



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO BOK | VOL. 2 NR. 4 2016

Plantehelse er viktig for bioøkonomien

Plantehelseforskningen i Norge 125 år



Plantehelse er viktig for bioøkonomien

Plantehelseforskningen i Norge 125 år

Redaktør: Sundheim, L.
Tittel: Plantehelse er viktig for bioøkonomien. Plantehelseforskningen i Norge 125 år

Fagredaktør: Divisjonsdirektør Arne Hermansen
Ansvarlig redaktør: Konstituert administrerende direktør Nils Vagstad

Omslag: Plantevernbygningen 2. januar 2006. Foto: Erling Fløistad.
Over bildet av bygningen svever våre tre pionerer. Fra venstre Ivar Jørstad, Wilhelm M. Schøyen og Emil Korsmo.

NIBIO BOK 2(4) 2016
ISBN: 978-82-17-01656-4
ISSN: 2464-1189

Produksjon: www.xide.no

Boka kan bestilles hos: NIBIO, postboks 115, 1431 Ås
post@nibio.no

www.nibio.no

Innhold

Forord	5
1. PLANTEHELSE, HISTORIKK OG FRAMTID	7
Historikk og framtid – plantehelse	8
Historikk og framtid – skoghelse	14
2. INVADERENDE PLANTESKADEGJØRERE	23
Karanteneskadegjørere og invaderende arter	24
Innførte pryddplanter kan bli problematiske arter	31
Invaderende skadegjørere i skog	34
Tretti år med skogovervåking	37
3. VERKTØY I PLANTEHELSEARBEIDET	45
Diagnostikk av planteskadegjørere og ugras	46
Bioteknologi for bedre plantehelse	49
Fremavl, diagnostikk og kryopreservering	53
Varsling for målretta plantehelsetiltak	57
4. FORMIDLING AV KUNNSKAP	63
Kunnskapsformidling	64
Undervisning	69
5. INTEGRERT/ØKOLOGISK	71
Integrert plantevern	72
Plantehelse i økologisk landbruk	76
6. TRYGG MAT OG RENT MILJØ	81
Mykotoksiner i korn	82
Rester av plantevernmidler i matvarer	85
Plantevernmidler i miljøet	89
Forfatteroversikt	93
Organisasjonskart	95

Forord

Plantehelseforskningen i Norge er 125 år. Det har skjedd en enorm utvikling innen dette forskningsfeltet fra 1891 til 2016. Hvordan står det til med «125 åringen»? Fra en sped begynnelse med en statsentomolog og tilsetning noen år seinere av en statsmykolog og en ugrasbiolog har jubelanten i dag vokst til en stor divisjon i NIBIO med cirka 120 medarbeidere. I Divisjon for bioteknologi og plantehelse i NIBIO har plantehelseforskningen i Norge blitt samlet ved at forskningen innen jord- og hagebruk, og skog foregår i samme institutt. I de to første kapitlene i boka har vi beskrevet disse to områdene separat. Vi skal feire jubileet med å se tilbake på forskningsområdets historie, men også å se framover. Når Plantevernet i Norge fylte 100 år ble det laget en fyldig jubileumbok med tittelen «Kampen mot skadegjørere». Boka du nå holder i hånda tar i hovedsak for seg historien om de siste 25 åra, men trekker også inn eldre historie på enkelte områder.

Vi skal ikke bare dvele med historien når vi feirer vårt 125 års jubileum. God plantehelse er avgjørende for bioøkonomien og det grønne skiftet! Planteskadegjørere kan gjøre stor skade ved produksjon av trevirke, matplanter, prydplanter, alger og annen biomasse dersom de ikke holdes under kontroll. Vi står blant annet framfor viktige utfordringer med klimaendringer og økt import av planter. Dette medfører at plantehelseforskningens betydning vil øke både for næringen, forvaltningen og allmenheten.

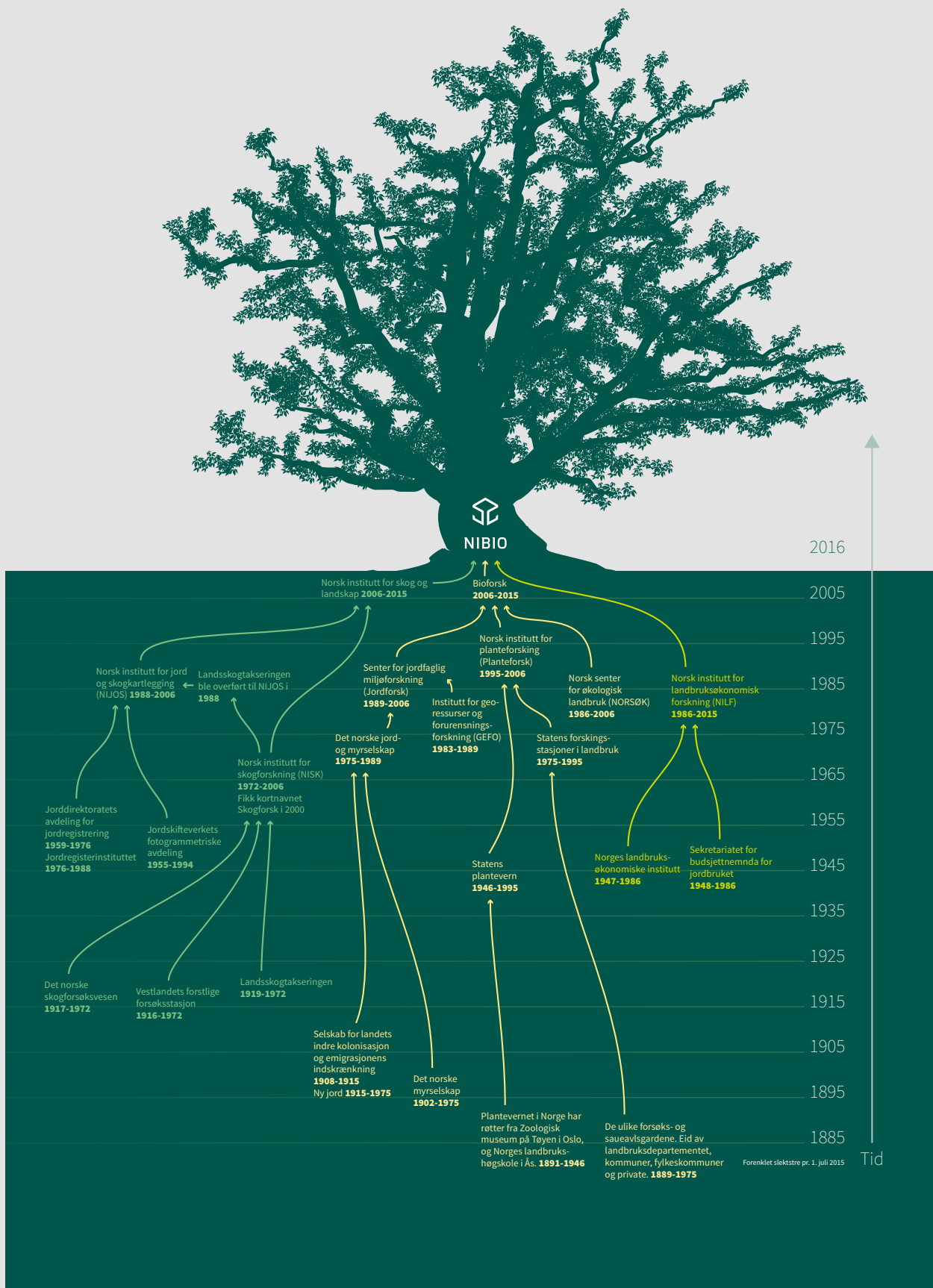
Bioteknologi vil bli viktigere for vår forskning framover. Integreert plantevern er blitt «standard» og vil kreve mye innovativ forskning. NIBIO bør ha som mål å bli et av de viktigste instituttene innen plantehelseforskning i Nord-Europa!

Boka gir ikke en fullstendig oversikt over våre ulike forskningstema innen plantehelse, men vi har gjort et utvalg av disse. Vi har valgt å bruke flere av våre vitale pensjonister innen plantehelseforskningen til å bidra, med Leif Sundheim som den sentrale drivkraft og redaktør. I tillegg har nåværende medarbeidere i instituttet bidratt innen mange av kapitlene i boka. Jeg vil rette en stor takk til redaktøren, alle bidragsyterne i boka og til Erling Fløistad som har vist en stor innsats med bildematerialet. En spesiell takk vil jeg også rette til Kari Munthe som har vært primus motor i bokprosjektet ved siden av redaktøren og under alle store og små arbeidsoppgaver i forbindelse med jubileet.

Ås, mai 2016

Arne Hermansen

Slektstre for NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi



1. PLANTEHELSE, HISTORIKK OG FRAMTID

Historikk og framtid – plantehelse

Leif Sundheim og Arne Hermansen

Den kraftige økningen av produktiviteten i norsk landbruk gjennom det tjuende århundre skyldes flere faktorer. En viktig driver for denne utviklingen var satsing på forskning og rådgiving for å øke både kvalitet og avlingssikkerhet i planteproduksjonen.

Den første offentlige stillingen i plantehelse kom da Wilhelm M. Schøyen i 1891 ble tilsatt som statsentomolog med arbeidsplass på Zoologisk museum på Tøyen i Oslo. I år 1900 ble Landbruksdepartementet opprettet, og i 1913 ansatte departementet Emil Korsmo som statskonsulent i ugras. Han ble i 1920 utnevnt til professor i ugrasbiologi ved Norges landbrukshøgskole på Ås. I 1919 ble Ivar Jørstad utnevnt som statsmykolog for å dekke området plantesyjukdommer, han fikk arbeidsplass på Botanisk museum på Tøyen.

Statens plantepatologiske institutt, Statens plantevern

Statens plantepatologiske institutt ble etablert i 1941 og lokalisert til museene på Tøyen i Oslo. Instituttet

dekket både skadedyr og plantesyjukdommer og skiftet navn til Statens plantevern i 1946. Statsentomologen og statsmykologen ledet hver sin avdeling, og en ugrasbiologisk avdeling ble opprettet i 1948 med Torstein Vidme som leder. Statens plantevern med disse tre avdelingene besto gjennom nesten femti år.

Statens plantevern var et av seks institutter som i 1958 flyttet i inn det nybygde Fellesbygget på Ås. De nye laboratoriene og kontorene i Fellesbygget ga mulighet for en sterk vekst i bemanning og gode arbeidsforhold for forskning på plantesyjukdommer, skadedyr og ugras. Landbruksdepartementet bevilget midler til flere nye forskerstillinger, og i 1968 opprettet departementet en ny stilling som statskonsulent i plantevern med ansvar for å koordinere innsatsen innen formidling og veiledning. Årlige informasjonsmøter i plantevern ble en sentral arena for kontakten mellom forskere i Statens plantevern og lokale rådgivere i Landbrukets forsøksringer.



Til venstre: Wilhelm M. Schøyen,
til høyre: Emil Korsmo.



Fellesbygget på Ås ca. 1970. Foto: Tor Gulliksen.

Planteforsk

Landbruksdepartementet hadde i 1992 en gjennomgang av landbruksforskningens organisering og kom til at det var behov for bedre koordinering av den brukerretna planteforskningen i jord- og hagebruk. Etter forslag fra departementet vedtok Stortinget å slå sammen Statens plantevern og Statens forskingsstasjoner i landbruk (SFL) til Norsk institutt for planteforskning (Planteforsk) fra 1. januar 1995.

SFL ble etablert i 1975 da de 15 lokale forskingsstasjonene i landbruk fikk en felles administrasjon på Ås. De eldste stasjonene ble etablert i første halvdel av det tjuende århundre. Noen flere kom til etter andre verdenskrig, slik at SFL hadde 15 regionale enheter i 1994.

Forskerne ved de to instituttene hadde gjennom mange år samarbeidet godt i prosjekter for optimal plantekultur og god plantehelse. Begge instituttene brukte hovedtyngden av ressursene på forskning. Med alle de ulike klimasonene i norsk landbruk er lokale forsøk i distriktene et nødvendig grunnlag for rådgiving i planteproduksjon og plantehelse. Instituttene hadde etablert et godt samarbeid med Landbrukets forsøksringer om gjennomføring av lokale forsøk. Det ga forskerne i begge instituttene svært god kontakt med brukerne av forskningsresultatene.

Planteforsk fikk oppgaver knyttet til regional- og distriktspolitiske problemstillinger og var et viktig

verktøy i lokal næringsutvikling. Plantehelseforskningen i de to tidligere instituttene ble godt koordinert i Planteforsk. Forvaltningsoppgavene som de to tidligere instituttene hadde for Landbruksdepartementet, så som prøving av plantevernmidler i feltforsøk, analyser av rester av plantevernmidler, utvikling av varslingsystemer, verdiprøving av sorter og rådgiving for departementet i arbeidet med EØS- og GATT-avtalene, ble videreført i Planteforsk. Derfor ble Planteforsk et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter under departementet, samme status som begge de to tidligere instituttene hadde hatt.

