

Sluttrapport
for prosjekt
Friske granplanter til foryngelse av skog
(FriskGran)
Prosjektnummer NFR 234217

1 Bakgrunnen for prosjektet

Det plantes årlig ut om lag 30 millioner skogplanter i Norge, hvorav mer enn 90 % er vanlig gran (*Picea abies*). I dette prosjektet har FoU-arbeidet derfor utelukkende omfattet gran. En norsk produksjon av skogplanter er viktig både for å ha tilgang til planter med rett proveniens og fordi skogplanteskolene i seg selv representerer viktige lokale kompetansemiljøer. Det er avgjørende for overlevelse og etablering at de utplantingsklare plantene har god kvalitet, noe som krever en målrettet og effektiv strategi for plantevern i skogplanteskolene. Mens den verste skadegjøreren etter utplanting er gransnutebillen, er angrep av soppjukdommer den største plantevernsmessige utfordringen i produksjonsfasen. Spesielt gråskimmel regnes som problematisk. Bekjempelse av soppjukdommer har tradisjonelt vært basert på gjentatte behandlinger med fungicider (soppmidler) gjennom sesongen og før innlegging på lager. Til tross for dette kan likevel problemer med sykdom oppstå, og utvikling av gråskimmel (*Botrytis* spp.) på kjølelager kan være betydelig. Hyppig sprøyting er en miljøbelastning, kan utgjøre en risiko for arbeiderne og kan føre til resistensutvikling hos sjuksomsorganismene. Mens det i mange kulturer innen matproduksjon har vært mye forskning for å finne fram til gode plantevernstrategier for integrert plantevern (IPV), er det gjort lite innen skogplanteproduksjonen. Det er derfor et stort behov for økt kunnskap som kan gi produsentene et godt beslutningsgrunnlag i forhold til valg av tiltak og tidspunkt for når de bør iverksettes.

2 Mål og måloppnåelse

Hovedmål: Reduksjon i avgang av ferdigproduserte skogplanter grunnet plantesjukdommer med 50 % ved hjelp av IPV-strategi

Delmål 1: De viktigste årsakene til avgang i skogplanteskolene er kartlagt

- ✓ Hypotese 1: Soppjukdommer er den viktigste årsaken til frasortering

Svinnet ble registrert i fem planteskoler i 2014 og fulgt opp i fire av dem i 2015. Prøver av til sammen 10 ulike provenienser ble analysert for årsaker til frasortering. Svinnet var betydelig, i gjennomsnitt fant vi at det fra såing til innlegging av ferdigproduserte planter på lager av toårige M95-planter var på 25 % (varierte fra 15-37 %). Om lag 55 % av svinnet skyldtes manglende spiring eller utgang i løpet av produksjonsfasen, mens det resterende var planter som ble sortert vekk ved innlegging fordi de ikke oppfylte kvalitetskravene til salgsvare. Mens det i 2014 så ut til å være relativt godt samsvar mellom svinnet og planteskole, var det i 2015 en tendens til at svinnet varierte mer med proveniens. **I to av fem planteskoler utgjorde soppskade 28- 60 % av frasorteringen. I de tre øvrige planteskolene lå tilsvarende tall på 1-49 %.** Dobbelttopp og små, tynne planter var viktige primærårsaker til frasortering. Det var ikke alltid lett å bestemme om skadene var forårsaket av sopp eller andre årsaker. I en del tilfeller var det sannsynligvis en kombinasjon av klima og sopp som forårsaket skade. Dette gjaldt for eksempel dobbelttopp på grunn av ødelagt toppknopp første året. I mange slike tilfeller fant vi gråskimmel i den ødelagte toppknoppen, noe som kan ha svekket knoppen og gjort den utsatt for vinterskade. Dobbelttopp kunne også skyldes at toppknoppen blir ødelagt i løpet av den andre vekstsesongen, noe vi mistenker skyldtes insektgnag og det ikke ble gjort funn av gråskimmel. Små, tynne planter ble testet for angrep av det jordboende plantepatogenet *Phytophthora*, men denne ble ikke påvist i noen av prøvene. Selv om *Botrytis* var en viktig skadegjører, fant vi ofte andre patogener sopper på frasorterte planter, som arter i slektene *Phomopsis*, *Phoma*, *Alternaria* og *Fusarium*. **Betydning av disse for sykdom på små planter av gran er ikke klarlagt, men mye tyder på at skade kan forårsakes av et kompleks av sopper og ikke alltid bare av én bestemt soppart.**

Prosjektnavn: Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran)	Sluttrapporten er utarbeidet av : NIBIO
Prosjekteier: Det norske Skogselskap	Prosjektleder: Inger Sundheim Fløistad

