



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO SLUTTRAPPORT

RÅTE I GRANBESTAND 20 ÅR ETTER SELEKTIV HOGST

Halvor Solheim, Aksel Granhus og Janneke Scholten

FORORD

Dette arbeidet oppsummerer resultater fra prosjektet «Råte i granskog 20 år etter selektiv hogst». Prosjektet har vært finansiert av Utviklingsfondet for skogbruket, Skogtiltaksfondet, og med bidrag (egeninnsats) fra Statskog og NIBIO. Gjennomføringen av prosjektet har vært koordinert av Halvor Solheim og Aksel Granhus, med Halvor Solheim som prosjektleder.

Vi vil rette en takk til Lars Halvor Bjørbæk, Marek Metslaid og Max Emil Waalberg, som alle deltok i under feltarbeidet. Lars Halvor Bjørbæk og Anne N. Nilsen gjorde det meste av laboratoriarbeidet inkludert molekylært arbeid. Kari Korhonen og Ari M. Hietala har deltatt i tolkningen av stubberåte.

Ås, mai 2017

INNHold

Innholdsfortegnelse

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| NIBIO SLUTTRAPPORT | 1 |
| FORORD | 2 |
| INNHold | 3 |
| INNLEDNING | 4 |
| MATERIALE OG METODER..... | 5 |
| Forsøksområdet og forsøksdesign | 5 |
| Stubbeundersøkelsen..... | 7 |
| Identifisering av råtesopper | 8 |
| Dataanalyser..... | 9 |
| RESULTATER | 10 |
| DISKUSJON | 15 |
| LITTERATUR | 18 |
| SAMMENDRAG..... | 20 |
| SUMMARY | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |

INNLEDNING

Råte i granskog koster skogbruket og samfunnet store summer hvert år. I en undersøkelse som ble gjennomført tidlig på 1990-tallet ble det funnet at mer enn en fjerdedel av trærne fra sluttavvirkninger var infisert av rotråte, slik at rotstokken enten måtte nedklassifiseres til massevirke (23 % av stokkene) eller bultes/vrakes (4%) (Huse mfl.1994; Stamnes mfl. 2000). Foruten det direkte økonomiske tapet som er knyttet til denne kvalitetsforringelsen, vil råte også gi redusert vitalitet og tilvekst i bestanden, samt dårligere stabilitet slik at risikoen for vindskader kan øke (Hellgren og Stenlid 1995; Oliva mfl. 2008). Samtidig er det fra ulike hold et trykk på at skogbruket bør tilpasses skogbehandlingen i retning av mer bruk av lukkede hogster og gjennomhogster. Råtefaren er, sammen med risikoen for vindfelling, i stor grad styrende for valg av skogbehandling i granskog. Bedre kunnskap om risikoen for råte ved gjennomhogst i granskog er derfor ønskelig.

Vinteren 2014-2015 ble det i forbindelse med en eiendomsoverdragelse gjennomført sluttavvirkning (snauhogst) i et forsøksfelt der det etter forsøksplanen var gjennomført bledningspregede hogster med ulikt hogstuttak («tynningsstyrke») 21 år tidligere (vinteren 1993-1994). I de gjennomhogde rutene ble det i etterkant utført markberedning innenfor mindre parseller (småruter), mens andre ikke ble markberedt. I utgangspunktet vil både hogsten og den etterfølgende markberedningen kunne skape inngangsporter for råte, ved at gjenstående stammer og rotsystem blir skadet (Roll-Hansen og Roll-Hansen 1980; Solheim og Selås 1986). Samtidig vil smitte kunne skje via sporeinfeksjon på de avvirkede stubbene, som kan føre til at råten spres videre til gjenstående trær via rotkontakt (Stenlid 1985; 1987; Stenlid og Redfern 1998).

Da det er ønskelig å få økt kunnskap om råtedynamikken i forbindelse med lukkede hogster, så vi det som sterkt ønskelig å gjennomføre en inventering av råte i stubbene på det avvirkede forsøksfeltet. Følgende hypoteser var utgangspunktet:

- Bledningspreget hogst gir økt råtefrekvens blant gjenstående trær sammenlignet med urørt skog
- Trær nær stikkveiene er mest utsatt for råte
- Markberedning gir økt råtefrekvens blant gjenstående trær

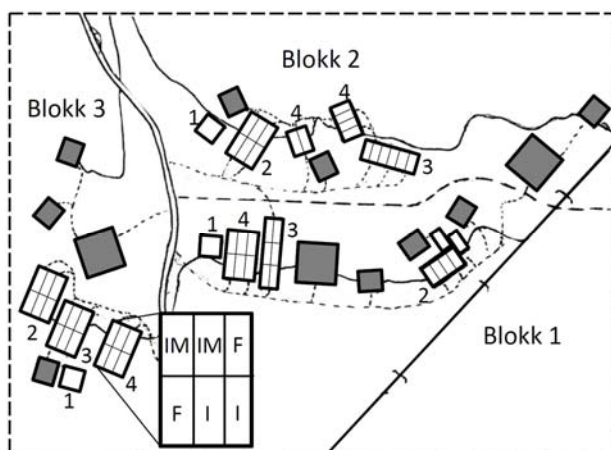
MATERIALE OG METODER

Forsøksområdet og forsøksdesign

Forsøksområdet ligger ca. 450 m o.h. i Åsnes kommune (68,52°N, 11,75°Ø). Forsøket ble etablert i 1993, og omfattet tre gjentak (blokker) med seks hogstledd (Fig. 1): ubehandlet kontroll (1), tre ledd med bledningspreget hogst og uttaksstyrker på 25 (2), 45 (3) og 65 (4) prosent av grunnflaten. De to siste hogstleddene, som vi ikke brukte i denne studien, var gruppe- /småflatehogst med flatestørrelser à 25 x 25 (5) og 50 x 50 m (6).

Et av de opprinnelige formålene med forsøket var å undersøke hvordan utviklingen til mindre trær og foryngelse påvirkes i forhold til varierende tetthet i restbestandet. På grunn av variasjoner i opprinnelig tetthet mellom de ulike rutene, ble det derfor valgt å ikke følge den planlagte uttaksstyrken for behandlingsleddene 2-4 konsekvent. Som et resultat av dette, ble det reelle uttaket for hogstledd 2 på 36 % av grunnflaten (gjennomsnitt for alle tre blokkene), mens tilsvarende for hogstleddene 3 og 4 ble 45 % og 52 %.