Planteforsk ble organisert i åtte geografisk bestemte resultatenheter og ti faglige innsatsområder. Resultatenheten Plantevernet fikk det faglige ansvaret for innsatsområdet plantevern, men for eksempel resultateneheten Apelsvoll hadde ansvaret for tre innsatsområder: Korn og oljevekster, Grønnsaker og poteter og Verdiprøving. Organisasjonsmodellen viste seg å være komplisert og ble forlatt ved senere endringer i organisasjonen.

Bioforsk

Landbruks- og matdepartementet omtalte i statsbudsjettet for 2002 behovet for samordning av virksomhetene i Planteforsk og de to stiftelsene: Senter for jordfaglig miljøforskning (Jordforsk) og Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK). Jordforsk var et nasjonalt kompetansesenter for jordfaglig miljøforskning med forsknings- og analyselaboratorier. NORSØK på Tingvoll var både forskningsinstitutt og nasjonalt kompetansesenter for økologisk landbruk.



Enhetene som ble slått sammen til Bioforsk i 2006 hadde flere år med godt samarbeid bak seg. På Ås-martn i 2001 hadde vi felles utstilling. Foto: Erling Fløistad.

Det hadde lenge vært prosjektsamarbeid mellom Planteforsk og NORSØK om utvikling av økologisk planteproduksjon. Planteforsk og Jordforsk hadde også samarbeidet i flere forskningsprosjekter. Jordforsk Lab og Pesticidlaboratoriet i Planteforsk hadde gjennom flere år hatt felles markedsføring, og i 2001 flyttet de to laboratoriene sammen for å utnytte instrumenter og utstyr bedre.

Etter forslag fra departementet vedtok Stortinget å slå sammen Planteforsk, Jordforsk og NORSØK til Bioforsk fra 1. januar 2006. Instituttet fikk status som forvaltningsorgan med særskilte fullmakter under departementet. Bioforsk var et forskningsinstitutt innen landbruk, matproduksjon, miljø og ressursforvaltning. Instituttet hadde sju forskningssentre med 450 medarbeidere. Av de var 200 forskere. Hovedkontoret ble lagt til Ås, hvor også analyselaboratoriet Bioforsk Lab og de to forskningssentrene Bioforsk Jord og miljø og Bioforsk Planthelse var lokalisert. Det ble etablert fem regionale sentre i Bioforsk: Øst, Vest, Midt-Norge, Nord og Økologisk. Lokale stasjoner i tidligere Planteforsk og Jordforsk ble knyttet til de regionale sentrene i Bioforsk.

Formålet med etableringen av Bioforsk var å skape et regionalt, nasjonalt og internasjonalt forskningsinstitutt for planteproduksjon, matvaresikkerhet, økologisk produksjon, miljø og ressursforvaltning. Instituttet fikk oppgaver knyttet til regional- og distriktpolitiske problemstillinger og skulle være et viktig verktøy i lokal næringsutvikling.

Etter renovering ble Fellsbygget til Plantevernbygningen

På nittitallet ble behovet for en omfattende renovering av Fellesbygget omtalt i de årlige budsjettene til Landbruksdepartementet. Departementet ga i 1993 Statsbygg i oppdrag å starte planlegging av renovering og eventuell utvidelse av Fellesbygget. Departementet bestemte at bygningen skulle renoveres for å dekke behovene for administrasjonen og resultatenheten Plantevernet i Planteforsk.

Et skisseprosjekt forelå i 2000, men av budsjettmessige grunner ble renoveringen delt i to faser. Første byggetrinn ble gjennomført i 2002-04 og omfattet vestfløyen, midtfløyen og undervisningslokalene. Det ble installert klimakontroll i hele bygningen og forskningen fikk dekket sine behov for fryserom, klimarom og tidsmessige laboratorier til forsøk med planter, plantesjukdommer og skadedyr. Kjemiske analyselaboratorier for analyser av rester av plantevernmidler og bioteknologiske laboratorier ble innredet og utstyrt med moderne instrumenter. Mens den gamle bygningen hadde ett møterom, ble det fem møterom etter renoveringen. Andre byggetrinn i rehabiliteringen ble gjennomført i 2009 med kantine, bibliotek og tidsmessige kontorlokaler for administrasjonen i Bioforsk.



Fra 2002 til 2004 ble store deler av Fellesbygget helt tømt og innreda på nytt. Foto: Erling Fløistad.

Undervisning ved NMBU

Tidligere Norges landbrukshøgskole (nå Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU) og Statens plantevern avtalte i 1964 at lærerne i plantevernfag skulle ha sin undervisning og forskning i lokaler i Fellesbygget. Senere opprettet NLH professorater i herbologi, landbruksentomologi og plantepatologi, og noen forskere i Planteforsk fikk professor II/førsteamanuensis II stillinger i sine respektive fag. Undervisningspersonalet har sin undervisning og sine forskningsprosjekter i fagmiljøene i Plantevernbygningen. Det knyttes gode kontakter mellom forskere og studentene som etter fullført utdanning blir rådgivere, lærere og forskere i plantehelse. Forskerutdanning av PhD-stipendiater er også viktig for rekrutteringen av nye plantehelseforskere.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)

NIBIO ble opprettet 1. juli 2015 og overtok oppgaver og ansatte fra Bioforsk, Norsk institutt for skog og landskap og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. NIBIO er Norges største tverrfaglige forskningsinstitutt innen landbruk og miljø, og blant de aller største forskningsinstituttene i landet.

NIBIO skal være det nasjonalt ledende instituttet for utvikling av kunnskap om bioøkonomi. Instituttet skal bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

Bioteknologi og plantehelse, en av fem fagdivisjoner i NIBIO

De fleste ansatte i NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse arbeider i Ås. I tillegg er det medarbeidere i Grimstad, Ullensvang, Stjørdal, Bodø, Tromsø og på Svanhøvd i Sør-Varanger. Divisjonen har noen forskere i bistillinger fra NMBU og forskningsinstitusjoner i andre europeiske land, USA og Kina.

Divisjonen har spesialkompetanse på biologi, kartlegging av planteskadegjørere, diagnose og bekjempelse av plantesjukdomsorganismer, skadedyr og ugras. Andre viktige kompetanseområder for divisjonen er pesticidkjemi, genetikk og bioteknologi, makroalger og planter til andre formål enn mat.



Diagnose av sjukdommer og skadedyr skjer med en kombinasjon av metoder. Foto: Erling Fløistad.

Divisjonen har store oppdrag for Mattilsynet og Landbruks- og matdepartementet (LMD). Divisjonen har ansvaret for Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT), som leverer data til prosjekter i NIBIO, Meteorologisk institutt og andre institutter. Divisjon for bioteknologi og plantehelse har en stor prosjektportefølje både nasjonalt og internasjonalt.

Viktige oppgaver innen plantehelse for NIBIO i årene som kommer

Mattrygghet og god plantehelse vil bli prioriterte oppgaver for NIBIO i årene som kommer. Nasjonal produksjon av matvarer vil trolig ikke øke like raskt som befolkningen, og det vil resultere i mer import, i hovedsak fra Europa. Med økt import av vegetabiliske matvarer øker også risikoen for import av skadegjørere som følger produktene. Forskere i NIBIO vil prioritere arbeidet for å redusere risikoen for introduksjon av nye skadegjørere som truer vår planteproduksjon. Medarbeidere i NIBIO vil fortsatt delta aktivt i internasjonalt samarbeid om plantehelse, blant annet i European Plant Protection Organization (EPPO) og European Food Safety Authority (EFSA). Erfaringer og kontakter fra internasjonalt arbeid vil bidra til å kvalitetssikre norsk plantehelseforskning og rådgivingen til Mattilsynet og annen norsk forvaltning.

Nasjonalt referanselaboratorium for plantevernmiddelester

Mattilsynet har tildelt NIBIO status som nasjonalt referanselaboratorium for rester av plantevernmidler i vegetabiliske matvarer og miljø. Pesticidlaboratoriet i NIBIO har nødvendig bemanning og er godt utstyrt til dette viktige arbeidet for å sikre norske

forbrukere trygg mat. Både norsk planteproduksjon, norsk miljø og importerte matvarer skal overvåkes. Kjemisk industri utvikler stadig nye plantevernmidler, og det utvikles mer avanserte instrumenter for å analysere rester i matvarer og miljø. Det er viktig at NIBIO sørger for at Pesticidlaboratoriet har de mest moderne analyseinstrumenter og kvalifisert bemanning for den viktige samfunnsoppgaven som nasjonalt referanselaboratorium for plantevernmiddelrester i matvarer og miljø.

Nasjonalt referanselaboratorium for planteskadegjørere

Mattilsynet har gitt NIBIO oppgaven som nasjonalt referanselaboratorium for diagnostikk av planteskadegjørere. Volumet på import av planter for planting i norske hager og parker øker for hvert år, og stadig mer av importen kommer fra lavkostland i andre verdensdeler. Med stigende temperatur er det økt risiko for at nye skadegjørere som kommer med importen, kan etablere seg her i landet. Prøver av importen må derfor analyseres for å oppdage eventuelle nye skadegjørere. NIBIO bruker de nyeste metodene for morfologisk og mikrobiologisk diagnostikk. Laboratoriene i NIBIO har høyt kvalifisert personale og moderne instrumenter for metoder for diagnostikk av planteskadegjørere. De bioteknologiske laboratoriene i NIBIO har innarbeidet molekylære metoder som gir økt følsomhet og presisjon i diagnostikk av skadedyr og plantesjukdommer.

Tiltak mot mykotoksiner i norsk korn

I løpet av siste mannsalder har produksjonen av matkorn økt her i landet, slik at i gode år er 70–80 % av matkornet norskprodusert. Utvikling av mer klimatilpassa hvetesorter vil øke andelen norsk matkorn. I produksjonen av kraftfôr til våre husdyr brukes norsk korn sammen med importert proteinråvare. Norge ligger ved verdens nordgrense for korndyrking, og fuktig vær i slutten av vekstsesongen kan gi vilkår for danning av soppgifter (mykotoksiner) i kornet. NIBIO vil fortsatt ha stor forskningsaktivitet for å utvikle dyrkingspraksis og andre tiltak som reduserer risikoen for helsefarlige mengder av mykotoksiner i norsk mat- og fôrkorn.

Referanse for forvaltningen i faglige vurderinger knyttet til GMO

Globalt øker dyrkingen av genmodifiserte kulturplanter (GMO). Nye bioteknologiske metoder gjør det mindre problematisk å modifisere kulturplanter med gener for resistens mot skadegjørere og for bedre kvalitet. Basert på faglige råd fra EFSA har EU åpnet for dyrking av noen genmodifiserte sorter av kulturplanter, og det er sannsynlig at arealet med GMO øker i Europa. I mais, soyabønne, bomull og noen andre kulturer er genmodifiserte sorter dominerende i Nord- og Sør-Amerika og Asia. Forvaltningen i Norge vil trolig få et økende antall spørsmål om import av genmodifiserte varer til mat og fôr. Forskere ved de bioteknologiske laboratoriene i NIBIO er godt kvalifiserte for å gi faglige råd til forvaltningen i saker knyttet til GMO.

Varsling Innen PlanteSkadegjørere (VIPS)

Varsling Innen PlanteSkadegjørere (VIPS) er et samarbeidsprosjektet mellom NIBIO og Norsk Landbruksrådgiving. VIPS har fungert godt siden prosjektet ble startet i 2001. Grunnlaget for varslene er data om kulturplantene, skadegjørere, vær og værprognose for de nærmeste dagene. Denne nettbaserte tjenesten er utviklet for integrert bekjempelse av sjukdommer og skadedyr i korn, potet, grønnsaker og frukt samt for valg av middel og dose ved sprøyting mot ugras i korn. Tjenesten er åpen og gratis for alle. NIBIO vil videreutvikle VIPS til å dekke flere skadegjørere i kulturene.

Integrert plantevern

Integrert plantevern er basert på forebyggende tiltak, overvåking av skadegjørere og bruk av plantevernmidler eller andre direkte tiltak basert på når prognoser eller varsler sier det er behov for direkte tiltak. Med den nye Forskrift om plantevernmidler fra 2015 er integrert plantevern blitt et regelverkskrav. Forskerne i NIBIO har vært aktive i den internasjonale utviklingen av konseptet integrert plantevern og vil fortsatt prioritere dette viktige feltet. NIBIO vil videreutvikle integrert plantevern, inkludert alternativer til kjemiske plantevernmidler.