Vi undersøkte også salgsklare planter som ble tatt ut av lager på våren. I totalt 12 prøver (25 planter i hver prøve, fra 7 planteskoler, og minst sju provenienser) var gjennomsnittlig funn av gråskimmel på plantene om lag 50 %. I 17 % av plantene fant vi *Phoma*, mens andre potensielle patogener nevnt over ble påvist i 2-3 %. Prøvene besto av planter som var valgt ut fordi de viste symptomer, og vi har derfor ingen tall på hvor stort svignet var etter lagring. **Vi har imidlertid sett økende problemer med lagringssjukdommer de senere årene i flere av planteskolene, og årsakene er ikke helt klarlagt.**

Delmål 2: Forekomst av fungicidresistens hos gråskimmelsoppen er undersøkt

- ✓ Hypotese 2: Det eksisterer fungicidresistente stammer av gråskimmelsoppen i skogplanteskolene

Totalt 46 *Botrytis*-isolater fra seks skogplanteskoler (hovedsakelig to) ble testet for resistens mot fem eller seks av de vanlig brukte fungicidene mot gråskimmel; tiofanatmetyl, fenheksamid, pyrimetanol, strobiluriner (kun 11 isolater), fludioksonil og iprodion. **Av de 46 isolatene var 31 (67,4 %) resistente; 18 var resistente mot ett, åtte isolater var resistente mot to, ett var resistent mot tre, og fire var resistente mot hele fire fungicider.** Det var mest resistens mot tiofanatmetyl; 59 % av isolatene var resistente mot dette fungicidet. Videre var 45, 33, 24, 4 og 0 % resistente mot henholdsvis strobiluriner, fenheksamid, pyrimetanol, iprodion og fludioksonil. Det ble samlet flere isolater utover de som ble testet, men en ulempe med metodikken som ble brukt var at den krevde sopp sporer, og en god del av isolatene produserte bare mycel i renkultur. **Resultatene viser likevel tydelig at fungicidresistens er utbredt hos *Botrytis* i skogplanteskoler.** Feltforsøk ble gjennomført i to planteskoler i 2014 og 2015 hvor tiofanatmetyl ble fjernet fra sprøyteplanen og tidspunktene for øvrige behandlinger endret. Resultatene viste at det ikke var noe forskjell på angrep av gråskimmel på planter med og uten behandling med tiofanatmetyl, noe som stemte overens med resultatene fra resistenstesting. Registrering av symptomer på planter fra forsøket tydet imidlertid på at tiofanatmetyl trolig var viktig for bekjempelse av andre sjuksdomsorganismer som *Rhizoctonia*. Forsøkene viste også at rett sprøytetidspunkt og kunnskap om midlenes virkning er avgjørende for vellykket sjuksdomsbekjempelse. **Både rett sprøytetidspunkt og forekomst av resistens, taes det nå hensyn til ved valg av strategier for sjuksdomsbekjempelse i skogplanteskolene.**

Delmål 3: Ny IPV-strategi er utviklet og tatt i bruk av produsentene

- ✓ Hypotese 3: Identifisering av smittekilder og tiltak for å minske smittepresset, reduserer behovet for antall sprøytinger

I planteskoler er det viktig at frasorterte planter og planterester fjernes for å redusere smittepresset. Generelt var slikt renhold tilfredsstillende i samtlige planteskoler som var med i prosjektet, men vi påpekte faren ved å legge plantemateriale i avfallshauger nær produksjonsarealet. Andre forhold som vi vurderte som potensielle smittekilder var ugras og rundt banene og i veksthusa, samt granplanter som visnet ned i løpet av produksjonsfasen. Ved undersøkelse av smittekilder hadde vi fokus på *Botrytis*. Vi fant at ugras kan være en smittekilde, noe som ikke var uventet da dette patogenet har et bredt spekter av vertsplanter. En undersøkelse i tre planteskoler i 2016 viste at *Botrytis* sporulerte på visnende plantedeler (blomster, blomsterstengler, blader) hos mjølke, åkersvineblom og meldestokk. Det ble ikke funnet gråskimmel på vassarve, geitrams, løvetann, tungras og rosettkarse, og heller ikke på frøplanter av selje og bjørk. I en av planteskolene ble det ikke funnet gråskimmel på ugras, noe som antakelig skyldtes at denne planteskolen generelt hadde lite problemer med gråskimmel i produksjonen sin. **Et viktig funn var at isolater fra ugras**

Prosjektnavn: Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran)	Sluttrapporten er utarbeidet av : NIBIO
Prosjekteier: Det norske Skogselskap	Prosjektleder: Inger Sundheim Fløistad

også var verter for fungicidresistente isolater. Vi fant at tre isolater fra ugras i to planteskoler var resistente mot tre til fire ulike fungicider. Dette viser hvordan resistente populasjoner kan overleve på alternative vertplanter i planteskolenes omgivelser, og derfra smitte nye hold med granplanter.