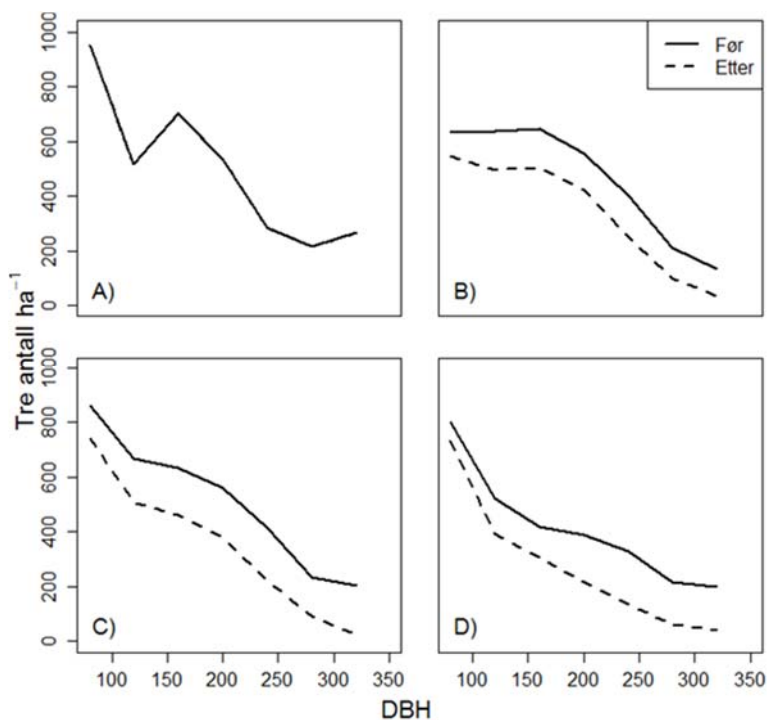
Størrelsen til kontrollrutene (1) var 0,06 hektar (25 x 24 m), mens hogstleddene 2-4 hadde et ruteareal på 0,216 hektar. Den vanligste rutestørrelsen for leddene med bledningspreget hogst var 36 x 60 m, men i noen tilfeller ble rutene gitt en annen utforming for å sikre mest mulig homogene forhold innen hver storrute (Fig. 1). Hver storrute av hogstleddene 2-4 ble inndelt i seks småruter à 12 x 30 m, som ble behandlet med ulike markberedningsmetoder sommeren 1994 (ubehandlet kontroll, flekkmarkberedning og inversmetoden, Fig. 1).



Figur 1. Forsøksdesignet omfattet opprinnelig seks hogstbehandlinger i tre gjentak (blokker). I denne studien brukte vi kun hogstleddet urørt kontroll (1) og rutene som var behandlet med bledningspreget hogst med ulik uttaksstyrke (2-4). De øvrige hogstleddene som er indikert med lys grå farge var gruppe- og småflatehogster med flatestørrelser på henholdsvis 25 x 25 m og 50 x 50 m. Tre markberedningsbehandlinger (ikke markberedt (IM), flekkmarkberedning (F) og inversmarkberedning (I)) ble gjennomført på seks småruter à 12 x 30 m innen hogstbehandlingsleddene 2-4.

Forsøkshogsten ble gjennomført i desember 1993, under forhold med snødekke og kuldegrader. Hogstmaskinen og lastetraktoren opererte for det meste fra stikkveiene, som var 3,5-4 m brede og ble etablert med om lag 24 m avstand. I noen tilfeller kunne imidlertid hogstmaskinen kjøre inn i åpninger, for å felle og opparbeide trær som var vanskelige å nå fra stikkveien. Trærne som skulle felles var merket på forhånd, ut fra kriterier der en skulle prioritere store utvokste trær og lite veksterlige trær, og trær av dårlig kvalitet. Diameterfordelingen før og etter hogst i de ulike behandlingsleddene gjenspeiler en flersjiktet bestandsstruktur, som ble opprettholdt også etter hogsten (Fig. 2).

Markberedningen ble utført med en middels stor gravemaskin med belter (5 tonn, kranrekkevidde 6 m). Denne hadde en 40 cm bred skuffe som var påmontert et 18 cm langt forlengingsblad (Fjeld 1994) i stedet for rivetenner. Hver av markberedningsbehandlingene ble tilfeldig tilordnet til to av smårutene i hver storroute (hogstledd), hvorav én senere ble tilplantet og én ble sådd med stedegent granfrø (Granhus mfl. 2003). Markberedningsfleckene hadde et gjennomsnittlig areal av blottlagt mineraljord på 0,3 m² (Hanssen mfl. 2003). Føreren av gravemaskinen ble instruert om å ikke markberede nærmere gjenstående trær enn 1,5 (forhåndsforryngelse) til 2,5 meter (store trær).



Figur 2. Diameterfordeling før og etter hogsten vinteren 1993-1994 for hogstleddene urørt kontroll (A) og bledningspreget hogst med ulike uttaksstyrke (B=25 %, C=45% og D=65% uttak). Gjennomsnitt for alle tre gjentakene. Trær som hadde en diameter i brysthøyde under 80 millimeter er ikke vist.

All forsøksrutene var dominert av gran (92-97 % av grunnflaten). Bestandsdata fra oppmålingen av rutene før (1993) og etter (1994) hogst er vist i Tabell 1 for behandlingsleddene 1-4.

Gjennomsnittlig H₄₀-bonitet (Tveite 1977) for de tre blokkene varierte fra 11,8 til 14,4 (Andreassen 1994). Vegetasjonstypen er blåbærskog, med unntak av én storroute i blokk 1 hvor

det var innslag av karakterplanter fra småbregnetypen. Jordtypen er jernhumuspodsol på morene. Skogen i forsøksområdet var naturlig forynget og hadde etter alt å dømme, basert på forekomst av enkelte overgrodde stubber og fravær av større mengder døde trær, vært behandlet med selektiv hogst (plukkhogst) noen tiår tilbake i tid. Tidspunktet for forrige hogsttinnegrep kan imidlertid ikke tidfestes eksakt.

Tabell 1. Bestandsdata for før og etter hogsten vinteren 1993-1994, for hogstleddene 1-4 i hver av blokkene 1-3 (G=grunnflate, V = volum, Dg = grunnflateveid middeldiameter, N = treantall)