Plantehelse i økologisk dyrking

Norske forbrukere etterspør økologiske matvarer. Men den norske produksjonen av økologiske grønnsaker, frukt, poteter og korn har stagnert de siste åra



Moderne åkersprøyte. Foto: Erling Fløistad.

og ligger på under 5 % av jordbruksarealet. Derfor vil det bli krevende å nå det vedtatte målet om at 15 % av produksjon og forbruk skal komme fra økologisk landbruk innen 2020. Planterhelse er en stor utfordring i økologisk produksjon. NIBIO vil fortsette arbeidet med å utvikle effektive ikke-kjemiske tiltak mot ugras, skadedyr og plantesjukdommer som begrenser avling og kvalitet i økologisk landbruk. Slike tiltak er også aktuelle i forbindelse med integrert planterhelse.

Miljøkonsekvenser av planterhelsemidler

Kjemiske planterhelsemidler brukes for å redusere avlingstap og kvalitetstap i jord og hagebruk, men disse syntetiske kjemikaliene kan også være en miljøbelastning. Kunnskap om eventuelle negative miljøkonsekvenser er en viktig del av vurderingen ved godkjenning av kjemiske planterhelsemidler. Norsk planterhelseproduksjon foregår ved lavere temperatur og i annet jordsmonn enn på kontinentet i Europa. Det er flere eksempler på at nedbrytningen av planterhelsemidler går saktere i Norge enn i land lenger sør i Europa. Forskere i NIBIO arbeider med miljøovervåking av planterhelsemidler i det nasjonale overvåkingsprogrammet JOVA som startet i 1982.

Viktige oppgaver er å bestemme eksponering og biotilgjengelighet av planterhelsemidler og nedbrytningsprodukter. Ved hjelp av simuleringsmodeller utvikler NIBIO risikokart og strategier for å gi lavest mulig miljøbelastning. Resultater fra denne forskningen vil også være en del av grunnlaget for godkjenning av planterhelsemidler. Ettersom det hvert år kommer søknader om godkjenning av nye planterhelsemidler, er det viktig at NIBIO viderefører JOVA-programmet og annen miljøovervåking.

Akvatisk planterhelseproduksjon og algehelse

Dyrking av makro- og mikroalger er et område i rask vekst internasjonalt, og Norge har svært gode naturlige forutsetninger for dyrking av disse nye kulturplantene. Forskere i NIBIO arbeider blant annet med utvalg av arter og lokaliteter som egner seg for akvatiske planterhelseproduksjon. I dag bruker industrien alger som råvare i produksjonen av alginat, gjødsel, helsekost, kosmetikk og mange andre produkter. Marint planterhelsestoff kan få stor betydning både i human ernæring og som komponenter i fôret til oppdrettsfisk og husdyr. Skadegjørere på alger kan bli en utfordring framover, og algehelse er et område som divisjonen vil bruke sin kompetanse på.

Historikk og framtid – skoghelse

Kåre Venn

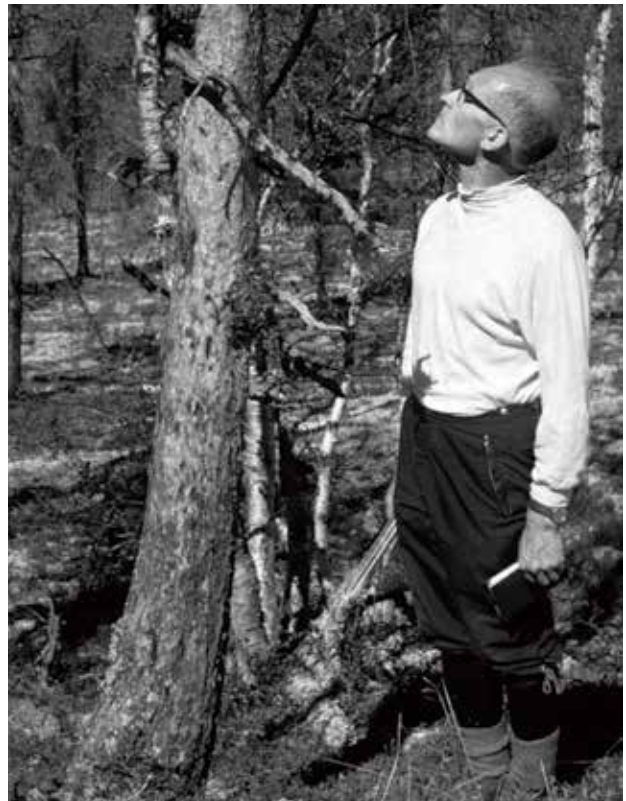
Den første tiden

Vårt kjennskap til skader på skogen i Norge går vel 200 år tilbake i tid. I 1811 reiste den danske ministeren Christian Fredrik D. Reventlow rundt i Norge for blant annet å sette seg inn i skogens helsetilstand. I sin dagbok har han skrevet om store tørkeskader mange steder på Østlandet og at granbarkbillen var årsaken til skadene. Også vår kjente samler av norske folkeeventyr, forstmester Peter Christen Asbjørnsen, rapporterte i 1861 om store barkbilleskader. Det førte til en intens debatt i siste halvdel av 1800-tallet om granbarkbillen virkelig var i stand til å drepe levende trær.

Begynnelsen til norsk forstpatologi var virksomheten til J. Brunchorst ved Bergen Museum. Han undersøkte bl.a. bartreplantninger på Vestlandet og beskrev i 1888 furuas knopp- og greintørke på svartfuru. Den viktigste kunnskapen om skadelige sopper og insekter var å finne i de meldingene som statsentomolog W. M. Schøyen og hans sønn, statsentomolog T. H. Schøyen, skrev i Skogdirektørens årsmeldinger i perioden 1891–1920. I tillegg fantes det i noen tidsskrifter artikler om masseangrep av skadeinsekter. Fra 1920 var det statsmykolog I. Jørstad som undersøkte, identifiserte, registrerte, og beskrev en lang rekke norske skogsykdommer. Andre viktige bidrag i tiden fram til 1958 kom dess-



Alf Bakke, generalen i den store barkebillekrigen.
Foto: Tor Gulliksen.



Finn Roll-Hansen i felt. Foto: Helga Roll-Hansen

uten fra flere aktive professorer og forskere, slike som A. E. Traaen, O. Hagem og H. Robak.

Det norske skogforsøksvesen fikk i 1958 opprettet en Avdeling for skader på skog, med en stilling som forsøksleder i skogpatologi (Finn Roll-Hansen) og en i skogentomologi (Alf Bakke). De fikk samtidig undervisningsplikt i sine fag ved Norges landbruks-høgskole, og begge ble senere utnevnt til professorer der.

Etterkrigstidens utfordringer

Behovet for full utnyttelse av de norske skogene var stort i årene etter 2. verdenskrig. Dette medførte at ny skog måtte skapes ved planting og skogreising. Det ble lagt stor vekt på å bekjempe skader på småplanter i skogen og i skogplanteskolene. Samtidig var innsatsen rettet mot skader og sykdommer som kunne resultere i nedsatt utbytte fra skogen. Særlig snutebiller, barkbiller og rotråte skapte problemer av stor økonomisk betydning. Sopper og insekter som angriper og reduserer kvaliteten ved lagring av virke ga betydelig utslag på skogindustriens utbytte. Kjemisk bekjempelse ble først benyttet, men Avdeling for skader på skog utviklet etter hvert andre gode rådgjerdet.

Produksjon av skogplanter

Frøproblemer

I årene etter siste verdenskrig ble Statens skogfrøverk etablert på Hamar. Årsaken var at skogbruket ville få et øket behov for granfrø for å kunne produsere nok planter til den omfattende skogplantningen som var planlagt. Under innsamling av grankongler til Frøverket hadde det vist seg at konglene i mange distrikter var sterkt skadet av flere forskjellige insektarter, og enkelte sopparter, som ødela kvaliteten på frøene og reduserte frøutbyttet. Forskning pågikk i mange år før vi fikk klarhet i problemene og situasjonen for skogbruket kunne bli bedre. Imens ble det importert store frømengder fra utlandet. Plantene fra dette frøet fikk ofte problemer med å vokse i vårt klima. I dag har vi en god forsyning av frø fra egne frøavlsplantasjer.

Skogplanteskolene hadde problemer

Produksjon av småplanter var viktig for skogbruket i etterkrigstiden. Norge hadde på 1950-60-tallet et trettitalls skogplanteskoler, spredt fra Lyngdal i sør til Andselv i nord, og disse produserte årlig 50-70

mill. skogplanter av frø fra mange aktuelle voksesteder i ulike landsdeler. Stor vekt ble lagt på å produsere friske og veksterlige planter som lett kunne slå rot og vokse fort etter utplanting. Men ulike forhold truet dette målet. De mest plagsomme sykdommene var snøskytte, furuskytte og knopp- og greintørke. Skadeinsekter som snutebiller og andre insekter angrep plantene og deres røtter. Andre skader var rotdød på grunn av kvelning eller rotparasitter og kjølelagerskade. Råd mot skader og sykdommer var etterspurt og ble utarbeidet av skogforskerne. I dag er de største skadeproblemene løst i de få store skogplanteskolene som fortsatt er i drift.



Sorteringsarbeid i Biri skogplanteskole, 1986. Foto: Ketil Kohmann.

Skader på småtrær

Bar- og lauvtrær har mange iøynefallende skader og sykdommer. Dette har forårsaket tallrike henvendelser fra skogbruket og fra allmennheten. Stadig forekommer angrep av knekkesyke, lokkrust, granrust og bjørkerust. Toppdød på smågran ble ofte registrert på Sørlandet i 1980-årene. Mange mistenkte sur nedbør for å være årsaken. Men skogpatologene kunne konstatere at toppdøden skyldtes angrep av knopp- og greintørkesoppen. Soppen kan ventes å forårsake omfattende skudd- og greinavdøinger på både gran og furu etter år med vanskelige værforhold. I forbindelse med klimaendringsspørsmålet har soppens avhengighet av predisponerende klimaforhold vært fokusert mye i de siste årene. Klimaendring kan føre til mer skade.

Nyplantninger av gran kan ofte bli utsatt for angrep av gransnutebiller. De største skadene var utvilsomt en følge av overgangen til bestandsskogbruket. Det bygger på bestandet som behandlingsenhet, i motsetning til tidligere tiders bledningsskogbruk, der det enkelte tre eller små grupper av trær er en behandlingsenhet. Soleksponerte stubber på



DDT var mye brukt mot skadeinsekter som gransnutebiller som kan gjøre stor skade på småplanter av gran. Foto: Erling Fløistad.

snaufplatene var ideelle formeringssteder, og de nye plantene på flatene var et fint mattilbud for billene. Våre skogentomologer forsøkte å finne mottiltak. Kjemisk beskyttelse av plantene var en nærliggende rådgjerd. Etter siste verdenskrig kom DDT på markedet. Det var et preparat som hadde vist seg å være relativt ufarlig for mennesker, og skadelige økologiske langtidsvirkninger var ennå ikke påvist. Dette midlet var derfor i bruk over mange år, men etter hvert ble det funnet skogskjøtselmetoder som reduserte bruken av pesticider. Ved siden av gransnutebillen kan smågnagerne i enkelte år gjøre store skader i granplantefelt over hele landet. Musebestanden varierer fra år til år og topper seg gjerne hvert 4. år. Skadene er kraftigst på nyplantninger på grasbunden mark. Smågnagerne, og særlig den alvorligste skadegjøreren, markmusa, er sterkt knyttet til grasmark, og det var her de største skadene inntraff i 1960-årene. Et godt råd er å tilplante hogstfeltene før skogbunnen blir grasbevokst.

Skader på større trær i skogen

Rotråde

Dette er den eldre barskogens alvorligste sopp-sykdom, som danner rot- og stammeråte på gran, men skader også furu (og mange andre trær og busker). Våren 1992 ble forekomst av rotråde i årets hogstkvantum av gran undersøkt ved en landsdek-

kende stubbeundersøkelse. En aktiv forberedelse av undersøkelsen ble foretatt, med mange innslag i presse og radio. Det førte til at et stort antall skogeiere, skogsarbeidere og andre interesserte deltok i registrering av råte på snittflaten til nyhogde stubber. Vel 5000 hogstfelter i granskog ble undersøkt, og i alt ble ca. 275 000 stubber inspisert. Av disse viste 27 % tegn til råte i stubbesnittflaten. Råtefrekvensen varierte mye mellom ulike landsdeler og var stort sett høyest på kalkholdig berggrunn, med over 50 % i enkelte kommuner. Det arbeides med å finne gode rådgjerd mot sykdommen, som er årsak til milliardtap i de norske skogene. Ett tiltak er behandling av nyhogde stubber i tynnete bestand. Det kan hindre at råtesoppen brer seg gjennom stubbens røtter over til nabotrærs røtter. Stubbesnittflaten smøres med et nitrogenholdig preparat som fremmer veksten av andre ufarlige mikroorganismer, som så hemmer rotråtesoppen i å etablere seg i stubben. Et annet middel som inneholder sporer av en bestemt antagonistisk (motvirkende) sopp, har også vist gode resultater.

