

rotfeste. Sterke nedbørepisoder og mer mildvær vil gi mer våt og tung snø på trærne, og dette vil forsterke kreftene på trærne og dermed skadeomfanget. Selv om ikke vindstyrken ventes å øke særlig mye, vil den ventede økningen i nedbørmengde kunne bidra til mer stormskader. En videre akkumulering av gammel granskog, slik vi ser i dag, vil også bidra til økt skadeomfang. Det er usikkert om vi får noe spesielt geografisk mønster for stormskadene, men de kan komme til å øke mest på Vestlandet, der vindstyrken og nedbørmengden i utgangspunktet er høyest og jorda kan være tien (ikke tele) gjennom store deler av året, og der akkumulering av stående kubikkmasse med gran er særlig stor. Skogstrøkene på Østlandet (og i Trøndelag) har store arealer med granskog, og høy forekomst av rotråte er en betydelig risikofaktor her.

3.2 Insektskader

Paal Krokene, Bjørn Økland og Erik Christiansen, Skog og landskap

Dersom vi får et varmere klima er noen effekter tilnærmet sikre, slik som at mange insekter vil øke sin utbredelse mot nord, og at utviklingen fra egg til voksent insekt vil gå raskere. På et generelt plan er slike direkte klimaeffekter lette å forutsi, men for å kunne si noe presist om hvordan det vil slå ut for den enkelte art trenger vi mer detaljert kunnskap om blant annet temperaturkrav. Skadeinsektene lever i et samspill med sine vertstrær, naturlige fiender og konkurrenter, og klimaendringer vil også påvirke dette samspillet. Slike indirekte klimaeffekter kan få store konsekvenser, men er vanskeligere å forutsi enn de direkte effektene.

Klimatiske forhold har både direkte og indirekte effekter på insekter og andre organismer. For insekter som lever på trær virker klimaet *indirekte* gjennom effekter på naturlige fiender (predatorer, parasitter, sykdommer), konkurrerende arter, og vertstreets motstandskraft mot angrep. Det virker også *direkte* på insektene gjennom effekter på overlevelse, reproduksjon, aktivitetsnivå og spredning. Direkte og indirekte klimaeffekter kan ha både positive og negative virkninger. Noen insekter vil få redusert overlevelse i et mildere klima der vintertemperaturen svinger rundt null, siden stabilt kalde vintre som regel er best for insektenes overvintring. Andre arter som lever nær nordgrensen for sin utbredelse vil få bedre kår og vil kunne spre seg nordover hvis klimaet blir mildere.

Insekter som lever på skogstrær kan deles inn i (i) primære arter som er i stand til å angripe friske, uskadde trær, (ii) sekundære arter som er avhengige av at treet er svekket av andre faktorer, slik som ekstreme værforhold, andre insekter eller patogener, og (iii) tertiære arter som lever i helt dødt trevirke. Det er blant de primære og sekundære insektene vi finner arter som kan forårsake skadeproblemer i et endret klima.

Fordi insekter er vekselvarme dyr er de direkte effektene av klima svært viktige for deres utvikling og aktivitetsnivå. Insektenes høye reproduksjonsrate, korte livssyklus og gode spredningsevne bidrar til at de kan reagere raskt selv på små endringer i klimaet. Spredning nordover forekommer allerede i dag, og en omfattende studie av sommerfugler i Nord-Europa viste at 23 av 35 undersøkte arter hadde flyttet sin utbredelse 35 til 240 km mot nord i løpet av de siste 30 årene. I Canada har barkbillen «Mountain pine beetle» (*Dendroctonus ponderosae*), som er et av barskogens aller mest destruktive skadeinsekter, blitt funnet lenger mot nord de siste årene enn noen gang tidligere.

I tillegg til å påvirke insektenes utbredelse kan et mildere klima også føre til endringer i deres utviklingshastighet. For eksempel kan arter som i dag bruker et år på å gjennomføre sin utvikling fra egg til voksen (univoltine arter) i fremtiden rekke å gjennomføre to generasjoner per år (bivoltinisme). Granbarkbillen, som er et av de alvorligste skadeinsektene i våre skoger, er en art der vi kan forvente slike endringer i utviklingsmønsteret. Den har i dag to generasjoner per år lenger sør i Europa, og grensen for bivoltinisme går så langt nord som i Danmark. Med to generasjoner av granbarkbillen vil vi få to angrepsperioder per sommer: en tidlig på sommeren, slik som i dag, og en ny periode i august/september. Dette kan få alvorlige konsekvenser for skogbruket, fordi grana ser ut til å være mindre motstandsdyktig mot angrep senere på sommeren.