| Blokk | Hogst-ledd | Før hogst | | | | Hogstuttak | | | | Etter hogst | | | |
|----------|------------|---|---|----------|-----------------------|---|---|----------|-----------------------|---|---|----------|-----------------------|
| | | G m ² ha ⁻¹ | V m ³ ha ⁻¹ | Dg mm | N ha ⁻¹ | G m ² ha ⁻¹ | V m ³ ha ⁻¹ | Dg mm | N ha ⁻¹ | G m ² ha ⁻¹ | V m ³ ha ⁻¹ | Dg mm | N ha ⁻¹ |
| 1 | 1 | 54 | 457 | 128 | 2817 | 0 | 0 | - | 0 | 54 | 457 | 128 | 2817 |
| | 2 | 34 | 297 | 160 | 1329 | 10 | 93 | 226 | 245 | 24 | 204 | 145 | 1083 |
| | 3 | 38 | 337 | 163 | 1468 | 17 | 166 | 248 | 315 | 21 | 171 | 135 | 1153 |
| | 4 | 29 | 232 | 138 | 1338 | 15 | 131 | 232 | 338 | 15 | 102 | 107 | 1000 |
| 2 | 1 | 33 | 251 | 170 | 1033 | 0 | 0 | - | 0 | 33 | 251 | 170 | 1033 |
| | 2 | 32 | 252 | 177 | 1079 | 11 | 88 | 244 | 227 | 21 | 163 | 158 | 852 |
| | 3 | 45 | 395 | 190 | 1306 | 22 | 208 | 252 | 426 | 22 | 187 | 159 | 880 |
| | 4 | 36 | 300 | 181 | 1255 | 20 | 173 | 245 | 403 | 16 | 127 | 145 | 852 |
| 3 | 1 | 28 | 165 | 122 | 983 | 0 | 0 | - | 0 | 28 | 165 | 122 | 983 |
| | 2 | 37 | 305 | 149 | 1532 | 16 | 138 | 210 | 440 | 21 | 167 | 127 | 1083 |
| | 3 | 33 | 264 | 131 | 1458 | 14 | 119 | 198 | 394 | 20 | 145 | 111 | 1065 |
| | 4 | 28 | 231 | 155 | 1069 | 14 | 127 | 244 | 306 | 14 | 104 | 122 | 764 |

Ved etableringen av forsøksrutene ble plasseringen til alle trær som var høyere enn 0,5 m kartlagt i et koordinatsystem med 1 dm oppløsning. Posisjonen til alle markberedningsflekker ble registrert etter samme system i forbindelse med etterfølgende foryngelsesforsøk (Granhus mfl. 2003; Hanssen mfl. 2003), og stikkveiene ble samtidig krokert inn.

Stubbeundersøkelsen

Forsøksområdet ble avvirket med flatehogst vinteren 2014-2015 (november-januar), 21 vekstsesonger etter at forsøket ble etablert. Stubbeundersøkelsen ble gjennomført i juni 2016, dvs. vel ett år etter hogsten. Siden mange av de mindre stubbene var blitt ødelagt under hogsten, bestemt vi oss for å avgrense undersøkelsen til trær som hadde en brysthøydiameter på minst 80 millimeter ved etableringen av forsøket i 1993. Stubbene fra alle trærne som oppfylte dette diameterkravet ble imidlertid registrert, så sant de ble funnet. For å gjøre det enklere å

bedømme stubbene visuelt, ble det med motorsag skåret av en 3-5 cm tykk skive av stubben. Forekomst av råte ble deretter vurdert etter følgende skala: ingen råte (0), ikke-sentral råte (1), fast råte i senter (2), løs råte i senter (3), hullråte i senter (4), og usikker råte (5). En prøve ble skåret ut av alle stubber som ble vurdert til å ha råte, inkludert de usikre tilfellene (klassene 1-5). Prøvene ble lagt i papirposer, og plassert i fryserom innen 1-5 dager, for senere artsidentifisering. For å gjøre klassifiseringsarbeidet enklere, ble det tatt et bilde av stubbene før prøven ble skåret ut. Datamaterialet omfattet til sammen 1353 stubber (Tabell 2).

Tabell 2. Antall stubber som ble undersøkt for råte i hogstleddene 1-4 og totalt, fordelt på diameterklasser.

| Hogst-ledd | Diameter i 1993 (mm) | | | | | | | Alle |
|---------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| | 80-119 | 120-159 | 160-199 | 200-239 | 240-279 | 280-319 | 320+ | |
| 1 | 36 | 29 | 39 | 31 | 15 | 13 | 15 | 178 |
| 2 | 87 | 93 | 102 | 91 | 54 | 22 | 8 | 457 |
| 3 | 85 | 80 | 85 | 74 | 46 | 19 | 5 | 394 |
| 4 | 102 | 71 | 60 | 45 | 26 | 13 | 7 | 324 |
| Totalt | 310 | 273 | 286 | 241 | 141 | 67 | 35 | 1353 |

Identifisering av råtesopper

Fra hver vedprøve med råte det tatt to små prøver som ble plassert på vekstmedium (MEA – 1,25 % malt, 2 % agar) i Petriskåler. Petriskålene ble inspisert innen en til to uker og da ble hyfespisser fra sopper i vekst overført til en ny petriskål for å få rene kulturer av råtesoppene. I noen tilfeller kunne en stubbe ha to eller tre adskilte råteflekker. I disse tilfellene ble en prøve tatt fra hver flekk og prøvene ble behandlet videre separat.

Alle soppkulturer ble gruppert basert på morfologiske særtrekk. Alle rotkjukekulturer (*Heterobasidion* spp.) kunne skilles ut basert på deres karakteristiske konidiebærere. I tillegg ble arten identifisert ved hjelp av paringstester, noe som også ble benyttet til å identifisere ulike kloner. Paringstestene ble utført ved å plassere to prøvebiter med 5-10 millimeters avstand i samme Petriskål, for deretter å studere reaksjonsmønsteret når hyfene vokser inntil hverandre (Korhonen 1978, Stenlid 1985). Toppråtesopp (*Stereum sanguinolentum*) ble identifisert basert på vekstmønster og farge og ved hjelp av mikroskopi. Identifisering av honningsopp (*Armillaria* spp.) ble i de fleste tilfellene basert på visuelle symptomer på stubben. Noen få isolater av honningsopp ble bestemt ut fra molekylære analyser. Råten forårsaket av vasskjuke (*Climacocystis borealis*) og granstokkjuke (*Porodaedalia* sp.) er også svært spesiell og lett gjenkjennbar.

Alle morfologiske grupper, inkludert artene som er nevnt over, ble gjenstand for molekylære analyser for mer nøyaktig artsbestemmelse. For sopper er det først og fremst ITS (Internal transcribed spacer) regionen som benyttes. Primerne ITS1-F (Gardes & Bruns 1993) og ITS4

(White mfl. . 1990) ble brukt, og metodene for DNA-ekstraksjon og PCR kjøring er de samme som ellers blir brukt ved avdeling Skoghelse (Waalberg 2015).

Dataanalyser

Posisjonen til alle trær (>0,5 m), markberedningsflekker og stikkveier var som tidligere nevnt kartlagt og ble benyttet til å beregne følgende variabler for hvert enkelt prøvetre (stubbe) i hogstbehandlingene 2-4:

- Avstand til nærmeste stikkvei
- Avstand til nærmeste stubbe fra forsøks hogsten i 1993
- Avstand til nærmeste markberedningsfleck

Avstandsberegningene ble dels utført i ArcMap, dels ved hjelp av Excel.

Datamaterialet er gruppert på råte forsakert av henholdsvis rotkjuke (*H. parviporum*), toppråtesopp (*S. sanguinolentum*), honningsopp (*Armillaria* spp.), andre sopper og total råte.