Sårråte

Sår på stamme og røtter er inngangsporter for vedboende sopper, og slike skader på stående trær har derfor vært et sentralt forskningstema for skogpatologer. Stor innsats på informasjon har vært utført for å redusere skogsaktiviteter som fører til sår på gjenstående trær. Sår fører ofte til stammeråte, som reduserer kvalitet og utbytte av tømmeret.

Granbarkbillen

Utover i 1970-årene forekom flere kraftige stormer i deler av Sør-Norge, etterfulgt av tørkesomre med høge temperaturer, som skapte gode livsbetingelser for granbarkbillene, som angrep både skadde og



Skogforsker Halvor Solheim foreleser om råte i granskog. Foto: Dan Aamlid.



Slik ser granbarkbilen ut, den er ikke stor, men når den angriper i stort antall, gjør den stor skade. Foto: Karsten Sund, Naturhistorisk museum.

friske trær. Mottiltakene var i første rekke å lete opp angrepne trær så tidlig som mulig etter at de var angrepet av billene og deretter få tømmeret ut av skogen til en hurtigst mulig barking. Barkbillene produserer kjemiske duftstoffer som de signaliserer med for å koordinere sitt angrep på friske trær. Granbarkbillens lokkestoffer (feromoner) ble funnet av våre forskere og ble senere syntetisert. Det la grunnlaget for en storstilet kampanje mot dette skadeinsektet. Skadene fra granbarkbilen økte i omfang i løpet av 1970-årene og spredte seg til større områder på Sør- og Østlandet. Situasjonen var kritisk for skogbruket. Landbruksdepartementet bestemte (blant flere tiltak) at rørfeller med lokkestoff skulle brukes til fangst av billene, for å redusere bestanden. Beregninger seinere viste at omlag 4,5 milliarder biller kan ha blitt fanget i de utplasserte fellene i 1980. Barkbillekrigen i Skandinavia vakte også internasjonal oppmerksomhet. Aldri tidligere var det noe sted i verden satt i gang en slik aksjon med bruk av syntetisk produserte lokkestoffer i kampen mot et skadeinsekt. Billeskadene avtok etter hvert, men slike fellers benyttes fortsatt. Teknologien blir nå utnyttet også i arbeidet med årlig overvåking av barkbillebestandens størrelse. Lokkestoffene ble til stor nytte i den videre forskningen omkring samspillet mellom barkbiller, blåvedsopp og trærnes forsvar. Dette var tema for forskningen ved instituttet gjennom mange år.

Barkbiller og blåvedsopper

Skogpatologisk innsats førte til at granbarkbillens medfølgende blåvedsopper er blitt isolert og identifisert. Det ble påvist at noen av soppene hadde evne til å drepe friske trær. De mest aggressive blåvedsoppene dreper de levende cellene i yteveden. Det medfører at vanntransporten oppover i stammen stopper opp,

og stammen blir gunstig for billenes gnag og for deres egglegging, mens trærne sakte tørker ut og dør. Påvisning av induert resistens mot patogene sopper har vært et viktig forskningsresultat, som har ledet til ny banebrytende kunnskap. Den har blitt grunnlaget for forskning som i dag fortsetter i internasjonale prosjekter angående bartrærnes resistensmekanismer (se nedenfor).

Sunnhetstilstanden i gammel skog

Gammelskogens tilstand i 1980-årene ga opphav til stor bekymring. Over store områder var den norske granskogen gul og glissen. Da dette også falt sammen i tid med alt oppstyret omkring ”skogdøden” i Europa, stilte man seg spørsmålet om den eldste granskogen her i landet kom til å overleve og restituere seg. Dette resulterte i flere forskningsprosjekter med fokus på gammelskogens helse. Flere aspekter ble tatt opp, med vekt på den generelle overlevelsessevnen hos gran med nedsatt vitalitet, samt trærnes disposisjon for angrep av skadegjørere og deres resistens mot angrepene. Undersøkelsene viste at grana har to kvaebaserte forsvarsmekanismer, basert på henholdsvis primærkvaer (stående forsvar), og sekundærkvaer (mobiliseringsforsvar), og at begge er effektive mot et mindre antall bille- og soppangrep. Begge mekanismene utmattes når antall angrep overskrider en viss terskel. Undersøkelser av trær med rotkjukeangrep viste at disse ikke unngikk billeangrep, men heller ikke ble foretrukket av billene. Undersøkelsene bekreftet at grantrærnes forsvar er under genetisk kontroll. Miljøet som trærne vokser i er også bestemmende for forsvarsevnen, og miljøet kan bl.a. påvirkes gjennom skogskjøtselen. Forsøkene sannsynliggjorde dessuten at økt N-tilførsel gjennom nedbøren kan skape mer ustabile forhold i granskogen. Under våre forhold vil trærne sannsynligvis få økt vekst i normale og fuktige perioder, mens økt stress og næringsubalanse kan bli resultatet i tørre perioder (som forespeiles i flere klimascenarier).

Skadegjørere på nåler, blad og skudd

Blant de mange insektene som lever av nåler og blad på våre norske treslag er det bare noen få arter som har skapt større problemer for skogbruket. Det har aldri vært aktuelt å sprøyte norske skoger med insekticider fra luften. Slik bekjempelse ble gjort flere ganger i våre nordiske naboland. Kjemiske midler mot blad- og nålesopper i skog har ikke vært

benyttet i Norge, selv om enkelte sopparter fører til dramatiske skadebilder.

Lauvtrær

En av de mest omfattende skadene på lauvtrær på Nordkalotten og i fjellskogen lengre sør skyldes fjellbjørkmåleren, som har hatt masseangrep hvert 8. til 10. år. Angrepene i 1950 og 1960-årene var omfattende, og bladskadene førte til betydelig tilveksttap på bjørkene, og i noen tilfelle til at mange trær døde. Den gangen var DDT det mest vanlige insektmidlet som var aktuelt for sprøyting fra fly. Instituttet avviste å ta del i slik bekjempelsesaksjon. År om annet oppstår bjørkerustangrep over hele landsdeler (særlig nordover), og de iøynefallende, gulaktige sporemassene kan flyte i store mengder i bekker og på vann og fjorder. Trærne får redusert bladmasse, men ingen mottiltak kan settes inn mot sykdommen. På midten av 1950-tallet var det sterke og omfattende angrep av eikevikler, særlig i Vest-Agder, men dette har avtatt og er nå ubetydelig. Oreskogen langs vestlandsfjordene blir med noen års mellomrom sterkt skadet av orebladbiller som gnager på bladene. Mottiltak har ikke vært aktuelt.

Bartrær

Furuspinner som både tidlig på 1800-tallet og i årene 1902–1904 snauspiste furuene i områdene rundt Elverum, har seinere ikke opptrådt i skadelige mengder. En betydelig reduksjon av barmassen på furu preget skogen i områdene mellom Grimstad og Søgne i årene 1974–1975. Det skyldtes furuskuddmøll, som gnager ganger inn i nålene slik at nålene dør. Man var redd for at sur nedbør kunne være en årsak til at møllen hadde fått gode livsbetingelser, men vi fant ingen entydlig sammenheng. I årene 1968–1969 var det åpenbare reduksjoner i barmassen på furu i fjellskogen rundt i de østlige delene av Dovrefjell. Årsaken var angrep av furunålvikler. I flere perioder har rød furubarveps stått på arbeidsprogrammet. Barvepsen opptrådte for mange år siden med et masseangrep på skogen i Sogn. Seinere ble nye angrep av den røde furubarvepsen rapportert fra Østfold og Hedmark. I Åsnes ble et begynnende angrep oppdaget i 2004. Slike angrep varer vanligvis bare 2–3 år. Tyritoppsoppen forårsaker toppdød på store og små furuer. Skaden er iøynefallende, men fører sjelden til at større trær dør. Mer å frykte er angrep av furuas knopp og greintørkesopp. Store skogbestand har stått brune etter angrep, som i seinere tid særlig har forekommet på Sørlandet og Østlandet. Angrepet ser ut til å være sterkt knyttet til klimaforholdene.



Skade av rød furubarveps. Etter at barvepslarvene er ferdige med å ete, står bare årets nåler igjen. Foto: Kjersti Holt Hanssen.

Sitkagran, som hører hjemme på nordvestkysten av Amerika, er plantet over store, kystnære arealer i Norge. Den får ofte skader av sitkagranlus, fordi dens nåler ikke tåler suget fra lusa. Vår hjemlige gran tåler at denne lusa suger på nålene. Derimot kan vår gran i enkelte år være kraftig angrepet av granrust. Særlig i høyereliggende skog og i nordlige strøk kan hele skoglier stå med gulaktig barmasse på grunn av slikt soppangrep. Det ser dramatisk ut, men angrepet gir seg som regel etter et par år. Lokkrust er en sykdom på topper og skudd hos gran, som er iøynefallende, men sjelden av stor betydning. Den kan lett forveksles med furuas knopp- og greintørke, som også angriper grantopper. Omfattende toppdød på gran på Sørlandet ble mistenkt for å være forårsaket av sur nedbør, men vi kunne ikke finne grunnlag for den antakelsen. Sykdommen har vist seg flere andre steder og synes være sterkt klimaavhengig.

Skader på trevirke

Skadesopper angriper veden i trær og i tømmer og annet trevirke når de får mulighet til det og utvikler seg best under varme og fuktige forhold. Angrep av råtesopper og fargeskadesopper i lagret virke fører til

tap av kvalitet og utbytte ved foredling. Veiledning for behandling av tømmer og ved har vært en betydelig oppgave for skogpatologene.

Trevirke i bygninger kan bli angrepet av insekter som borer i veden. Særlig husbukken kan føre til store skader i deler av Sørlandet og Vestlandet. Borebiller er betydelig mer utbredt og gjør alvorlig skade på virke og i hus. Viktigste for skogbruket er insekt- og blåvedskadene på lagret virke. Lenge var det vanlig å lagre vinterhogd tømmer ubarket i skogen til våren når veiene ble kjørbare. Under slik lagring blir virket invadert av insekter som boret seg inn og infiserer veden med blåvedsopper. For å beskytte virket ble det sprøytet med kjemikalier som inneholdt insekticider. Men utover i 1980 og 1990-årene ble det vanlig å kjøre tømmeret ut fra skogen kort tid etter hogst og lagre det under overrisling på plasser utenfor skogen. Behovet for å sprøyte mot skadegjørerne ble dermed ikke lengre så aktuelt.

En spesiell undersøkelse

Sommeren 1977 hadde landets ukepresse flere rørende reportasjer om askeavkokets helbredende virkning på kreft og diverse andre sykdommer. Dette utviklet seg til et hysteri, idet folk over hele landet kokte på alt som var av askeved, og mange mennesker satte til livs mengder av dette avkoket. På grunn av dette oppstyret fant Rikshospitalet det riktig å foreta nærmere undersøkelser, for drikken kunne jo være skadelig, eller den kunne være virksom. Vi samlet inn den riktige askeveden, som skulle være angrepet av bestemt fargeskadesopp. Mange fagspesialister ble involvert, og omfattende, møysommelige utprøvinger av ulike askeekstrakter på forsøksdyr ble foretatt. Etter måneders innsats og grundige vurderinger måtte prosjektgruppen våren 1978 konkludere med at absolutt ingen effekter var påvist, verken for kreft eller andre sykdommer, og inntak av rimelige mengder askeavkok var heller ikke skadelig.

I ettertid må det innrømmes at mye av hysteriet rundt askeavkok åpenbart skyldes folks godtroenhet, men godt hjulpet av ukepressen, som antakelig var den som kom best ut av situasjonen.

Frykt for furuvednematoden

Frykten for at denne nematoden skulle følge med importert flis og infisere skogen i Norge krevde forskningsinnsats. Vi hentet inn nematodespesialister fra England og USA, for å bistå våre entomo-

loger. En meget nærstående art til den amerikanske furuvednematoden ble påvist i Norge. Undersøkelser i veksthus viste at begge nematodeartene kunne drepe små planter av vår furu når de vokste ved litt høy temperatur. Dette tyder på at et varmere klima kan begunstige spredning og føre til skader av furuvednematode her i landet.

Sommerfuglfaunaen i Aust-Agder

Instituttets entomologer fikk anledning til å studere populasjoner av sommerfugler i Aust-Agder langs en gradient fra kysten til det typiske innland. Sammensetningen av arter ble sammenlignet med undersøkelser som var gjort i samme klimasone nærmere 100 år tidligere. Fordi kvantiteter av de enkelte arter ble angitt, er resultatene blitt brukt av forskere i England og Tyskland som sammenligningsgrunnlag i zoogeografiske studier. Materialet har verdi ved fremtidige studier av klimaendringer.