3.2.1 Eksempler på skadeinsekter som kan få økt betydning

Det kan være hensiktsmessig å dele potensielle skadegjørere som kan nyte godt av et endret klima inn i tre grupper, ut fra om de forekommer naturlig i Norge og om de har status som skadedyr hos oss:

Naturlig forekommende arter som har hatt utbrudd i Norge tidligere: Noen aktuelle arter i så måte er rød furubarveps, furuspinner, fjellbjørkmåler og flere barkbillearter, deriblant granbarkbillen.

Arter med særlig utbredelse i Norge, som har gjort skade i våre naboland men ikke hos oss, og som kan spre seg nordover. Slike arter kan bli plagsomme i varme og tørre perioder. Hvordan deres naturlige fiender vil påvirkes av et endret klima kan bli avgjørende for hvor alvorlige angrepene vil bli. Aktuelle arter i denne sammenheng er furumåler, barskognonne og vanlig furubarveps.

Skadegjørere som kan etablere seg i Norge gjennom handel med skogsprodukter: Det er også en fare for at nye, skadelige arter kan komme inn i landet gjennom import av tømmer eller treemballasje. Flere arter av fremmede barkbiller og sibirfuruspinner er potensielle skadegjørere.

Scenarium

Som nevnt tidligere under tørke og storm, ventes det økt omfang av tørkestress og tørkeskader på gran i lavlandet i Sørøst-Norge, og en viss økning i omfanget av stormskader. Dette er faktorer som kan legge forholdene til rette for flere arter av barkbiller. Stormfelling og langvarig tørke er de viktigste faktorene for oppformering av granbarkbiller (*Ips typographus*). Billene yngler normalt i tykk bark på vindfelte trær, men kan under epidemiske forhold bli tallrike nok til å drepe levende skog i stort omfang (Figur 10 d). Dette skjedde etter storstormen i november 1969 og de påfølgende tørkesommene på 1970-tallet, og liknende forløp er kjent fra andre deler av artens utbredelsesområde.

Den lille granbarkbilleren (Pityogenes chalcographus) er Norges vanligste barkbille og yngler i mer tynnbarkedede deler av vindfall og i avbrukne topper. Under vanlige klimaforhold klarer den ikke å overvinne levende trær, men tørkestresset ungskog kan trolig bli offer i tørre somre.