I de statistiske analysene ble det brukt en blandet logistisk regresjonsmodell med forekomst/ikke forekomst av råte i det enkelte treet (subjekt-treet) som responsvariabel, med blokk som tilfeldig effekt. Trinnsvis prosedyre ("forward selection") ble benyttet til å teste hvilke variabler som påvirket sannsynligheten for råte i enkeltrær signifikant ($P < 0.05$). Effekten av markberedning ble testet i en analyse der vi ekskluderte hogstleddet ubehandlet kontroll (1). For å teste effekten av de ulike hogstbehandlingene gjorde vi både en analyse på hele datamaterialet, og analyser der vi ekskluderte alle stubbene fra de markberedte smårutene innen hogstleddene behandlet med bledningspreget hogst (2-4).

Variablene som ble testet omfattet både kategoriske (hogsttuttak, markberedningsmetode) og kontinuerlige (diameter i brysthøyde (1993), diameter og avstand til nærmeste stubbe fra forsøks hogsten i 1993, avstand til stikkvei (dm), og avstand til nærmeste markberedningsfleck (dm)). De tre sistnevnte variablene var naturlig nok kun mulig å inkludere i analyser der vi ikke inkluderte hogstleddet urørt kontroll. I tillegg tilordnet vi hver av de nye stubbene en variabel som tar høyde for både størrelsen og avstanden til det nærmeste treet som ble hogd ved etableringen av forsøket. Dette ble gjort ved å dividere den målte (1993) brysthøydiameteren til dette treet med avstanden fra det aktuelle treet til den ferske stubben. Samspillseffekter mellom de faste variablene ble også testet.

RESULTATER

Gjennomsnittlig råtefrekvens i hele datamaterialet var 19,7 % (266 råteinfiserte stubber av totalt 1 353). Blant de fire gruppene av råte var honningsopp vanligst, mens andelen av stubber infisert av rotkjuke eller toppråtesopp var langt lavere (Tabell 3). Kun tre av stubbene hadde både rotkjuke og honningsopp. Blant trær infisert av rotkjuke eller honningsopp hadde om lag en femtedel sentral råte. For stubber med toppråte og annen råte havnet om lag halvparten i hver råteypekategori.

Tabell 3. Fordelingen av antall infiserte trær på råtegrupper. Tall i parentes viser prosentvis fordeling av sentral og ikke-sentral råte innen hver art/gruppe.

| Råteype | Rot- kjuke | Honning- sopp | Topp- råtesopp | Annen råte | Total råte |
|--------------------------|---------------|------------------|-------------------|---------------|---------------|
| Ikke-sentral råte | 31 (79,5) | 90 (77,6) | 19 (46,3) | 37 (50,0) | 173 (65,0) |
| Sentral råte | 8 (20,5) | 26 (22,4) | 22 (53,7) | 37 (50,0) | 93 (35,0) |

I analysen der vi ekskluderte hogstleddet ubehandlet kontroll (1), fant vi ingen signifikant forskjell i råtefrekvens mellom ruter som var markberedt og ubehandlede ruter, hverken for total råte eller for de ulike råtegruppene hver for seg (Tabell 4). Siden rutene hvor det var utført markberedning var relativt små og ikke hadde buffersoner mot naboruter, testet vi også om avstanden fra de undersøkte stubbene til nærmeste markberedningsflekk kunne forklare noe av variasjonen i råtefrekvens. Vi fant imidlertid heller ikke noen sammenheng mellom sannsynlighet for råte og denne variabelen.

Tabell 4. Gjennomsnittlig råtefrekvens for ruter som ikke var markberedt og ruter behandlet med flekk- og inversmarkberedning. Fordeling på grupper av råte og totalt. Hogstleddet urørt kontroll (1), hvor det ikke ble markberedt, er her utelatt fra datagrunnlaget.

| Mark- beredning | Totalt antall stubber | Antall stubber med råte | Rot- kjuke (%) | Honning- sopp (%) | Topp- råtesopp (%) | Annen råte (%) | Total råte (%) |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Ikke markberedt | 410 | 86 | 2,2 | 10,2 | 2,4 | 6,1 | 21,0 |
| Flekk- markberedt | 371 | 71 | 3,5 | 9,2 | 2,7 | 4,6 | 19,1 |
| Invers- markberedning | 394 | 80 | 3,8 | 6,6 | 4,3 | 5,6 | 20,3 |

Tabell 5 viser gjennomsnittlig råtefrekvens for hele datamaterialet, fordelt på hogstleddene 1-4. Med de markberedte rutene inkludert, fikk vi signifikant lavere frekvens av total råte for urørt kontroll (1) sammenlignet med bledningspreget hogst med lavest uttaksstyrke (2). Middels uttak (3) hadde imidlertid lavest råteandel av alle hogstleddene, signifikant forskjellig fra både (2) og (4). For rotkjuke var kun forskjellen mellom hogstleddene (2) og (3) signifikant. For honningsopp, toppråtesopp og gruppen annen råte fant vi ikke statistisk sikre forskjeller mellom noen av hogstleddene.

Tabell 5. Gjennomsnittlig råtefrekvens for hogstleddet urørt kontroll (1) og ruter behandlet med bledningspreget hogst med ulike uttaksstyrke (2-4). Fordeling på råtegrupper og totalt.

| Hogstledd | Totalt antall stubber | Antall stubber med råte | Rotkjuke (%) | Honningsopp (%) | Toppråtesopp (%) | Annen råte (%) | Total råte (%) |
|-----------|-----------------------|-------------------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|
| 1 | 178 | 29 | 1,1 | 7,9 | 2,2 | 5,1 | 16,3 |
| 2 | 457 | 107 | 4,6 | 10,1 | 2,8 | 6,1 | 23,6 |
| 3 | 394 | 62 | 0,3 | 7,4 | 4,3 | 3,8 | 15,7 |
| 4 | 324 | 68 | 4,3 | 8,0 | 2,2 | 6,5 | 21,0 |