Flora og fauna i skogsjord

Jordbunnsundersøkelser i forbindelse med gjødsling av skog førte til studium av faunaen i skogsjord. Deltakelse i prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" inkluderte også studium av jordbunnsfaunaen. Dette bidro til forståelse av nedbrytingsprosessene i skogbunnen. Den sure nedbøren var mistenkt for å påvirke disse prosessene, samt aktiviteten til skogstrærnes mycchorrizasopper. Detaljerte undersøkelser ble foretatt, uten at klare negative utslag ble påvist.

Abiotiske skader på trær i skogen

Erfaringen blant skogpatologene er at de biotiske skogskadene har vært mest arbeidskrevende, men de abiotiske skadene i skogen har hatt hyppigst forekomst og vært mest utbredt i Norge. Her nevnes bare noen få av de mer omfattende forekomstene.

Frostskader

Frost er uten tvil årsak til de hyppigst forekommende skadene på skog. Det skyldes vårt variable klima, som trærne ikke helt er i stand til å tilpasse seg. Variasjoner i klimaet fører til problemer for trærne. På sine steder gir vårfrost, høstfrost og vinterfrost årvisse avdøying av bar, skudd og greiner; noen ganger skades også andre deler av trærne. Skuddavdøying på gran og furu kan være omfattende og har i enkelte år rammet hele fylker og landsdeler. Mest utsatt er



Saltskader på gran etter avrenning fra vegsaltdeponi, Augland, Vest-Agder. Foto: Dan Aamlid.

trær i frostlente strøk og særlig tilflyttede treslag og provenienser.

Fluorskader

Utslipp av fluorholdig røyk har vist seg å forekomme i forbindelse med en rekke ulike virksomheter, slik som ved produksjon av aluminium, kunstgjødsel, steinull, teglstein, glassvarer og emalje. Da Al-produksjonen skjøt fart i 1950–1960-årene, ble det klart at røykutslippene resulterte i store skader på skognaturen i de trange dalene rundt verkene, særlig i Årdal og Sunndal. Professor H. Robak ved Vestlandets forstlige forsøksstasjon var fra starten av skogfaglig sakkyndig for det offentlig nedsatte Røykskadeutvalget som skulle vurdere skadene. Senere undersøkelser av skogen rundt alle aluminiumsmelteverkene viste hvilken utstrekning røykutslipp fra verkene hadde på vegetasjonen i omgivelsene. Resultatene førte til en stor grad av bevisstgjøring av verkenes miljøstrategi, som resulterte i betydelig reduksjon av utslippene.

Svovelskader

Svovelholdig røyk fra smelting av kis eller malm, har vært medvirkende til avskoging av store omkringliggende områder, bl.a. ved Røros, Sulitjelma, Folldal og Thamshavn. Også andre steder, slik som rundt noen treforedlingsbedrifter, har tidvise uhell ført til skadelige røykutslipp. Ved noen bergverksbedrifter (Folldal, Skorovass) har spredning av svovelholdig støv ført til skogskader som følge av forurensning og forsuring av jordbunnen. Direkte skader på norsk vegetasjon ble funnet i Finnmark etter svovelholdige utslipp fra smelteverk på Kola. Frykt for skogskader ved tilførsel av sur nedbør tilført Sør-Norge fra utlandet førte til det omfattende forskningsprogrammet «Sur nedbørs virkning på skog og fisk», som var en sentral aktivitet også for Skoghelseavdelingen, som startet et overvåkingsprogram for skogskader. Skadelig virkningen av ozon på granplanter i vekstkammer ble også undersøkt.

Saltskader

Veisaltskader har gjentatte ganger forekommet etter behandling med kalsiumklorid for å binde støvet. Salting av isete veier vinterstid har ført til synlige skader på trær langs riksveiene. Sjøsprøytskader langs kysten i form av sviskader på trær og annen vegetasjon har enkelte år opptrådt etter sterk vind og storm. Saltskader oppstår nær sjøen og forhøyete saltverdier på vegetasjon er funnet inntil 30 km fra sjøen.

Næringsavrenning til sjøen

Mye fisk døde i oppdrettsanlegg langs kysten av Sørlandet på 1990-tallet, etter oppblomstring av giftige alger i sjøen. En kartlegging av jorda, jordvannet og overflateavrenningen fra skog til noen sentrale vassdrag på Østlandet ble gjennomført. Den viste at fosforavrenningen fra skogarealene var ubetydelig. Nitrogenavrenning forekom bare sporadisk fra snauhogster på god mark.

Skoghelse og videre forskning

Først på 1990-tallet ble de genteknologiske laboriemetodene tilgjengelige, med identifisering av sopper og slektskapsanalyse ved hjelp av DNA-sekvensering. Et laboratorium for slikt arbeid var etablert ved instituttet, fra 1992. Dette laboriet ble primært opprettet for våre planteforedlere, men flere andre fagområder nyter i dag godt av dets forskning. Laboriet ble etter hvert tett knyttet til skogpatologi. Fra 2006 inngår det i et praktisk

så vel som organisatorisk samarbeid innen Seksjon skoghelse.

Skogpatologenes verktøy er blitt bedre enn noen gang tidligere, og de faglige problemstillingene er enda sterkere integrert i store, tverrinstitusjonelle fellesprosjekter, som i økende grad også er internasjonale. Et eksempel er forskning på blåvedsopper som følger barkbiller og dreper trær, som har foregått i samarbeid med anerkjente forskere både i Europa, Nord-Amerika og Sør-Afrika. Dette har bidratt til en økt anerkjennelse av våre forskere, noe som i sin tur har gitt uttelling i form av oppnådd finansiering av nye forskningsprosjekter, bl.a. utvikling av råteresistente trær til bruk i frøavlsplantasjene.

Skogen i framtida

Skogressursene øker

Landets skogressurser har vært gode å ty til i vanskelige tider. I etterkrigstiden hadde behandlingen av skogene preg av snauhogst, planting og treslagskifte. Det ble satset først og fremst på gran, men samtidig har stående volum av lauvskog økt. I dag er produksjonen av trevirke i skogene høyere enn noen gang tidligere, mens avkastningen er redusert.

Holdningsendring

En holdningsendring er under utvikling når det gjelder skogens verdier. En lang rekke goder knyttet til andre verdier enn skogproduksjonen kan listes opp. Blant disse er miljøverdiene, som i dag er mer anerkjente enn tidligere. Det naturnære vil i større grad bli fokusert. Mer død ved med råte og vednedbrytende organismer vil være tilstede i skogen, og det fører til at mer skade og sykdom vil komme til syne. Mye død ved i skogen sikrer forekomst av et mangfold av vednedbrytende sopper. Det nye skogbildet vil for mange oppfattes som uttrykk for ustelt eller vanskjøttet skog. Det er blitt viktig å finne retningslinjer som kombinerer utnyttelsen av skogarealene til skogproduksjon med hensynet til det biologiske mangfoldet i skogen. Mens skogentomologens oppgave før var å bekjempe skadeinsektene i skogen, er oppgaven i dag også å sørge for vern av insekter som kan trues av et for intenst drevet skogbruk. Etter manges mening kan imidlertid den nye skogen representere større kontinuitet, bedre stabilitet, mer variasjon i totale verdier og større skjøtselsmessig fleksibilitet. Dette synes å være noen av fremtidsskogens kvaliteter som sikrer fremtidige generasjoner større valgfrihet i behandling av skogen.

Skog og helse

Behovet for lett tilgjengelig kunnskap om ulike sider av skogens helsetilstand vil øke, og allmennhetens interesse for skogens biologiske mangfold vil bli større. Vår databaserte informasjonstjeneste vil fylle allmennhetens behov for kunnskap og oversikt over skogens helsetilstand. Vi er i ferd med å utvide vårt begrep om skogens helse til å gjelde alle forhold som påvirker skogens ve og vel. Det at skogen har det godt under de rådende miljøforhold, er en betingelse for at også vi som mennesker skal ha det godt.



En moderne skog. Foto: Karine Bogsti.

2. INVADERENDE PLANTESKADEGJØRERE

Karanteneskadegjørere og invaderende arter

Arild Sletten

Opprettelse av stillingene som statsentomolog og statsmykolog var starten på et stort pionerarbeid med skadegjørere på korn, poteter, frukt, bær og grønnsaker. Det var også det faglige grunnlaget for at Stortinget i 1916 kunne vedta den første loven «Om bekjæmpelse av skadeinsekter og plantesykdomme». Loven omfattet den gang bare syv plantesykdommer og skadeinsekter som det var nødvendig å iverksette offentlige tiltak for å bekjempe. I 2016 omfatter loven mer enn 120 skadegjørere.

Utviklingen i landbruket, forskning, den etter hvert omfattende internasjonale handel med planter og planteprodukter, og Norges tilslutning i 1955 til den internasjonale plantevernkonvensjonen (International Plant Protection Convention, IPPC), og den europeiske plantevernorganisasjonen (EPPO), gjorde det nødvendig med en omfattende revisjon av loven, og å inkludere langt flere skadegjørere. Det skjedde i 1964 med Lov om tiltak mot plantesjukdommer og skadedyr på planter (Plantesjukdomslova). I 2000 kom ny lov om plantehelse (Matloven) og Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere. Loven er stort sett i samsvar med EUs plantehesledirektiv fra 1993. Tilsynet med lovene var fra starten i 1916 lagt til statsentomologen og statsmykologen, senere til Statens plantevern. I 1997 ble dette forvaltningsansvaret overført til Statens landbrukstilsyn, som fra 2004 inngår i Mattilsynet.

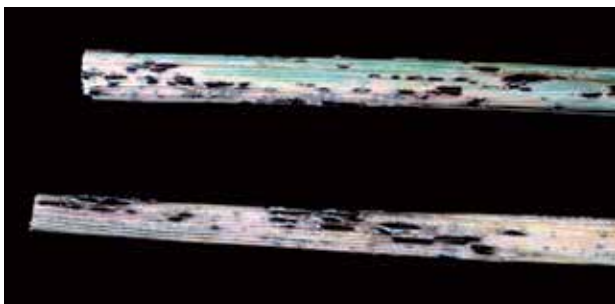
Det internasjonale begrepet karanteneskadegjørere er definert som «skadegjørere som har potensiell økonomisk betydning for området som er truet av den, og som ikke ennå har kommet dit, eller som har kommet dit, men som ikke har stor utbredelse og blir kontrollert offentlig.» Begrepet ble endelig definert i 1997 i en standard fra IPPC. Hvilke karanteneskadegjørere som skal omfattes av lovverket, ble fra slutten av 1990-årene bestemt ved risikovurderinger (PRA) etter mønster fra EPPO og IPPC.

I de senere år har nye begreper som «fremmede arter/organismer» og «invaderende arter» kommet til. En fremmed organisme defineres som en organisme som ikke hører til en art eller bestand som finnes naturlig på stedet. Fremmede organismer kan, på grunn av mangel på naturlige fiender, bli invaderende når de kommer til et nytt levested. De kan redusere det stedegne biologiske mangfoldet og bringe med seg sykdommer og skadedyr. Fremmede organismer er et stadig økende problem, og regnes som en av de største truslene mot naturmangfoldet både i Norge og på verdensbasis. Med virkning fra 2016 er det vedtatt en ny forskrift under Naturmangfoldloven. Den skal hindre uheldige konsekvenser for naturmangfoldet i forbindelse med innførsel og utsetting av fremmede organismer.

I løpet av de 100 årene som er gått siden den første loven om planteskadegjørere ble vedtatt, er flere av skadegjørerne som var med den gang, ikke lenger regulert, mens andre fortsatt er det. Alle var på et tidspunkt blitt introdusert til landet, og noen ganger lyktes man med utryddelse, andre ganger ikke. Nedenfor omtales utviklingen av arbeidet med de karanteneskadegjørere som har vært viktigst for Norge.

Skadegjørere på korn

Svartrust på korn kunne for 100 år siden gjøre stor skade, særlig på havre i korndistriktene på Østlandet, hvor rustsoppens mellomvert berberis hadde en betydelig utbredelse. Med loven i 1916 kunne det kreves at mellomverten ble fjernet for å hindre smitte til korn. Forbudet mot berberis var effektivt, og er i dag unødvendig og opphevet. Selv om svartrust i dag ikke er noe problem i Norge, er det viktig å huske at soppen stadig utvikler nye raser. De kan bryte resistensen mot svartrust hos kornsortene og på nytt gi stor skade, slik det har skjedd i noen andre land.



Svartrust på havre. Foto: Leif Robert Hansen.