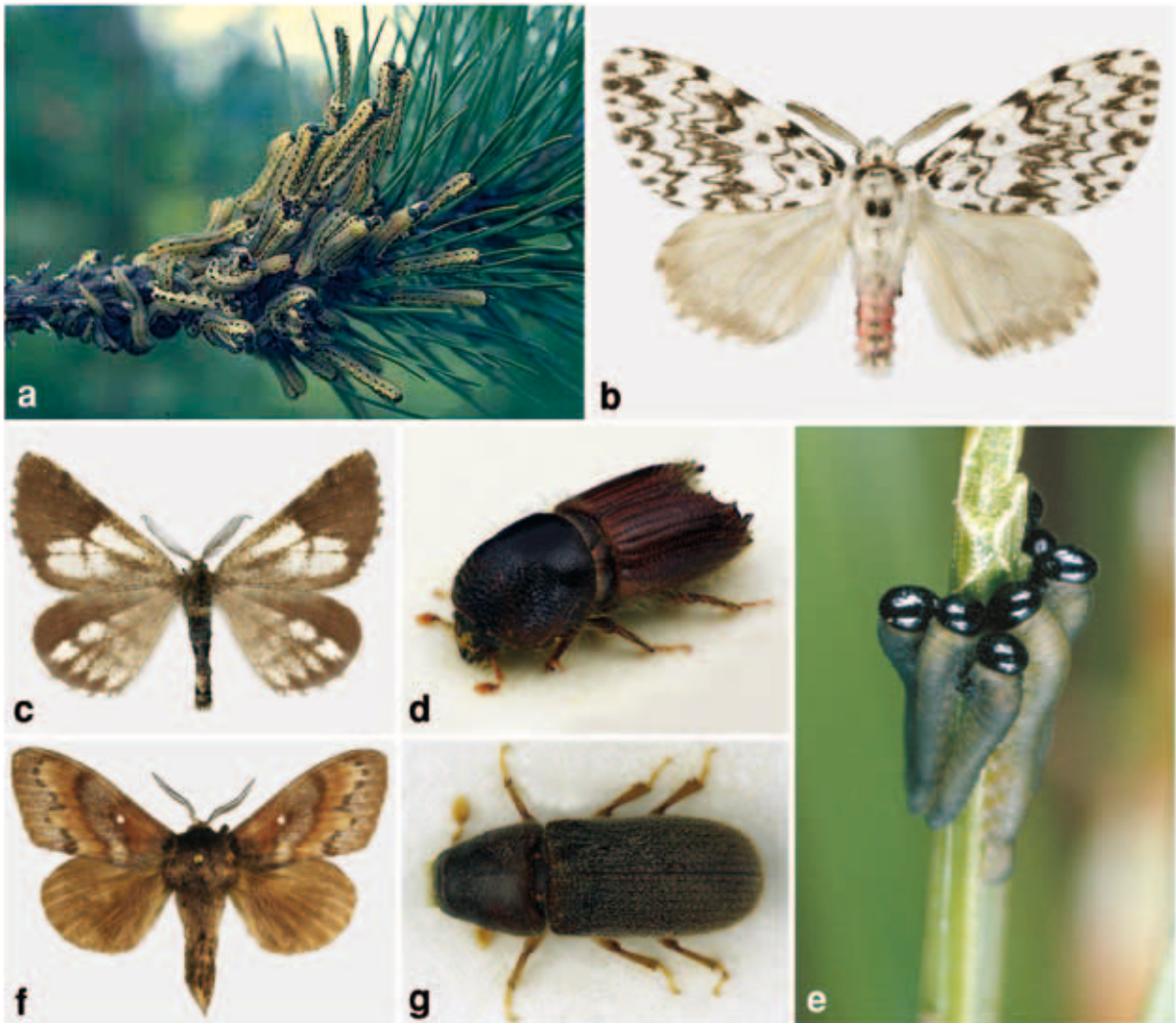
Den dobbeltøyde barkbilleren (Polygraphus poligraphus) kan angripe og drepe sterkt tørkestressede graner på ettersommeren, slik den gjorde på midten av 1970-tallet. Økende tørkestress på skogen vil derfor føre til økt risiko for angrep av denne arten (Figur 10 g).

Blant de nåleetende insektene finner vi flere skadegjørere som kan drepe skog over store områder. Hos oss er det hittil bare rød furubarveps som har hatt hyppige masseopptredener, men dette kan endre seg hvis vi får et varmere og tørrere klima. Våre naboland har hatt angrep av flere arter som vi hittil stort sett har vært spart for, og i de neste avsnittene vil vi kort ta for oss de mest aktuelle artene.

Furuspinner (Dendrolimus pini) er et av de verste skadeinsektene i Europas furuskoger (Figur 10 f). Denne sommerfuglen har hatt alvorlige herjinger i Sør-Norge, men det har gått svært lang tid mellom hvert tilfelle. I årene 1812–16 hjemsøkte den Glåmdalen og Hedemarken, og herjet verst i Elverum og Løten. I 1902–04 slo den til igjen, med angrep fra Åsnes/Våler i sør til Stor-Elvdal i nord, og fra Romedal/Løten til svenskegrensen. Under angrepene i Løten allmenning ble mye av skogen reddet etter iherdig innsats, blant annet ved bruk av limringer på furustammene. Andre steder i distriktet, hvor angrepene fikk gå sin gang uten motiltak, døde furua i stort omfang. Forut for utbruddet i 1902 hadde det vært flere år med lite nedbør, og vannstanden i Glomma var rekordlav. Også andre steder i Europa har man merket seg sammenhengen mellom langvarig tørke og furuspinneangrep, men det er likevel forhastet å slutte av dette at langvarig tørke fører til angrep. De hardeste tørkeperiodene som er registrert på Østlandet var i 1840- og 1970-årene, og da hadde vi ikke utbrudd av furuspinne- ren. Vi må derfor konstatere at vi ikke har tilstrekkelig kunnskap til å forutsi utbrudd av denne arten.