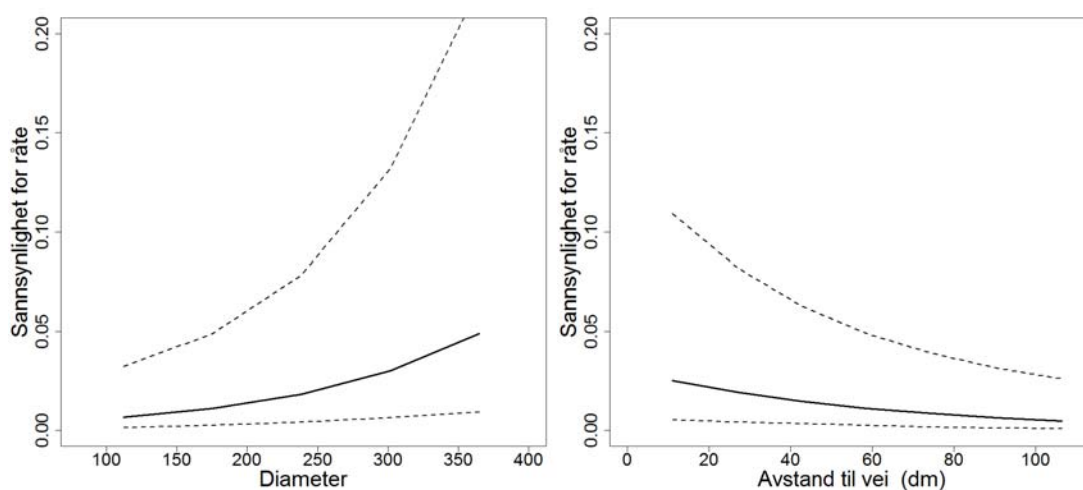
For hogstleddene 2-4 testet vi også for effekten av 1) diameter i brysthøyde (1993) til subjektreet (den ferske stubben) (DBH), 2) avstand fra stubben til nærmeste stikkvei, 3) avstand fra stubben til nærmeste tre som ble avvirket ved etablering av forsøket ($Avst_A$), og 4) diameter i brysthøyde (1993) til nærmeste tre som ble avvirket ved etablering av forsøket, dividert med avstanden til subjektreet ($DBH_A/Avst_A$) (Tabell 6). For rotkjuke fant vi en signifikant effekt av alle disse variablene (i tillegg til hogstledd), med unntak av avstand til nærmeste tre som ble avvirket ved etableringen ($Avst_A$). For toppråte fant vi kun effekt av variabelen $DBH_A/Avst_A$, som også for total råte var den eneste som viste seg å ha en signifikant effekt utover effekten av hogstledd. Samspill mellom variablene bidro ikke til økt forklaringsgrad ($p > 0,05$). For honningsopp, og gruppen andre råtesopper, gav ingen av de testede variablene signifikant utslag på sannsynligheten for råte (ikke vist i Tabell 6).

Figur 3 viser de estimerte effektene av subjektrees diameter i brysthøyde ved etablering av forsøket, og avstand til stikkvei, på sannsynlighet for rotkjukeinfeksjon for enkeltrær i datamaterialet fra hogstleddene 2-4. Figur 3 viser effektene av henholdsvis hogstledd og variabelen $DBH_A/Avst_A$ på sannsynligheten for råteinfeksjon totalt (alle råtegruppene).

Tabell 6. Signifikansnivå for faste effekter i regresjonsanalyser med sannsynlighet for råde (ikke råde =0, råde=1) som avhengig variabel (1%=; 5%=*; ikke signifikant=i.s.). Hogstleddet urørt kontroll (1), hvor det ikke ble markberedt, er her utelatt fra datagrunnlaget.**

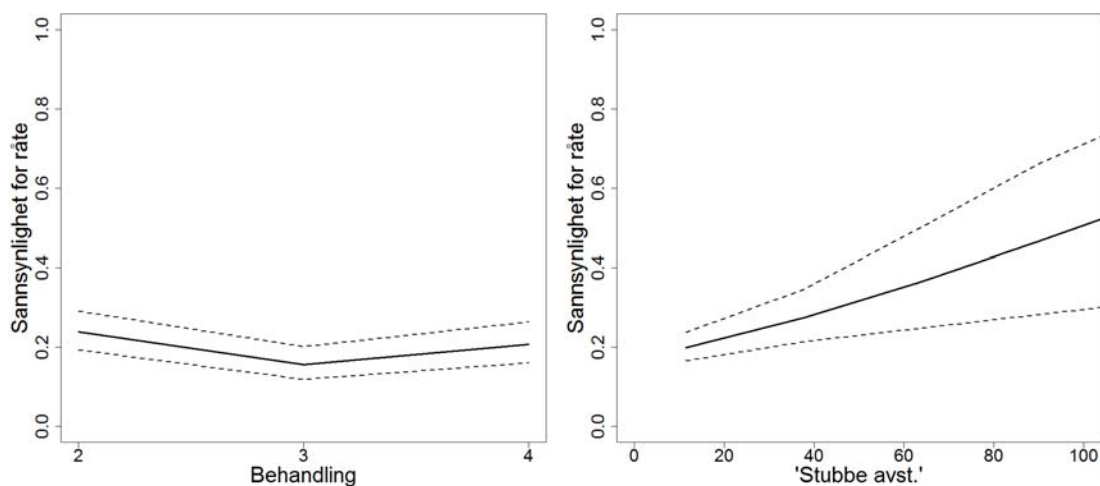
| Parameter | Rotkjuke | Toppråde | Total råde |
|--|----------|----------|------------|
| Markberedning | i.s. | i.s. | i.s. |
| Hogstledd | ** | i.s. | ** |
| DBH ¹⁾ | ** | i.s. | i.s. |
| Avstand til stikkvei | ** | i.s. | i.s. |
| Avstand til markberedningsflekk | i.s. | i.s. | i.s. |
| Avst_A ²⁾ | i.s. | i.s. | i.s. |
| DBH_A/ Avst_A ³⁾ | * | ** | ** |

- 1) Diameter i brysthøyde til subjektreet (stubben) i 1993.
- 2) Avstand fra subjekt-treet (stubben) til nærmeste tre som ble avvirket ved etablering av forsøket.
- 3) Diameter i brysthøyde til nærmeste tre som ble avvirket ved etablering av forsøket, dividert med avstanden mellom de to trærne.



Figur 3. Rotkjuke: Effekt av diameter i brysthøyde for subjektreet (venstre del), og avstand fra subjekt-treet til nærmeste stikkvei (høyre del). Hogstleddet urørt kontroll (1), hvor det ikke ble markberedt, er her utelatt fra datagrunnlaget.

Til sammen 21 av stubbene som var infisert med rotkjuke (54 %) delte samme klon med en eller flere andre infiserte stubber. I blokk 1 ble én klon funnet i fire stubber, tre andre kloner vokste i tre stubber hver, mens to kloner forekom i to stubber. I blokk 3 fant vi en og samme klon i fire stubber, mens to andre forekom i to stubber. Avstanden mellom stubber infisert av en og samme klon varierte fra 0,1 til 14,1 meter.



Figur 4. Total råte: Effekt av hogstledd (venstre del), og diameter i brysthøyde til nærmeste tre som ble avvirket ved etablering av forsøket, dividert med avstanden mellom de to trærne (høyre del). Hogstleddet urørt kontroll (1), hvor det ikke ble markberedt, er her utelatt fra datagrunnlaget.