Skadegjørere på potet

Potetkreft kom til Norge ved import av poteter, trolig i 1914. Det er en svært ødeleggende soppsykdom, som raskt spredte seg og ble vanlig i det meste av Sør-Norge. Loven av 1916 ga omfattende hjemler til bekjempelse, slik som meldeplikt for utbrudd av sykdommen, destruksjon av avling, og forbud i minst 6 år for videre potetdyrking. Forskning har senere vist at soppens hvilesporer kan overleve mye lenger enn det. I dag er forbudet utvidet til 20 års opphold i dyrking. Bekjempelsen var de første årene vanskelig fordi meldeplikten ofte ikke ble overholdt, og bruk av infiserte settepoteter var omfattende. Gradvis fikk man god kunnskap om hvordan sykdommen ble spredt og overlevde, og nye effektive tiltak kunne settes inn. Mest avgjørende for sykdommens tilbakegang var dyrking av kreftresistente sorter, forbud mot bruk av mottakelige sorter, og importforbud. Siste gang potetkreft ble påvist i Norge, var i 1994, og alt tyder på at sykdommen er utryddet. Men de sortene som nå dyrkes er bare resistente mot rase 1 av soppen, som er den eneste vi har hatt i Norge. I Europa finnes det i tillegg mange andre raser av soppen som de sortene som dyrkes hos oss ikke er resistente mot. Skulle de bli introdusert, kan potetkreft lett på nytt bli et problem i potetdyrkingen.

Bakteriesykdommen ringråte på potet ble påvist i Norge for første gang i 1964 i Troms. Mye tyder på at den har vært til stede i landsdelen fra tidlig på 1950-tallet. Forskning har etter hvert vist at den viktigste spredningen skjer med settepoteter, og at påvisning og kontroll av smitte i knoller bare ved gjennomskjæring av knoller for å se etter symptomer er høyst utilstrekkelig. Bakterien kan nå påvises med laboratorietester i knollene lenge før det utvikles symptomer. I dag er dette blitt en rutineundersøkelse. Etter utbruddet i 1964 ble strenge tiltak satt i verk for å hindre videre spredning, deriblant forbud mot å selge poteter fra Nord-Norge til Sør-Norge som

var smittefri. Allikevel ble et større potetparti som senere viste seg å være smittet, sendt i 1973 fra nord til sør og solgt mange steder. Dette resulterte i en svært omfattende spredning av ringråte, og i 1980 ble det derfor besluttet å lage et helt nytt settepotetmateriale fra meristemkultur. Det var grundig analysert for smitte av ringråte, og i tillegg for potetvirus, som var kjent for å kunne gjøre mye skade. Gradvis ble det meste av settepotetmaterialet som hadde vært i bruk, fornyet i løpet av en 10-års periode med denne teknikken. Strenge regler for sertifisering av settepoteter, karanteneordninger og dyrkingspraksis, regelmessige analyser av de fleste potetpartier, og kartleggingsundersøkelser har gjort at ringråte i dag bare har en svært begrenset utbredelse.

Potetcystenematoder (PCN), som angriper røttene på potet og gir betydelige avlingstap, ble påvist første gang i Norge i 1955. PCN sprer seg via eggene som fyller opp cystene som sitter på røttene av potet. De fleste av eggene klekkes av stoffer som utskilles av potetrøttene. Nematodene kan overleve som cyster i jorda i 20–30 år uten at vertplanter er til stede. Ingen kjemiske midler mot nematoder er godkjent i Norge, men det finnes motstandsdyktige potetsorter der ingen eller få PCN-individer klarer å gjennomføre livssyklus. De to artene av potetcystenematoder (gul og hvit PCN) er regulert ved Matloven. Bruk av statskontrollerte settepoteter er et av de viktigste tiltakene for å hindre spredning av PCN. Ved påvisning av visse raser av gul PCN kan man fortsette en regulert potetproduksjon, mens i andre tilfeller må eiendommer legges i karantene med forbud mot dyrking av potet, planter for videre dyrking og spredning av jord. I Norge ble systematisk prøvetaking og registrering gjennomført fra 1950-tallet til slutten av år 2000. PCN er nå registrert på ca. 6400 eiendommer



Potetkreft er en meget skadelig soppsykdom på potet. Foto: Leif Robert Hansen.



Koloradobille på potetplante. Foto: Ragnar Våga Pedersen.

i Norge. Eiendommer som har restriksjoner på grunn av potetcystenematoder er samlet i ett register. Selv om PCN nå finnes i mange potetdyrkingsområder, har Norge med de strenge tiltakene klart å unngå den omfattende utbredelsen og skadene som mange andre land har.

Koloradobillen er et mye fryktet skadedyr som hittil ikke har vært etablert på friland som skadedyr i Norge. Den er funnet flere ganger siden 1948 ved lossing av skip, men er hver gang blitt utryddet. Både larvene og de voksne billene gnager på bladene på potet og tomat, og er i stand til å snauspise en plante på kort tid, slik at bare stenglene står tilbake. Knollene kan også bli angrepet. Hvis den ble etablert, er de klimatiske forholdene på Sørlandskysten gode nok til at den vil kunne overleve, og den kan bli vanskelig å bekjempe.

Skadegjørere på frukt, bær, prydbusker og treaktige vekster

Pærebrann, en sykdom som kan gjøre stor skade og drepe eple- og pæretrær, ble påvist for første gang i Stavanger-området i 1986 på forskjellige mispelarter, først og fremst bulkemispel. Frykten for at sykdommen skulle spre seg til viktige fruktdyrkingsdistrikter, gjorde at Statens plantevern opprettet

prosjektet «Aksjon pærebrann», for å begrense og utrydde sykdommen. Store offentlige bevilgninger la til rette for et omfattende arbeid med oppsporing og destruksjon av planter med smitte. I 1993 så det ut til at pærebrann var utryddet. Ikke før 2000 ble det på nytt funnet angrep, denne gang på Karmøy. Bekjempelse ble satt i gang, men det ble allikevel videre spredning, heldigvis bare til kyststrøk uten kommersiell frukt dyrking. I 2016 er utbredelsen av pærebrann begrenset til kysten fra Kristiansand til Ålesund. Pærebrann er fortsatt ikke påvist i områder med kommersiell frukt dyrking. En av de viktigste måtene som pærebrann blir spredd på over lengre avstander, er med smittet plantemateriale. Fra 1969 har det vært forbudt å importere vertplanter for pærebrann fra land som har sykdommen. Det er liten tvil om at dette forbudet har hindret spredning av pærebrann i samme omfang som er observert i mange andre land. Med noen begrensninger ble forbudet opphevet i 2016.

Heksekost på eple er en bakteriesykdom som ble påvist i Norge for første gang i 1996. Trolig har den vært her helt siden 1970-tallet da sorten 'Aroma' kom i vanlig dyrking. Bakterien lar seg bare påvise med molekylære metoder som kom i bruk på 1990-tallet. Sykdommen gir heksekostlignende forgrening på årsskuddene og sterkt redusert tilvekst og

fruktstørrelse. Bekjempelsen de første årene gikk ut på å destruere trær, men i senere år har dette vært begrenset til planteskoler. Regelmessige overvåkings- og kartleggingsundersøkelser og bruk av sertifiserte planter ser i stor grad ut til å ha redusert omfanget av sykdommen.

Sharkavirus på plomme kan føre til nedsatt fruktkvalitet og betydelig avlingsreduksjon. Sykdommen kom trolig til Sogn på 1970-tallet i forbindelse med import av podedkvisst til sortsforedling i Norge. Viruset har senere blitt spredd langsamt med plantemateriale til mange områder i Sør-Norge. Det var først da effektive påvisningsmetoder i laboratoriet ble tatt i bruk midt på 1990-tallet, at man ble klar over omfanget av smitten og bekjempelsen startet. Den omfattet destruksjon av trær med smitte, forbud mot å ta podedkvisst fra slike trær, restriksjoner på omsetning av plantemateriale, og pålegg om bekjempelse av bladlus som lokalt kan overføre viruset. Regelmessige overvåkings- og kartleggingsundersøkelser i mange år og bruk av sertifiserte planter har effektivt redusert videre spredning av sharkavirus.

Blodlus er et skadedyr som kan gi alvorlig skade i epler og stor stagnasjon i veksten. Den finnes ikke i Norge i dag, men er blitt introdusert flere ganger i årens løp. Hver gang er den blitt utryddet ved at angrepne trær er destruert. Det er vist at arten kan overleve vinteren på Vestlandet, så økt import av planteskolevarer øker risikoen for etablering av blodlus, et potensielt skadedyr i Norge.

San José-skjoldlus er funnet på mer enn 700 vertplanter, blant annet viktige frukttrær, bær- og prydbusker. Skjoldlus suger plantesaft, og ved sterke angrep blir veksten og avlingen kraftig redusert. Temperaturmålinger fra fruktdistriktene i Norge viser at de fleste lokalitetene har høy nok temperatur til at skjoldlus kan overvintre og utvikle en fullstendig generasjon årlig. Den er hittil aldri blitt funnet på friland hos oss, men skjoldlus er registrert flere ganger på importerte plommer, epler og pærer. Slike importpartier blir avvist eller destruert.

Rød marg i jordbær er en meget skadelig sopp sykdom som ødelegger plantenes røtter. Soppen danner hvilesporer som kan overleve minst 15 år i jord. Den ble påvist for første gang i 1995 hos et fåtall dyrkere på Sørlandet. Det hadde da vært forbud mot import av jordbærplanter siden 1986 for å hindre introduksjon av rød marg, som var i rask spredning i Europa. Trolig



Symptomer på rød marg i jordbærplante. Foto: Helen Myksvoll Singh.

hadde sykdommen allerede vært i Norge noen år uten å bli påvist, eller det kan ha skjedd ulovlig import. Rød marg har senere blitt spredd til mange steder i Sør-Norge, til tross for en omfattende sanering av jordbæråkre med smitte, kontroll av jordbærplanter som omsettes, og store kartleggingsundersøkelser. Stort forbruk av ressurser gjorde det nødvendig å redusere ambisjonsnivået for bekjempelsen. Mattilsynet valgte å gjøre lettelse i forvaltningspraksisen, og det er nå igjen åpnet for import av jordbærplanter.

Jordbærsvartåte angriper først og fremst bærene, og kan gjøre mye skade. Den ble påvist for første gang i 1999, men skade i større omfang ble det først i 2002 og påfølgende år. Spredningen ble omfattende da sykdommen ble påvist hos produsenter av småplanter som ble solgt til store deler av landet. Store kartleggingsundersøkelser og omfattende kontroll av småplanter ble iverksatt. Bekjempelsen ble gradvis avsluttet fordi sykdommen viste seg å være utbredt til det meste av landet, og soppen hadde mange andre vertplanter som det var umulig å kontrollere. Effektive plantevernmidler og plante-sanitære tiltak har gjort at jordbærsvartåte i dag er

av relativt liten betydning. Den er heller ikke lenger regnet som en karanteneskadegjører.

Rød rotråte på bringebær, som kan gi store skader på plantene, ble påvist for første gang i 1988. Trolig var soppen kommet noe tidligere fra Skottland til dyrkere på Vestlandet som ønsket å prøve nye sorter. Viktigste spredning av soppen er med planter, og den er nå spredd til de fleste områder med bringebær dyrking. Soppens hvilesporer kan overleve i jord i mer enn 15 år, og den er derfor vanskelig å bli kvitt. Tiltak i plantedyrkingen, særlig bedre drenering, resistente sorter, sertifiserte planter og bruk av plantevernmidler, har redusert skadeomfanget, men det kan fortsatt være betydelig, særlig ved dyrking av mottakelige sorter.

Ramorum-greinvisning er en ny plantesykdom som ble oppdaget i USA og Europa på 1990-tallet, i Norge ble den for første gang påvist i en planteskole i 2002. Den angriper hovedsakelig rododendron, men er i andre land funnet på ulike treslag, hvor den kan gjøre stor skade. Den er også påvist på blåbær. Ramorum-greinvisning skyldes en pseudosopp (*Phytophthora*) som trives i mildt, fuktig klima, og er vanligst på Vestlandet. Patogenet spres lett i vann, over lengre avstander med infiserte planter. Den raske spredningen av sykdommen i land som Norge importerte planter fra, gjorde at Mattilsynet vurderte et importforbud. Mattilsynet valgte i stedet å sette strenge krav til dem som solgte planter for å sikre at de var sykdomsfrie. Men man så ganske raskt at det ikke fungerte godt nok. I dag er ramorum-greinvisning utbredt i hele Sør-Norge. Noen andre arter av *Phytophthora* ble i 2009 påvist på bøk noen få steder i Sør-Norge. Dette er urovekkende fordi disse patogenene kan ha mange vertplanter og dermed være en trussel for norske skoger og naturområder. Et slikt eksempel er Storbritannia, der man fikk et epidemisk angrep på lerk og måtte felle to millioner infiserte trær.

Skadegjørerere på veksthuskulturer

Hvit krysantemumrust ble påvist første gang i 1963, og første funn av pelargoniumrust var i 1973. Dette er to sopper som gir meget skjæmmende flekker på bladene. Ved hvert utbrudd har veksthusdyrkerne lykket med å utrydde rustsoppene ved destruksjon av planter, restriksjoner for omsetning, hygieniske tiltak og bruk av plantevernmidler. Takket være at store småplanteleverandører i utlandet har spesialisert sin produksjon med gode rutiner på smitte-

forebyggelse og sykdomskontroll, er det nå sjelden utbrudd i Norge.