Barskognonne (Lymantria monacha), som ofte bare kalles nonnen, er en sommerfugl som vi kan finne her og der på Østlandet, i Telemark og i Agder-fylkene (Figur 10 b). Den har til nå ikke skadet skogen i Norge, men lenger sør i Europa, særlig i Polen og Nord-Tyskland, har den gjort enorme skader. Sve- rige har også hatt flere utbrudd av nonnen, og omkring år 1900 var skadene meget omfattende. Et forhold som gjør nonnen spesielt truende er at den er såkalt polyfag og kan angripe både gran, furu og andre bartrær. Larvene snaueter barmassen, særlig på tørr og mager mark. I et varmere klima kan arten spre seg nordover og kan kanskje nå et skadelig nivå under tørkeperioder, men vi vet ikke sikkert hvilke faktorer som legger til rette for masseangrep av nonnen.

Furumåler (Bupalus piniaria) er en sommerfugl som er utbredt i skogen i hele Sør-Norge, men uten å gjøre skade (Figur 10 c). I Sverige har den hatt gjentatte angrep, sist i 1996 da 7 000 ha furuskog ble angrepet på Hökensås vest for Vättern, i et område som har hatt flere herjinger tidligere. Ved Hökensås var det også en stor bestand av stor og liten margborer (*Tomicus piniperda* og *T. minor*), og svenske entomologer fryktet at ribbete trær ville bli offer for disse barkbillene. Det stemte for så vidt, men margborerne klarte bare å erobre trær som hadde mistet mer enn 90 % av barmassen.



Figur 10. Eksempler på skadeinsekter som allerede finnes i Norge og som kan gi sterkere skader ved et endret klima: (a) vanlig furubarveps, (b) barskognonne (hann), (c) furumåler (hann), (d) granbarkbille, (e) rød furubarveps, (f) furuspinner (hann), (g) dobbeltøyet barkbille. Alle foto: Skog og landskap. Foto b, c og f: Vladimir Kononenko, Naturhistorisk museum; foto d: Karsten Sund, Naturhistorisk museum; foto g: Lars Sandved Dalen, Skog og landskap.

Vanlig furubarveps (*Diprion pini*) har et uheldig navn, ettersom *rød furubarveps* (*Neodiprion sertifer*) er mye vanligere hos oss (Figur 10 a, e). Til gjengjeld er angrep av vanlig furubarveps mye mer skadelige enn rød furubarveps. Det skyldes forskjeller i de to artenes levevis: larvene til den røde furubarvepsen eter først fjorårsnålene og dernest eldre nåleårganger; bare under sterke angrep går den løs på årets nye nåler. Dessuten slutter larvene å ete i midten av juli, før de rekker å skade nålenes vekstpunkt. Dermed kan nålene strekke seg en god del etterpå, og trærne står i verste fall igjen med én årgang avkortede nåler om høsten. Det er nok til at nesten alle overlever. Larvene til vanlig furubarveps opptrer derimot på sensommeren; de eter nåler av alle årganger, og kan ribbe trærne fullstendig. Dermed må angrepne trær bygge opp en helt ny

barmasse neste vår. Det er det mange trær som ikke klarer, og dødeligheten blir stor. I Finland var det på 1990-tallet uvanlig store herjinger av vanlig furubarveps, en art som tidligere ikke hadde gjort mye skade. I områder hvor barvepsen ikke ble bekjempet ble et stort antall trær helt ribbet for nåler, mange døde, og overlevende trær var truet av margborer-angrep. Men også her drepte margborerne bare trær som hadde mistet mer en 90 % av barmassen. Det har vært antydning at angrep av vanlig furubarveps kan bli utløst av varmt og tørt vær, men det er langt fra sikkert at det forholder seg slik. I Norge har vi sett lite til vanlig furubarveps, selv om det var noen mindre utbrudd på Østlandet samtidig med herjingene i Finland på 1990-tallet.

Sibirfuruspinner (*Dendrolimus sibiricus*) er en nær slektning av vår hjemlige furuspinner (*Dendrolimus pini*), og er en art vi svært nødig vil få inn i landet. Navnet er misvisende, ettersom den kan leve på de fleste bartrær, inkludert vår hjemlige furu og gran. I løpet av en 25-års-periode (1932–57) angrep den 7 millioner ha (like mye som Norges produktive skogareal) i vest-Sibir og Kina, og den forårsaket omfattende skogdød i halvparten av dette området. Vi kan risikere å få arten hit til landet med furutømmer fra Russland, og siden den har omtrent samme livssyklus som vår furuspinner er det sannsynlig at den vil trives hos oss. I så fall kan den gjøre verre skade enn furuspinneren, fordi den altså angriper begge våre viktige bartreslag. Denne arten kommer nå med på den listen over uønskede arter som utarbeides av den europeiske plantevernorganisasjonen EPPO.