To honningsoppisolater ble sekvensert og sammenlignet med sekvenser i Genbank. Sammenligningen viste at det ene isolatet var skoghonningsopp (*A. borealis*) og det andre var hagehonningsopp (*A. caepestipes*). Foruten honningsopp, rotkjuke og toppråtesopp ble følgende velkjente råtesopper funnet: granstokkjuke (5 ganger) og vasskjuke (1 gang). Tre råtesopper som ble isolert mer enn en gang var; *Sistotrema brinkmannii* (15) (Figur 5), ukjent råtesopp nær lærhatter (3) og duftskinn (*Cystostereum murrayi*) (2). Sytten arter ble isolert en gang; svartrandkjuke (*Bjerkandera adusta*), rødrandkjuke (*Fomitopsis pinicola*), ruglekremskinn (*Hyphoderma setigerum*), glisneknorteskinn (*Hyphodontia aspera*), hinneknorteskinn (*H. hastata*), besk svovelsopp (*Hypholoma fasciculare*), tjærekjuke (*Ischnoderma benzoinum*) (Figur 5), furuskjellsopp (*Pholiota pinicola*), blåkjuke (*Postia caesia*), grynmarksopp (*Resinicium bicolor*), tømmernettssopp (*Serpula himantioides*), fløyelspluggsopp (*Tapinella atrotomentosa*), raggkjuke (*Trametes hirsuta*), stubberusthette (*Xeromphalina campanella*), *Gloiothele* sp., *Hypochnicium karstenii* og *Phanerochaete sordida*.

I 21 stubber med klare råtesymptomer (Figur 6) ble ikke årsaken til råten bestemt. Dette skyldtes at vi enten ikke lyktes med isolering av sopp eller at sekvensen ikke matchet med noen kjente sekvenser i Genbank.



Figur 5. Sentral råte forårsaket av lite kjente råtesopper. Til venstre råte forårsaket av *Sistotrema brinkmannii* og til høyre tj erekjuka.



Figur 6. Eksempler på s rr ter som ikke ble bestemt.

DISKUSJON

Risikoen for mekaniske skader på gjenstående trær i forbindelse med selektive hogster kan være betydelig (Fjeld og Granhus 1998; Granhus og Fjeld 2001; Sirén mfl. 2015). Like etter hogsten ble det også i dette forsøket foretatt en skadeinventering, ved at man registrerte sårskader på stamme, rothals og røtter på alle trær innen transektene i hver av storrutene som var behandlet med bledningspreget hogst (Fjeld og Granhus 1998). Blant de 1353 trærne som inngikk i vår studie, sto 197 innenfor de fire meter brede transektene. Av disse hadde 22 (11 %) sårskade på stammen (skader på rothals og røtter ikke ble observert), hvorav vi fant råte i stubben til syv trær (31,8 % av de skadde). Selv om dette datamaterialet er for lite i forhold til å si noe sikkert om hvor stor andel av de skadde trærne som senere utviklet råte, indikeres en overhyppighet av råte for skadde trær i forhold til gjennomsnittet i datamaterialet (19,7 %). Dette understøttes også av at avstanden fra det enkelte treet til nærmeste stikkvei, som var negativt korrelert med sannsynligheten for at trærne ble påført skade under hogsten (Fjeld og Granhus 1998), kunne forklare en del av variasjonen i infeksjon av granrotkjuke i stubbene. Likevel fant vi, noe overraskende, ingen konsistent forskjell i råtefrekvens mellom hogstleddene urørt kontroll og rutene behandlet med bledningspreget hogst. Dels kan dette skyldes at hogsttaket var rettet mot store utvokste trær, som en kan forvente at oftere hadde råte enn de mindre trærne som sto igjen etter hogsten (Thor mfl. 2005). Et annet kriterium var å ta ut trær med dårlig vitalitet. Det er derfor ikke usannsynlig at hogsten resulterte i en viss «sanering» av trær som allerede var råteinfisert, og at dette i noen grad kan ha oppveiet for effekten av nye infeksjoner gjennom sårskadene som oppsto under hogsten.

Vi fant ingen effekt av markberedning, hverken på total råtefrekvens eller for noen av de fire råtegruppene hver for seg. Risikoen for at røttene til trærne i skjermstillinger blir skadet ved markberedning med gravemaskin vil i følge Fjeld (1994) i stor grad reduseres ved å holde tilstrekkelig avstand mellom markberedningsfleckene og skjermtrærne. I hans undersøkelser oppsto de aller fleste skadene på røtter når det ble markberedt innenfor en avstand under 1,5-2 meter. Det kan derfor se ut som om de føringer som ble gitt med hensyn på minste avstand til gjenstående trær (1,5 – 2,5 m avhengig av trestørrelse), i dette forsøket var tilstrekkelig for å unngå skader som kunne føre til økt råteinfeksjon.

I denne undersøkelsen var honningsopp, toppråtesopp og granrotkjuke de tre vanligste råtesoppene, i nevnte rekkefølge. Granrotkjuke er vanligvis årsak til mest råte i granskog. I en landsomfattende råtetelling (Huse mfl. 1994) var 20 % av grantrærne angrepet av rotkjuke (inkludert kombinasjonsråte med honningsopp), noe som utgjorde 75 % av all råte. Også i andre undersøkelser dominerer som regel rotkjuke, men i enkelte undersøkelser kan også honningsoppråte være markant. For eksempel fant Vestrum (1981) i Inderøy i Trøndelag liten forskjell på råte forårsaket av rotkjuke og honningsopp, 17 % av trærne var angrepet av rotkjuke, mens 14,1 % var angrepet av honningsopp. I disse tallene er kombinasjonsråte på 5,4 % inkludert.

Det er gjort få undersøkelser av råte i høyereliggende skoger. Bjørnbæk (2016) undersøkte råte i flere granskoger på Østlandet, fra 550 til 840 m o.h. På feltene som ikke var anlagt på gammel setervoll eller inngikk i tynningsforsøk var honningsopp mest frekvent (14,4 %) etterfulgt av toppråtesoppen (5,0 %). Granrotkjuke ble bare funnet i 2,6 % av trærne. Dette er i samsvar med

våre undersøkelser hvor også honningsopp var mest vanlig. Våre flater lå imidlertid i et midlere høydelag og kan ikke helt sammenlignes med flatene til Bjørbæk (2016), men ser likevel ut til å være sammenlignbare mht hvordan råtesoppene opptrer. I Norge har vi to vanlige honningsopparter, skoghonningsopp og hagehonningsopp (Keča og Solheim 2011). Begge var representert her, men vi vet ikke hvor frekvent hver av dem var da det er vanskelig og tidkrevende å isolere honningsopp. Identifiseringen ble mest basert på visuell bedømmelse.

