende, men uten de fem lyse lengdestriper.
Den store grankonglemåleren, *Eupithecia pinis* Retz.

B. Konglene ser friske ut.

1. Frøene angrepet.

a. Frøene gjennomhullet og fylte med brune ekskrementer. Hvite sommerfugllarver rundt akselen eller i konglemargen.
Grankonglevikleren, *Laspeyresia strobilella* L.

b. Frøene uten hull, men tilspisset og deformert. Frøhvit oppåst av en gul, fotløs larve som overvintrer inne i frøet.
Granfrøgallmyggen, *Plataniella abietina* Seitz.

2. De sentrale delene av selve konglen angrepet.

a. Hvite kokonger med gule larver i de tykkere delene av kongleskjellet.
Grankonglegallmyggen, *Kaltenbachiola strobis* Winn.

b. Kongleaksen og de tykkere delene av skjellene på eldre kongler angrepet av hvite, krumboydte larver.
Grankonglebillen, *Ernobius abietis* Fabr.

Grankonglemøilet

Larven finner en bare i konglene om sommeren og utover høsten. Før kulden setter inn, er den som regel fullvoksen og kryper ned i jorden hvor den forpupper seg neste vår. Larven kommer derfor sjelden med i kongler som santes sent på høsten eller om vinteren. Skadene gjøres mens konglene vokser og frøet modnes. Den er meget vanlig i hele Sør-Norge, men mer sjelden nord for Dovre. I år det ikke fins grankongler, lever den i skudd av gran og andre bartrær.

Grankonglevikleren

Den ferdig utviklet larven overvintrer i konglemargen. Vanligvis forpupper den seg og klekkes følgende vår, men en del kan ligge over i konglene to vintre. Den spiser frø og huler ut konglemargen. Kongler som er sterkt angrepet åpner seg ikke tilstrekkelig under klengingen. Når en finner 3-4 larver i hver konge, er det praktisk talt ingen uskadede frø tilbake. Grankonglevikleren er kanskje vårt mest skadelige kongleinsekt og er utbredt over hele landet.

Grankonglemålerne

Begge artene har samme levevis i konglene, men den lille grankonglemåleren er mest vanlig. Skadene minner mye om grankonglemøilets, men ekskrementhopene er ikke så store, og oftest spredt omkring på flere steder av konglen. Dersom konglene plukkes tidlig på høsten og larvene enda ikke er utviklet, kan de ete videre på konglene under lagringstiden. Når kulden setter inn, slutter de å ete, og forpupper seg mellom kongleskjellene i hulrom de selv har laget. Enkelte forakere mener at flere pupper ligger over i konglene en sesong før de klekkes. Begge artene er utbredt over det meste av landet hvor det vokser gran, og enkelte år kan de opptrre med storangrep.

Grankonglebillen

Billen angriper bare gamle kongler som allerede har sluppet frøet. En finner den oftest i kongler som er falt ned og ligger under treet. Den har derfor liten praktisk betydning.

Grankongleffua

Larven er hvit, pølseformet, tilspisset i den fremre delen hvor munndråkapsene sitter. Den borer i de unge, myke konglene. I løpet av juni-juli er den utviklet, og forlater konglene for å forpuppe seg i skogbunnen. Kongler som har vært angrepet av denne arten er gjerne litt krumme og ofte adelagt i spissen. Små hull i konglene står igjen som merker etter larvene. Den er utbredt over store deler av landet.

Granfrøgallmyggen

Larven lever hele livet inne i et frø. Etter flere forsøkes menning ligger den i frøet i to år før den klekker. Den er vanlig i granskogen i hele Sør-Norge, men mer sjelden nord for Dovre.

Grankonglegallmyggen

Denne gallmyggen er det vanligste insektet i konglene over hele landet. Den er lett å kjenne på grunn av den hvite kokongen larven spinner rundt seg når den er utviklet i juli-august. Kokongen sitter i kongleskjellens basis. Ved sterke angrep kan en finne opp til 4-5 i hvert skjell. Larven overvintrer i kokongen ett eller to år før den forpupper seg og klekker. Arten opptrr ofte i meget store mengder. Skaden består i at konglenes åpningsvev ødelegges under sterke angrep.

Den rustrøde granskuddvikleren

Sommerfuglen legger egg på granknoppene om sommeren. Eggene overvintrer før de klekkes. Dersom knoppene utvikler seg til blomster, eter larven ved basis av blomstene slik at de tørker og dør på et tidlig stadium. Ellers er det særlig granskuddene som blir angrepet av denne vikleren. Den er utbredt over det meste av landet.

Ved siden av disse skadeinsektene finner en også andre insekter i konglene. De ødelegger ikke kongler eller frø, men har spesialisert seg som snyltre på skadeinsektene, og lever av deres larver. De er våre beste hjelpere i kampen mot skadeinsektene. Det er representanter for de forskjellige familiene av snyltetveps. Larvene deres er som regel hvite og fotløse. Dersom en om vinteren tar inn en del kongler som er angrepet av skadeinsekter, og plasserer dem i et glass med et tynt tøystykke over, kan en lett få klekket parasittvepsene sammen med skadeinsektene. Parasitteringsprosenten på konglenes skadeinsekter i vårt land har vist seg å være meget stor, så disse snyltetvepsene spiller en viktig og avgjørende rolle.

SOPPSKADER på grankongler

Ved observasjon av soppangrep på grankongler gjøres anmerkning om angrepet skyldes **konglegulrustsoppen**, *Chrysomyxa piceolata* (Körn.) Wint., eller **lokkrustsoppen**, *Pucciniastrum areolatum* (Fr.) Otth. Konglegulrust kjennetegnes ved boper av gulffarvet sporestøv på oversiden av kongleskjellene og lokkrust ved ansamlinger av ca 1 mm store, runde sporebeholdere på undersiden (først lyse, senere helt mørke i fargen). Undersøkes ved å bryte skjellene fra hverandre. Soppskadede kongler er uten verdi.