3.3 Soppsykdommer

Kåre Venn, Skog og landskap

Det ventede tørrere sommerklimaet i Sørøst-Norge kan øke frekvensen av rotråte og honningsopp; dels ved økning i tørkeskader på røtter, dels ved kronetutglisning og dermed lavere forsvarsevne. Økt omfang av vinterskader kan øke omfanget av knopp- og greintørkeangrep på furu. Lengre og varmere vekstsesong vil gi mange sopper, blant andre almesykesoppen, bedre mulighet til å skade skog.

Det er med trær som med mennesker, de angripes til tider av sykdommer, og lider mer eller mindre av det. De fleste av trærnes sykdommer forårsakes av sopper, enten slike som hører hjemme hos oss eller som kommer snikende ifra andre steder. Soppene er i sin natur nedbrytere, de lever på det materiale som andre organismer har bygget opp. Noen kan drepe de angrepne trærne, andre danner sykdom med kroniske skader. Det finnes et stort antall sopper i naturen, og de fleste er nokså ufarlige nedbrytere av organisk materiale som bidrar til å skape næring for blant annet trær. Noen sopper er direkte nyttige for trærne, ved at de lever i samliv med røttene (mykorrhiza) og hjelper til med næringsopptaket.

Omfanget av sopp-skader på skog i Norge har hittil i liten grad blitt systematisk registrert. Likevel er det kjent at store skader har rammet skog på ulike utviklingsstrinn. En rekke skadegjørere kan angripe spirende, ungt plantevev og ødelegge småplanter i planteskoler og i foryngelser. Eksempel er gråskimmelsoppen (*Botrytis cinerea*). Når plantene blir

eldre og større, vil de ha bedre motstandsevne mot soppene, men de vil fortsatt være ømfintlige for enkelte som angriper det yngste vevet (nåler, knopper, skudd og bark). Eksempler er knopp- og greintørkesoppen (*Gremmeniella abietina*), tyritopp-soppene (*Cronartium flaccidum/Peridermium pini*), lokkrustsoppen (*Thekopsora areolata*), furuskyttesoppen (*Lophodermium seditiosum*), snøskyttesoppen (*Phacidium infestans*) og gråbarsoppen (*Lophodermella sulcigena*).

I de senere årene har flere av disse gjort betydelig skade (se Figur 11).

Furas knopp- og greintørkesopp hadde noen kraftige angrep i årene 2001–2003, hvor særlig ung-furu sto brun, og mange trær døde, både i Sørøst-Norge og i Midt-Sverige. Det angrepne området i Sverige er estimert til ca. 450 000 ha, og tapet er beregnet til opp mot 1,3 milliarder SEK. For Norge er tallene noe lavere, men likevel betydelige. I 2002 angrep bjørkerustsoppen (*Melampsorium betulinum*) store områder med bjørkeskog i de nordlige deler av Norge og i høyreliggende strøk i Sør-Norge. Gulfarging av granskog var også utbredt i samme tidsperiode, etter sterke angrep av granrustsoppen (*Chrysomyxa abietis*). Når blad- eller nålemengde reduseres, minker trærnes tilvekst.

Rotråte, forårsaket av rotkjuke (*Heterobasidion* spp.) eller honningsopp (*Armillaria* spp.), er den viktigste sykdommen på barskog i Norge. Den kan føre til holtvise avdøinger i unge bestand, som derved får endret struktur og tilveksttap. Når de gjenlevende trærne i et bestand blir større, vil deres røtter ha en økende risiko for angrep av rotråte og såråte (toppråtesoppen – *Stereum sanguinolentum*). Rotråte fører lettere til rotvelt i sterk vind, foruten at angrepet på sikt er dødelig for trærne.

Eldre skogbestand akkumulerer diverse sykdomstilstander. Dette går klart frem av Landsskogtakseringens materiale, som viser mest sykdom i de eldste hogstklassene. Forholdet kommer klart til uttrykk når slutt-hogster foretas og tømmeret skal kvalitetsvurderes. Stubbeundersøkelser har vist at ca. 27 % av trærne har en eller annen form for misfarging nederst i rotstokken (rotråte, såråte), noe som gir betydelig nedslag i sagtømmerets pris (fra prima til sekunda eller vrak, eventuelt må en del av stokken kappes vekk). Tyritopp og toppråte etter toppbrekk utgjør en del av skadene, men rammer som regel bare massevirket.