Tomatbronsetoppvirus og Impatiens nekrose-flekkvirus er to virus som kan gjøre stor skade i en rekke veksthuskulturer av grønnsaker og pryddplanter. De har i de senere år blitt påvist flere ganger i blomsterkulturer i veksthus i forbindelse med import. Rask iverksatt bekjempelse med destruksjon og hygieniske tiltak har hver gang klart å utrydde sykdommen.

Amerikansk blomstertrips (ABT), ble funnet for første gang i norske veksthus i 1986. Den spredte seg raskt, men til tross for et intensivt bekjempelsesprogram fortsatte spredningen av ABT, i 1991 var cirka 40 % av veksthusarealet infisert. I 1997 ble arten vurdert som etablert i norske veksthus og ble derfor deregulert. Biologisk bekjempelse av ABT kan være effektivt, særlig hvis angrepet oppdages tidlig.

Bladminerfluer (Floridaminerflue og Sør-Amerikansk minerflue) har vært påvist noen få ganger i norske gartnerier siden 1980. De har kommet med importerte planter, og kan gjøre totalskade på pryddplanter i veksthus på kort tid. Hver gang har iherdig bekjempelse utryddet dem.

Invaderende arter

Floghavre har i mange år vært et farlig ugras i kornåkrene. I tidligere tider hendte det at floghavren tok helt overhånd slik at folk måtte gå fra både gård og grunn. I eng spiller den derimot ingen rolle, og da det ble vanlig med vekselbruk gikk floghavren sterkt tilbake. Med den spesialiserte og ensidige korn dyrkingen i dag er floghavren igjen blitt et brysomt ugras. Den første loven som startet den offentlige bekjempelsen, kom i 1962. I mange år var det store, offentlige kontroller i vekstsesongen i korndistriktene. Eiendommer med floghavre ble ført opp i et eget register. Det ble streng kontroll med produksjon av såfrø for å sikre at det var fritt for floghavre. Forskriften er revidert mange ganger, senest i 2015. Nå har den enkelte dyrker selv ansvar for å kontrollere for floghavre, og i tilfelle utbrudd bekjempe ugraset etter fastlagte retningslinjer. Floghavre finnes hovedsakelig på Østlandet, og spredningen er begrenset.

Kjempebjørnekjeks kommer opprinnelig fra Kaukasus. På slutten av 1800-tallet ble den plantet



Byggåker på Ringerike 1959, sterkt infisert med floghavre.

som solitærplante i parker og hager. Den er senere forvillet, og har i de siste årene spredt seg sterkt til mange steder i landet. Det er en fremmed art som har negativ virkning på stedegent biologisk mangfold, og plantesaften kan i kombinasjon med sollys gi forbrenningsskader på naken hud. Den produserer store mengder frø som kan holde seg i live i 10–15 år i jorden. For å bekjempe videre spredning har det vært aksjoner i offentlig og privat regi, som har gått ut på å grave opp og destruere røttene og å sprøyte med plantevernmidler, tiltak som har hatt god virkning.

Brunskogsneglen (tidligere kalt iberiasnegl) har siden midt på 1990-tallet vært et alvorlig skadedyr i småhager. Arten har aldri vært regulert i Matloven. Brunskogsneglen kommer opprinnelig fra Sør-Frankrike, og ble første gang funnet i Norge i 1988, trolig importert med planter i potter. I dag er den vanlig mange steder langs kysten fra svenskegrensen til Troms, dessuten finnes det noen forekomster i innlandet i Sør-Norge. I de siste årene har også sneglen begynt å bli et skadedyr i landbruket, blant annet i jordbær, og den kan være et stort problem i planteskoler og hagesentre. Det er også vist at brunskogsnegler i grasavlingen kan gi silofôr av svært dårlig kvalitet. De omfattende skadene gjorde at Landbruksdepartementet i 2008 bevilget midler til en stor treårig handlingsplan som hadde som mål å

redusere populasjonene av brunskogsneglen, hindre spredning til nye områder, bidra til økt kunnskap og informasjon og til å fremskaffe effektive tiltak. Selv om mye er oppnådd, er brunskogsneglen fortsatt et alvorlig skadedyr under spredning.

Harlekinmarihøne er en ny invaderende art til Norge som har fått mye oppmerksomhet i media. Den er ikke et direkte skadedyr i europeisk jordbruk. I en periode ble harlekinmarihøner oppformert til bruk i biologisk bekjempelse av bladlus før forskerne ble klar over hvor aggressivt arten kunne spre seg. Den kan utkonkurrere arter av innfødte marihøner, noe



Harlekinmarihøne, godt etablert i Oslo, høsten 2015.
Foto: Erling Fløistad.

man har sett blant annet i Storbritannia. Harlekin-marihøner ble funnet for første gang i Norge i Oslo i 1997. Etter noen år med få rapporter, ble larver, pupper og voksne mariehøner funnet i store mengder mange steder i Oslo høsten 2015.

Ut fra eksemplene ovenfor er spørsmålet hvorfor vi har lykket med å utrydde noen karanteneskadegjørere, mens andre sliter vi fortsatt med, eller har gitt opp aktiv bekjempelse. Mange faktorer spiller inn, ikke minst kostnadene ved en offentlig bekjempelse i forhold til verdien av produksjonen eller miljøet som rammes. Best mulig faglig grunnlag er nødvendig for effektiv bekjempelse, som må settes inn raskt hvis den skal lykkes. For å kunne ta den riktige beslutningen har vi i dag langt bedre kunnskap om skadegjørernes biologi, spredning og bekjempelse enn tidligere, og vi har til rådighet raske og pålitelige metoder for diagnose. I særdeleshet har utviklingen av molekylære metoder vært meget vellykket. De kan påvise skadegjørere som finnes inne i plantene, lenge før det utvikles symptomer, slik at vi har mulighet til å stoppe utbrudd og spredning langt

tidligere enn før. Bruk av internasjonalt anerkjente standarder for overvåking og kartlegging av skadegjørere i det enkelte land er også av stor betydning. Nytt dataverktøy, slik som for eksempel digitale kart, har forenklet dette arbeidet. Særlig i de siste 25 årene har IPPC, EPPO og EUs plantehelsemyndigheter vært sterke pådrivere for å utvikle gode internasjonale avtaler og standarder som sikrer at all handel med planter over landegrensene bare skal skje med plantemateriale som er undersøkt med pålitelige metoder og funnet fri for karanteneskadegjørere. Hensikten er å hindre at uønskede skadegjørere blir spredt. Standarder for produksjon av sertifisert plantemateriale, fri for uønskede skadegjørere har også redusert risikoen for ødeleggende skadegjørere. Generelt er plantehelsesituasjon i Norge i dag god og forholdsvis oversiktlig, og vi har opparbeidet stor og bred forskningskompetanse på skadegjørere. Skal dette opprettholdes, må nødvendige ressurser til plantehelseforvaltningen og forskningen fortsatt sikres. Kostnadene for plantedyrkere og samfunnet for øvrig kan bli store uten god tilgang på spesialkompetanse i plantehelse og godt utbygget infrastruktur.



Om invaderende arter, som brunskogsneglen, liker vårt klima og natur, kan de være umulig å fjerne når de først er etablert. Foto: Erling Fløistad.

Innførte pryddplanter kan bli problematiske arter

Inger Sundheim Fløistad

Den største gruppen av fremmede arter i Norge er karplanter. De utgjør omtrent 70 prosent av de registrerte fremmede artene. De er kommet til landet vårt på mange ulike måter, men en stor gruppe er importert på grunn av sin nytte- eller pryddverdi. Noen velkjente eksempler på slike fremmede arter som er plantet blant annet i parker og hager, og som senere har blitt problematiske invaderende ugras, er kjempebjørnekjeks, de store slirekneartene, kjempespringfrø, kanadagullris, hagelupin og rynkerose.

Spredning

Fremmede arter regnes i dag som en av de største truslene mot biologisk mangfold både i Norge og på verdensbasis. Et felles karaktertrekk for de fremmede planteartene som blir problematiske ugras, er at de ofte danner tette bestander som utkonkurrerer annen vegetasjon. Plantene er ofte storvokste og spres lett enten ved rik frøproduksjon eller livskraftig rotsystem.

Langs trafikkårene fører storvokste planter til redusert sikt og gir økt behov for kontrolltiltak. Anleggsvirksomhet står for en stor del av risikoen for



Kjempebjørnekjeks har vært brukt som pryddplante, men gjennom stor frøsetting sprer den seg villig til nye voksesteder, de senere år også på hogstfelt i skog. Foto: Inger Sundheim Fløistad.

videre spredning av fremmede arter innenfor landets grenser. Spesielt flytting av masse i forbindelse med byggevirksomhet og veianlegg innebærer stor risiko for spredning av invaderende fremmede planter. Det brukes årlig store ressurser for å kontrollere uønsket vegetasjon på disse arealene.

Nasjonal strategi og norsk svarteliste

I 2007 ble det vedtatt en nasjonal strategi for arbeidet mot fremmede arter. Ti departementer samarbeidet for å sikre at fremmede arter håndteres enhetlig. Målet er at menneskeskapt spredning av organismer, som ikke hører naturlig hjemme i økosystemene, ikke skal skade eller begrense økosystemenes funksjon. Sammen med den første norske svartelista, som også ble utgitt i 2007, førte strategien til en mer samordnet og felles innsats mot de fremmede artene.

I arbeidet med norsk svarteliste er fremmede arter definert som de artene som er spredd til norsk natur etter år 1800. Den norske svartelista består av de fremmede artene som utgjør høyest økologisk risiko mot stedegent naturmangfold.

I den første svartelista ble et begrenset antall fremmede arter risikovurdert. Da svartelista ble revidert i 2012, ble alle fremmede arter som var funnet spredd i Norge, risikovurdert. Det gjorde at lista over risikoarter ble betydelig utvidet. Flere introduserte arter som har naturalisert seg i Norge, har et spredningsmønster og en voksemåte som gjør dem



Langs denne veien dukket parkslirekne opp etter at anleggsarbeidet med sykkel- og gangfelt var gjennomført. Foto: Erling Fløistad.

til brysomme ugras. Det gjelder særlig på ekstensivt skjøttede arealer, som langs veier, jernbaner, vassdrag og i randsoner til jordbruksarealer, landskapsvernområder og kulturlandskap.

Mange fylker har utarbeidet egne handlingsplaner mot svartelistede arter, og behovet for kunnskap om tiltak mot artene er økende. Det mest effektive tiltaket for å unngå spredning av fremmede arter er å hindre nye introduksjoner. Derfor er økt kunnskap og bevisstgjøring et mål i seg selv i arbeidet med fremmede arter. For de artene som allerede er etablert i Norge, er det viktig å begrense videre spredning best mulig, og effektive mottiltak må gjennomføres. Stor mangel på kunnskap om effektive metoder både for forebygging og direkte bekjemping av disse «nye» ugrasene er en betydelig utfordring.

Naturmangfoldloven

Naturmangfoldloven, som ble vedtatt i 2009, pålegger alle både et generelt aktsomhetsprinsipp (§6) og et føre-var-prinsipp (§9) for å bevare vårt naturmangfold. Det betyr at enhver tiltakshaver eller byggherre må sørge for at arbeidet deres ikke fører til spredning av fremmede organismer som truer stedegent biologisk mangfold.

Naturmangfoldloven har et eget kapittel om fremmede organismer. Gjennom en egen forskrift som ble vedtatt i 2015 er det gitt forbud mot utsetting av en rekke plantearter. Det betyr at arter som lupin, rynkerose og kanadagullris, sammen med et tyvetalls andre plantearter, ikke lenger er lov å selge eller plante ut.



Anne Kari Holm (t.v.) og Benedikte Watne Oliver (t.h.) gjennomfører forsøk med miljøvennlige bekjempelse av de store slirekneartene. Foto: Inger Sundheim Fløistad.



Når rynkerose sprer seg i strandsonen danner den tette bestander som fortrenger mer konkurransesvake arter. Foto: Erling Fløistad.

Behov for kunnskap om effektive og miljøvennlige tiltak

Årlig brukes store ressurser for å kontrollere fremmede invaderende plantearter ved hjelp av tradisjonelle metoder. Økt utbredelse og nye krav til aktsomhet, i kombinasjon med økonomiske begrensninger, gjør det helt nødvendig å evaluere effekten av eksisterende praksis og utvikle nye kostnadseffektive og miljøvennlige bekjempingsstrategier.