Toppråtesoppen er den aller vanligste sårråtesoppen i gran og kan infisere etter såring hele året (Roll-Hansen og Roll-Hansen 1980; Solheim og Selås 1986; Veiberg og Solheim 2000). Toppråtesoppen var den nest vanligste råtesoppen i vår undersøkelse, noe den også var i den nevnte undersøkelsen av råte i høyereliggende granskoger (Bjørbæk 20016). Selv om hogsten ble foretatt om vinteren, som er en god periode for hogst i forhold til rotkjuke, så er det fullt mulig at toppråtesoppen kunne ha infisert i sår på et senere tidspunkt. Det ble registrert en del trær med toppbrekk i forsøksområdet før hogsten og fra en episode rundt 1997-1998. I tillegg ble det foretatt markberedning om høsten etter hogsten, og høsten er spesielt en fin tid for sårinfisering av toppråtesopp (Roll-Hansen og Roll-Hansen 1980; Solheim og Selås 1986).

Rotkjuke derimot kan bare infisere i ferske sår som lages i perioden med sporeutslipp (Roll-Hansen og Roll-Hansen 1980; Solheim og Selås 1986). Da er det først og fremst om sommeren infeksjoner skjer, med avtagende infeksjonsfrekvenser på våren og utover høsten. Også stubber blir bare infisert av rotkjuke etter hogster i sommerhalvåret. At hogsten foregikk om vinteren kan være noe av årsaken til at det var lave frekvenser med rotkjukeråte. Markberedningen ble imidlertid utført sensommer – tidlig høst, når risikoen for infeksjon av rotkjuke er større. Noen stubber var infisert med rotkjuke av samme klon. I to tilfeller var 4 stubber infisert med samme klon, og i to tilfeller var 3 stubber infisert med samme klon. Vanligvis er det kun ett eller to trær som er infisert av samme klon ved slutthogst, i sjeldnere tilfeller 3 eller 4 trær (Stenlid 1985; Piri mfl. 1990). Når det er flere trær som er infisert av samme klon kan det tyde på at rotkjukeråten stammer fra forrige tregenerasjon. Og særlig når avstanden mellom stubber med samme klon er opp til 14 m som ble funnet i et tilfelle i denne studien. Ved inokuleringer i røtter eller stammer er det rapportert om veksthastighet rundt 20-30 cm per år (Stenlid og Redfern 1998). Med en veksthastighet på 25 cm per år tar det 56 år å nå et tre 14 m unna. Om det i tillegg har vært en velutviklet råte i treet som har nådd 7-8 m opp så har råten vært i treet i 20-30 år før hogst. Om råten stammer fra et tre et sted mellom de to stubbene som var 14 m fra hverandre kan en kanskje halvere tiden, men fremdeles kan umulig råten ha kommet til to trær 14 m fra hverandre siden hogsten i 1993 uten at råten har vært tilstede i bestandet tidligere.

Det var flere stubber som var infisert med ukjente råtesopper/andre råtesopper enn med rotkjukeråte og toppråte. Den største gruppen var ukjent råte som besto av tydelig råte som vi ikke klarte å isolere sopp fra, eller isolerte råtesopper som ikke lot seg bestemme ved hjelp av Genbank. Velkjente råtesopper som granstokkjuke og vasskjuke som har vært nokså frekvente i tidligere undersøkelser av stubberåte i høyereliggende granskoger (Solheim 2006; Bjørbæk 2016) ble funnet i henholdsvis 5 og 1 stubbe. Ellers ble *Sistotrema brinkmannii* isolert fra 15 stubber. Denne soppen er tidligere kjent som en sårråtesopp og ble funnet i 1 % av sårene 2 år etter såring av Roll-Hansen og Roll-Hansen (1980), og i 11 % av grantrærne analysert 7-25 år etter såring i en studie av Vasiliauskas (1998).

Ellers ble det isolert en rekke råtesopper som har liten betydning hver for seg, men tilsammen vil de kunne bety litt for skogeiere. Mange tilhører gruppen barksopper, og de er mest kjent som vednedbrytere etter at trær er døde. At de enkelte ganger også kan infisere levende trær skjer nok i forbindelse med sårskader.

LITTERATUR

- Andreassen, K. 1998. Description of the experimental series "Alternative forest management". Internt notat, NISK, Ås. 29 s.
- Bjørnbæk, L.H. 2016. Råte i høyereliggende granskog på Østlandet. Masteroppgave, Institutt for Naturforvaltning, NMBU, Ås. 53 s.
- Fjeld, D. 1994. Patch scarification in shelterwood stands of varying stand density (Flekkmarkberedning i skjermstillinger av varierende tetthet). Norges Landbrukshøgskole. Doctor Scientiarum Theses 4. 134 s. ISBN 82-575-0211-1.
- Fjeld, D. & Granhus, A. 1998. Injuries after selection harvesting in multi-stored spruce stands - the influence of operating systems and harvest intensity. *Journal of Forest Engineering* 9(2): 33-40.
- Gardes, M. & Bruns, T.D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes - application to the identification of mycorrhiza and rusts. *Molecular Ecology* 2: 113-118.
- Granhus, A., Brække, F.H., Hanssen, K.H. & Haveraaen, O. 2003. Effects of partial cutting and scarification on planted *Picea abies* at mid-elevation sites in south-east Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 237-256.
- Granhus, A. & Fjeld, D. 2001. Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1903-1913.
- Hanssen, K.H., Granhus, A., Brække, F. H. & Haveraaen, O. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 351-361.
- Hellgren, M.B. & Stenlid, J. 1995. Long-term reduction in the diameter growth of butt rot affected Norway spruce, *Picea abies*. *Forest Ecology and Management* 74: 239-243.
- Huse, K.J., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. Rapport fra Skogforsk 23: 1-26.
- Keča, N. & Solheim, H. 2011. Ecology and distribution of *Armillaria* species in Norway. *Forest Pathology* 41: 120-132.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94: 1-25.
- Oliva, J., Samils, N., Johansson, U., Bendz-Hellgren, M. & Stenlid, J. 2008. Urea treatment reduced *Heterobasidion annosum* s.l. root rot in *Picea abies* after 15 years. *Forest Ecology and Management* 255: 2876-2882.
- Piri, T., Korhonen, K. & Sairanen, A. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed stands in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5: 113-125.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1980. Microorganisms which invade *Picea abies* in seasonal stem wounds. 1. General aspects. Hymenomycetes. *European Journal of Forest Pathology* 10: 321-339.
- Sirén, M., Hyvönen, J. & Surakka, H. 2015. Tree damage in mechanized uneven-aged selection cuttings. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36: 33-42.
- Solheim, H. 2006. White rot fungi in living Norway spruce trees at high elevation in southern Norway with notes on gross characteristics of the rot. In: Solheim, H. & Hietala A.M. (eds.) *Forest pathology research in the Nordic and Baltic countries 2005 Proc. SNS-meeting Forest*

Pathology at Skogbrukets Kursinstitutt, Biri, Norway, 28-31. August 2005. Aktuelt fra Skogforskningen 01/06: 5-12

Solheim, H. & Selås, P. 1986. Misfarging og mikroflora i ved etter såring av gran. I. Utbredelser etter 2 år. Rapport Norsk Institutt for skogforskning 7/86: 1-16.