- ✓ Hypotese 4: Bedre rutiner i dyrkingsfasen (inkludert sprøyteteknikk og tidspunkt) og under lagring bidrar til mindre soppangrep og redusert avgang

Tidlig i prosjektperioden ble det klart at tidspunkt for sprøyting ikke ble tillagt vekt, da rutinene var basert på regelmessige sprøytinger gjennom hele vekstsesongen (kalendersprøyting). Dette er uforenelig med krav om IPV-strategi og mindre tilgang på fungicider som ikke er utsatt for resistensutvikling. Vi gjennomførte derfor forsøk for å fastslå når i vekstsesongen det var størst fare for at plantene ble angrepet av *Botrytis*. **Vi fant at den viktigste perioden for infeksjon var i mai og juni, noe som er tidligere enn sprøyting tradisjonelt har blitt satt i gang i skogplanteskolene. Ett tiltak mot gråskimmel er derfor å legge inn sprøyting tidligere i sesongen og unngå bruk av fungicider hvor resistens er utbredt. Dette taes det nå hensyn til ved valg av strategier for sjukdomsbekjempelse i skogplanteskolene.**

Det ble også klart i løpet av prosjektperioden at det var et forbedringspotensial i forhold til sprøyteteknikk. I den forbindelse ble spisskompetanse fra Norsk Landbruksrådgiving, Jan Karstein Henriksen invitert til en skogplanteskolesamling for å holde et foredrag og en praktisk demonstrasjon av sprøyteutstyr. **Han kom også med konkrete anbefalinger i forhold til dysetype, kjørehastighet og sprøytetrykk som var svært annerledes enn det som har vært vanlig praksis, og som forventes å forbedre virkningen av fungicider mot sopp i skogplanteskolene.**

- ✓ Hypotese 5: En sjekklister gjør at produsentene lettere tar i bruk den nye IPV-strategien

Vi har laget en sjekklister som skogplanteskolene kan bruke som en veileder om integrert plantevern mot soppjukdommer og opplever at de ansatte i skogplanteskolene er svært ivrige på å ta i bruk ny kunnskap som gir bedre plantehelse og mindre forbruk av plantevernmidler. Denne sjekklister vil vi oppdatere etter hvert som vi erverver ny kunnskap.

Hovedmålsettingen i prosjektet var å oppnå redusert avgang ved produksjon av granplanter i skogplanteskoler. Kunnskapen som har framkommet i prosjektet danner en viktig basis for målretta tiltak. **Vi har jobbet systematisk med kunnskapsoverføring til bransjen gjennom hele prosjektperioden, både gjennom felles kurs og samlinger, men også gjennom bedriftsbesøk i den enkelte skogplanteskole. Dette har vært svært viktig for å få til endringer i praksis og rutiner.**

3 Prosjektgjennomføring og ressursbruk

Prosjektet startet som et samarbeidsprosjekt mellom Det norske Skogselskap (DnS), prosjekteier, Institutt for Skog og landskap, faglig prosjektleder, og Bioforsk Plantehelse. Samarbeidet var viktig for å bygge opp kunnskap om plantevernmidler og resistensproblematikk som kunne overføres til skogplanteskolene. I løpet av prosjektperioden ble de to forskningsinstituttene slått sammen til Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), og det er ved prosjektavslutning et samarbeid mellom DnS og NIBIO-divisjonene Skog og utmark og Bioteknologi og plantehelse. Den største og viktigste delen av prosjektarbeidet har vært konsentrert omkring sprøyterutiner, plantevernmiddelresistens, planteskolehygiene og sprøyteteknikk. Mesteparten av arbeidet i prosjektet har derfor, som planlagt, vært i divisjon Bioteknologi og plantehelse, i tett samarbeid med skogplanteskolene. **Den direkte dialogen med skogplanteskolene gjennom felles samlinger og bedriftsbesøk, har vært avgjørende for å sikre kunnskapsoverføring. I tillegg har vi hatt et godt samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving på temaet sprøyteteknikk (delmål 3).**

Prosjektnavn: Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran)	Sluttrapporten er utarbeidet av : NIBIO
Prosjekteier: Det norske Skogselskap	Prosjektleder: Inger Sundheim Fløistad

Vi har gjennom dette prosjektet fått anledning til å jobbe systematisk med plantevernstrategier mot soppjukdommer i skogplanteskolene. Det har vært avgjørende å gjennomføre prosjektet i tett samarbeid med produsentene, selv om dette er tidkrevende. Siden det ikke har vært gjort noe forskning tidligere på fungicidresistens i skogplanteskoler var det nødvendig å bruke ressurser på dette samle erfaringer. Vi mener vi har oppnådd mye i prosjektet, brukt ressursene på en god måte og har fått ny kunnskap og erfaring som er nyttige for skogplanteskolene.