Stammes, V.A.G., Solberg, S. & Solheim, H. 2000. En analyse av råtefrekvens i eldre granskog, ut fra skoglige, klimatiske og edafiske faktorer. Rapport fra Skogforsk 17: 1-16.

Stenlid, J. 1985. Population structure of *Heterobasidion annosum* as determined by somatic incompatibility, sexual incompatibility and isozyme patterns. Canadian Journal of Botany 63: 2268–2273.

Stenlid, J. 1987, Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 2: 187–198.

Stenlid, J. and Redfern, D.B. 1998. Spread within the tree and stand. In: *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control (Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. and Hütterman, A., eds), s. 125–143. London: CAB International.

Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. 2005. Modelling root rot incidence in Sweden using tree, site and stand variables. Scandinavian Journal of Forest Research. 20:165-176.

Vasiliauskas, R. 1998. Five basidiomycetes in living stems of *Picea abies*, associated with 7-25 year old wounds. Baltic Forestry 1: 29-35.

Veiberg, V. & Solheim, H. 2000. Råte etter hjortegneg på gran i Sunnfjord. Rapport fra skogforskningen 18/00:1-16.

Waalberg, M.E. 2015. Fungi associated with three common bark beetle species in Norwegian Scots pine forest. Master Thesis. Norwegian University of Life Sciences. 40 s.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR protocols: a guide to methods and applications, 18: 315-322.

SAMMENDRAG

I denne rapporten presenteres resultatene fra en undersøkelse av råtefrekvens i stubber på et forsøksfelt i Åsnes kommune, hvor det 21 år tidligere (vinteren 1993-94) ble gjennomført lukkede hogster med varierende hogstuttak i eldre granskog. Hogstleddene omfattet tre gjentak av behandlingene urørt kontroll (1), og bledningspreget hogst med lavt (2), middels (3) og sterkt uttak (4). Året etter den eksperimentelle hogsten ble det på mindre ruter innen hogstleddene 2-4 utført markberedning med gravemaskin, med tre ulike behandlinger (flekkmarkberedning, inversmarkberedning og ikke markberedt). Stubbeundersøkelsen, som ble utført i juni 2016, ble utført ett år etter at forsøksrutene ble avvirket ved snaufletehogst vinteren 2014-15, og omfattet trærne som ble satt igjen ved etableringen av forsøket og som da hadde en diameter i brysthøyde på minst 80 millimeter. Råtesoppene ble bestemt dels ved visuell bedømming og mikroskopi, dels ved molekylære metoder etter isolering i laboratorium. Datamaterialet ble analysert fordelt på følgende råtegrupper: rotkjuke (*Heterobasidion parviporum*), honningsopp (*Amillaria* spp.), toppråtesopp (*Stereum sanguinolentum*), annen råte, og total råte.

Gjennomsnittlig råtefrekvens i hele datamaterialet var 19,7 % (266 råteinfiserte stubber av totalt 1 353). Blant de fire gruppene av råte var honningsopp vanligst, mens andelen av stubber infisert av rotkjuke eller toppråtesopp var langt lavere. Vi fant for total råte signifikant lavere råtefrekvens for urørt kontroll (16,3 %) og bledningspreget hogst med middels uttak (15,7 %), sammenlignet med svakt uttak (23,6 %). Sterkt uttak (4) hadde en råtefrekvens på 21,0 %, høyere enn middels uttak (3) men ikke signifikant forskjellig fra urørt kontroll (1) og svakt uttak (2). Markberedningen hadde ingen signifikant effekt på omfanget av råte, hverken for total råte eller noen av råtegruppene hver for seg.

Sannsynligheten for råte i enkelttrær innen hogstleddene 2-4 ble analysert ved logistisk regresjonsanalyse, og viste for rotkjuke og total råte lavere sannsynlighet for råte ved middels hogstuttak (3) enn ved svakt og sterkt uttak (2, 4). For honningsopp og toppråtesopp fant vi ingen effekt av hogstbehandling. For rotkjuke økte også sannsynligheten for råte med økende diameter i brysthøyde, og med avtakende avstand fra stubben til nærmeste stikkvei fra hogsten i 1993. Avstanden til nærmeste stubbe avvirket i 1993, bidro også til å forklare noe av variasjonen, når vi ga store stubber større vekt enn små stubber, gitt samme avstand. Denne variabelen forklarte også, sammen med hogstledd, noe av variasjonen i total råte, og var den eneste som gav signifikant utslag på toppråtesopp.

Forskjellene i råtefrekvens var i dette forsøket like stor mellom de ulike hogstleddene med bledningspreget hogst som forskjellen mellom kontrollen og de behandlede rutene. Vi kan derfor ikke påvise økt råtefrekvens etter bledningspreget hogst sammenlignet med urørt bestand. Samtidig fant vi for hogstleddene 2-4 signifikante effekter av avstanden til nærmeste stubbe fra hogsten i 1993, et resultat som klart indikerer infeksjon via stubber fra trær som ble avvirket da forøket ble etablert. En økende andel rotkjukeinfiserte stubber blant trærne som sto nær de opprinnelige stikkveiene er også et klart tegn på at mekaniske skader på trærne har resultert i inngangsporter for råte. Råteomfanget innen de ulike hogstleddene kan også ha vært påvirket av at man primært fjernet utvokste trær med stor diameter, og trær med dårlig vitalitet. Det kan ikke utelukkes at disse trærne i utgangspunktet hadde en høyere råtefrekvens enn trærne som ble satt igjen, slik at den eksperimentelle hogsten vinteren 1993-94 medførte en viss sanering av infiserte trær.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

TITTEL/TITLE

RÅTE I GRANBESTAND 20 ÅR ETTER SELEKTIV HOGST

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

HALVOR SOLHEIM, AKSEL GRANHUS, JANNEKE SCHOLTEN

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| DATO/DATE: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: | PROSJEKT NR./PROJECT NO.: | SAKSNR./ARCHIVE NO.: |
| 17.07.2017 | Lukket | 10234 | 17/01675 |
| RAPPORT NR. /REPORT NO.: | ISBN-NR./ ISBN-NO.: | ANTALL SIDER/ NUMBER OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/ NUMBER OF APPENDICES: |
| | Nei | 20 | 0 |

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Utviklingsfondet for skogbruket

Skogtiltaksfondet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

STIKKORD/KEYWORDS:

Armillaria spp, Heterobasidion parviporum,
honningsopp, lukkede hogster,
markberedning, rotkjuke, Stereum
sanguinolentum, toppråtesopp

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Mykologi, skogbehandling, skogskjøtsel

SAMMENDRAG:

SUMMARY:

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Hedmark

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Åsnes

STED/LOKALITET:

Hof Prestseter



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

GODKJENT / APPROVED

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER

Carl Gunnar Fossdal

Halvor Solheim

NAVN/NAME

NAVN/NAME