Det gjennomførte arbeidet og måloppnåelsen er mer detaljert beskrevet i kapittel 2.

4 Nytteverdi resultatene forventes å ha

Prosjektet har flere viktige resultater som vil ha stor nytteverdi:

- ✓ Rett sprøytetidspunkt vil føre til færre sprøytinger og mindre forbruk av plantevernmidler.
- ✓ Bedre sprøyteteknikk vil føre til bedre virkning, mindre forbruk av plantevernmidler og betydelig besparelser i arbeidstid hos ansatte i planteskolene.
- ✓ Kunnskap om resistens vil føre til mindre bruk av plantevernmidler som ikke virker etter hensikten.
- ✓ Kunnskap om smittekilder vil brukes til å forebygge smitte i produksjonsarealene, bedre plantekvaliteten og gi større utbytte i skogplanteskolene.

5 Planene for ytterligere formidling og utnyttelse av resultatene

Planlagt formidling:

- Vitenskapelig artikkel om resistens - (Strømeng m fl) – ferdigstilles i 2018.
- Vitenskapelig artikkel om frøoverførte sykdommer - (Talgø m fl) – ferdigstilles når flere forsøk er gjennomført vinteren 2018.
- Fagartikkel til Gartneryrket - Integrert plantevern mot sykdommer i skogplanteskoler – (Fløistad, Strømeng, Ørstad, Talgø) - trykkes senhøstes 2017.
- Fagartikkel til Gartneryrket – Sprøyteteknikk i skogplanteskoler – (Henriksen, Strømeng m fl) - trykkes vinter 2017/2018.

Videre utnyttelse av resultater:

Prosjektet har avdekket et stort kunnskapsbehov når det gjelder plantevernstrategier i skogplanteskoler. Vi vil bruke resultatene og erfaringene fra prosjektet til å utvikle nye prosjekter, slik at vi får jobbet videre med problemstillingene og gitt skogplantesektoren mulighet for et miljømessig og kvalitetsmessig løft. Enkelte av resultatene fra prosjektet som på nåværende tidspunkt ikke er omfattende nok for vitenskapelig publisering, vil bli benyttet som grunnlag i videre forskningsarbeid slik at vi på sikt får nok publisert materiale.

6 Resultater som forventes ferdigstilt etter prosjektets slutt

Det gjenstår fortsatt noe molekylært arbeid. Dette vil ferdigstilles i løpet av høsten 2017. Videre gjenstår det noe publiseringarbeid (Jfr kapittel 5).

Prosjektnavn: Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran)	Sluttrapporten er utarbeidet av : NIBIO
Prosjekteier: Det norske Skogselskap	Prosjektleder: Inger Sundheim Fløistad

7 Evaluering av prosjektet

I prosjektet har vi utnyttet kunnskap og erfaringer om sjukdomsbekjempelse, og særlig gråskimmel, fra hagebrukskulturer, som ligger lenger framme enn skogplanteskolesektoren i forhold til resistensforskning og IPV. Dette har vært av stor betydning for hva vi har oppnådd av resultater. Samtidig har vi hatt et svært godt samarbeid med skogplanteskolene, og deres deltagelse og engasjement har vært viktig for å få belyst de aktuelle problemstillingene.

Det er utfordrende å gjennomføre prosjekter hvor det ikke er forskere selv som sitter med kontroll på alle faktorer og tiltak som skal gjennomføres. Men i dette prosjektet var det et viktig poeng å gjennomføre enkelte forsøk i «storskala» hos produsenter. Da må prosjektet tåle at ikke alle planer gjennomføres og at misforståelser kan skje. Vi oppdaget etter at prosjektet var satt i gang at det er store utfordringer med sprøyteteknikk i skogplanteskolene (gammelt utstyr tilpasset gamle plantevernmidlers virkemåte). Dette løste vi ved å involvere spisskompetanse fra Norsk Landbruksrådgiving. Skogplanteskolene som deltok opplevde dette som svært nyttig, men det kom for seint i forhold til prosjektets feltforsøk.

Realiseringen av den nye kunnskapen er avhengig av at det holdes et fortsatt høyt trykk på problemstillingene. Dette kan dels løses gjennom skogplanteskolenes veiledningstjeneste, men dersom vi skal løse utfordringene knyttet til svinn og kvalitet på norske skogplanter kreves forskning på mulige løsninger som vil gjøre skogplanteskolene motiverte til å foreta ytterligere endringer i sine rutiner.

Prosjektnavn: Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran)	Sluttrapporten er utarbeidet av : NIBIO
Prosjekteier: Det norske Skogselskap	Prosjektleder: Inger Sundheim Fløistad