Kunnskap om planteartenes grunnleggende biologi er sentralt for utvikling av effektive metoder for bekjemping. For mange av våre vanligste ugrasarter har vi kunnskap om ved hvilket utviklingstrinn plantene dårligst tåler å bli utsatt for kontrolltiltak. Bedre kunnskap om riktige tidspunkter og metoder for bekjemping av storvokste fremmede plantearter, vil være økonomisk besparende, men vil også redusere miljøbelastningen dersom bruken av plantevernmidler kan begrenses. Siden mange av de mest brysomme planteartene spres med jordmasser, er det også sentralt å utvikle et kunnskapsgrunnlag for å kunne utarbeide tilfredsstillende retningslinjer om håndtering av masser infisert med uønskede frem-

mede planter eller plantedeler. Flere forskningsprosjekter er gjennomført for å utvikle spesifikke kontrolltiltak mot enkeltarter. Dette er en viktig del av NIBIO sin forskning rettet mot målgrupper innen anleggsvirksomhet, forvaltning og offentlige myndigheter.

Invaderende skadegjørere i skog

Kåre Venn, Bjørn Økland og Halvor Solheim

Introduksjon av skogskadegjørere må hindres

Helt siden Avdeling for skader på skog ble opprettet har skogpatologene og skogentomologene vært med i internasjonalt samarbeid mot introduksjon og spredning av nye skadegjørere. Særlig har engasjementet vært stort på oppgaven å hindre introduksjon av plantefarlige, fremmede organismer. Dette arbeidet har hovedsakelig skjedd innen rammen av European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO).



Alm drept av almesykesoppen *Ophiostoma novo-ulmi*.
Foto: Halvor Solheim.

Finn Roll-Hansen var siden 1957 medlem av en EPPO-arbeidsgruppe som skulle vurdere risikoen for overføring av fremmede skogsykdommer til Europa. Han arbeidet energisk for å få i stand gode importregler for plantemateriale, slik at de viktigste skadegjørerne kunne bli stengt ute fra våre områder. Han bidro sterkt til utformingen av robuste, men enkle regler for innførsel av planter og plantedeler m.v. til Norge. Disse ble fastsatt av Landbruksdepartementet i 1964. Ett år tidligere hadde almesyke blitt påvist for første gang hos oss.

I 1970-årene tok andre av våre skogpatologer plass i denne EPPO-gruppen, og de fikk både den aggressive rasen av almesykesoppen og furuvednematoden å hankses med. Undersøkelser av furuvednematoden har foregått i samarbeid mellom faglige spesialister ved vårt institutt, nordiske kolleger og eksperter i England, USA og Canada. Påvisning av furuvednematoden i importflis fra USA til Finland i 1984 ble et vendepunkt. Etter dette utviklet EPPO restriksjoner mot import av alt bartrevirke fra Nord-Amerika. Da ble det viktig å vurdere det store antallet av skogskadegjørere som kunne følge den økende handelsstrømmen av tømmer fra Russland og Baltikum. En av våre skogentomologer overtok plassen i EPPO-gruppen fra 2000 og tok del i dette arbeidet. En ny standard for import av bartrevirke kom i 2005, og den hadde ført opp diverse farlige skadegjørere fra Russland og Baltikum. De nye reglene førte til opphør av tømmerimport fra dette østlige området. Etter dette ble fokus i EPPO på nytt rettet mot alvorlige skogskadegjørere fra andre verdensdeler.

Reelle trusler

Fra tidlig på 2000-tallet var våre spesialister på skoghelse involvert i prøvetakinger fra tømmerimportskip fra Russland og Baltikum. I lasten fant de flere fremmede skadegjørere av insekter, sopp og planter. Inspeksjoner viste at noen av disse artene

også hadde overvintret nær importstedet. Særlig foruroligende var funn av en nær slektning av granbarkbillen som bidrar i utbrudd sør i Europa. Denne barkbillen har allerede blitt spredd til våre naboland, men vi har ikke funnet at den eller andre nye insekter har etablert seg som nye skadegjørere i norske skoger så langt. I fremtiden står vi likevel overfor en betydelig trussel fra noen slike fremmede arter.

I 2004 ble Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) opprettet som et organ for uavhengige risikovurderinger i Norge. Innen denne komiteen ble flere av våre eksperter på skogskadegjørere oppnevnt i en faggruppe for plantehelse. Gruppen har vurdert nematoder, insekter og sopp. Sammen med andre i gruppen har vi bidratt til flere risikovurderinger, for å hindre introduksjon av alvorlige skogskadegjørere.

Et truende skadedyr er furuvednematoden. Den er en nord-amerikansk art som spres av trebukker og som har gjort stor skade ved introduksjon i Øst-Asia. Etter at den ble påvist og etablert i Portugal i 1999 har flere europeisk land utviklet overvåking med prøvetakinger, og flere land har utryddelsesplaner klare om den skulle bli påvist. Angrepne områder i de portugisiske furuskogene er snauhogd og tildels brent, i et forsøk på å utrydde skadegjøreren, men resultatene er ikke de beste, og kostnadene er store.

En annen skadegjører som truer oss er en asiatisk trebukke (Asian longhorn beetle) som kan angripe og drepe mange slags lauvtre og busker. Den er allerede påvist i flere europeiske land og i Nord-Amerika.

Amerikansk bjørkepraktbille skader hengebjørk og dunbjørk i Nord Amerika, og det er påvist opptil 100 %



Furuvednematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Foto: Erling Fløistad.

dødelighet på grunn av denne billen. Denne arten har et stort skadepotensiale om den skulle bli introdusert i Europa, og ansatte ved instituttet foreslo denne for risikovurdering i EPPO i 2010.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet gjorde i 2013 en risikokarakterisering av løvtreflis, som er en vare som kan bringe mange alvorlige skadegjørere inn til landet. Det førte året etter til en risikovurdering av asiatisk askepraktbille. Denne praktbillen kommer opprinnelig fra det østlige Asia, men har blitt introdusert i USA, Canada og europeisk Russland. Der har den gjort store skader på asketrær, for eksempel i staten Michigan i USA er dødeligheten av ask på mer enn 99 prosent. Den er sterkt uønsket å få inn i Norge.

Nye skogsykdommer

Noen betydelige soppsykdommer har allerede kommet inn i landet og er etablert i våre skoger, tross bekjempelsestiltak.

Almesyke ble for første gang i 1963 oppdaget på noen almetrær i Lodalen i Oslo. Den gangen ble tiltak satt i verk straks, og soppsykdommen ble utryddet. Men ny smitte kom til landet først på 1980-tallet. Dette var en mer aggressiv almesyke-art, som hadde blitt overført fra Amerika til flere land i Europa. Angrep ble først funnet i noen av våre havnebyer. Vi vet ikke hvordan soppen kom inn i Norge, men våre skogpatologer mener at smittebærende biller kan ha fløyet inn i bilfergers lasterom sammen med innkjøring av biler. Slike bilferger går hver dag til Oslo, fra Danmark, Tyskland eller andre land. Noen ferger går også til Kristiansand, hvor det har vært to introduksjoner, som først ble bekjempet, men soppen har senere opptrådt igjen. Soppen ble tidlig funnet i Drammen, som er en viktig importhavn for nye biler. Seinere forsøk på bekjempelse har vært forgjeves, for det har stadig oppstått nye angrep. Sykdommen spres med almesplintborere og har i dag stor utbredelse i Oslofjordsområdet. Almesyke fører til tredød og utgjør i dag en trussel for alle kystnære almeforekomster i vårt land.

Askeskuddsyke forårsakes av soppen askeskuddbeger. Dette er en ny sykdom i Europa og ble først registrert i vårt land i 2008. Den har bredt seg hurtig til alle våre kystnære askeforekomster helt til Nord-Møre og truer nå all ask i Norge.



Askeskuddsyke er en ny sykdom i Europa. Den truer nå all ask i Norge.
Foto: Volkmar Timmermann.

Rødbandsoppet er årsak til en sykdom på furunåler, og den er vel kjent fra furuskoger i sørlige strøk. Den ble funnet første gang i 2009 i Bardu og Målselv i Troms og året etter også i Akershus og Hedmark. Den har siden spredt seg videre i furuskogene både i Troms og i Sør-Norge.

Skadegjørernes betydning

Skadelige sopper og insekter er årsak til betydelige bioøkonomiske tap i skog og grøntanlegg, både i direkte skade og kostnader ved mottiltak. Instituttet har gitt faglige bidrag for å vurdere effekten av prøvetaking og tiltaksplaner med stor økonomisk konsekvens. Modellsimuleringer viste at Mattilsynets tiltaksplan mot furuvednematoden har svært liten sjanse til å lykkes, tross stor innsats på intensiv prøveinnsamling og destruksjon av skog rundt funnsted. Sammen med skogøkonomer ble det vist at kostnadene med slike tiltak kunne bli langt høyere enn kostnaden av skogskade og eksportsvikt som den fremmede arten kunne ha forårsaket. Modellbereg-

ninger viste også at frekvens og intensitet i prøvetakinger fra skipslaster av flis må være svært høy for å kunne påvise fremmede arter med stor betydning for skoglig økologi og økonomi, slik som for eksempel amerikansk bjørkepraktbille. Disse eksemplene viser at instituttet ikke bare bidrar til å redusere store direkte tap på grunn av invaderende arter, men også bidrar positivt til bioøkonomien ved å gi kunnskap om effekt og økonomi ved valg av tiltak.

Fremtidige utfordringer for invaderende skogskadegjørere

Risikoen for at alvorlige skogskadegjørere blir importert er økende og Norge står overfor store utfordringer med å forebygge at det skjer introduksjoner med store økonomiske og økologiske kostnader. Alvorlige skadegjørere er under spredning i nærliggende land og vil kreve egne overvåkinger for ankomst og videre spredning i Norge. Det er også en utfordring at eksisterende skadegjørere, f.eks. granbarkbillen, kan invadere nye områder i Norge etter hvert som plantninger av sitka- og lutz-gran, samt store områder med plantninger av vanlig gran og andre granarter oppnår moden alder. Ny standard for både bjørk, osp og selje er under utvikling i EPPO og vil kreve oppfølging i forhold til arter som er aktuelle i Norge. Så langt har svært kostnads-krevende skadegjørere ikke blitt etablert i Norge. Det er et godt utgangspunkt at NIBIO allerede har en sterk fagtradisjon som bidrar til å dempe risikoen for introduksjon av disse artene, og det kan være en god investering i bioøkonomi å styrke rammene for kunnskapsutvikling i disse miljøene.

Tretti år med skogovervåking

Volkmar Timmermann, Dan Aamlid, Bjørn Økland og Kåre Venn

God skoghelse er en forutsetning for et bærekraftig skogbruk. Klimaendringene, den ventede økningen i klimarelaterte skogskader og nye invaderende skadegjørere gir store utfordringer for forvaltningen av fremtidens skogressurser og for bioøkonomien. Skogskadeovervåkingen i Norge er et essensielt verktøy i beredskapen for å kunne oppdage endringer i skogens helsetilstand, forebygge etablering av nye skadegjørere og begrense utbrudd av eksisterende. Den norske skogovervåkingen under ledelse og koordinasjon av Avdeling skoghelse har en mer enn 30-årig historie med internasjonal forankring. Programmet er i dag tverrfaglig organisert med medarbeidere i flere avdelinger og divisjoner ved NIBIO for å kunne håndtere nye utfordringer.

Historien om skogdøden i Sentral-Europa

Hendelsen som utløste bekymringen om en omfattende skogdød forårsaket av sur nedbør, var den avdøingen av granskog som skjedde fra og med 1978 i høydedragene mellom Polen, Tsjekkoslovakia og Tyskland. Området hadde sterk konsentrasjon av kullgruver og tungindustri med store forurensningsutslipp og ble kalt «det svarte triangel». Det er grunn til å tro at skaden ble utløst av et uhyre sjeldent værphenomen. Lufttemperaturen sank til minus



Skogdød i Slovakia. Foto: Bjørn Økland.

20–25 °C nyttårsaften 1978, etter å ha ligget på flere varmegrader i lang tid. Dette var nok til å gi store frostskafer på skog. Skaden ble kanskje forsterket av den predisponeringen som skogen i området hadde fått gjennom lang tid med høy luftforurensning (særlig svoveldioksid, SO₂) som førte til sur nedbør. Mye gran ble misfarget i baret og døde i løpet av 1979. Svekkede trær døde etter hvert i de nærmeste årene etterpå, på grunn av et samspill mellom forurensning, frostskafer og andre sekundære faktorer. Mer eller mindre død granskog dekket til slutt flere hundre kvadratkilometer. Dette området lå bak jernteppet den gang, og lite informasjon om skaden slapp ut til å begynne med. Trolig bidro det til økt dramatikk rundt denne omfattende skogdøden.

Nyheten om de utbredte skogskadene førte til et voldsomt oppsving i arbeidet for å hindre utslipp av forurensninger. I 1979 ble FNs konvensjon om langtransporterte grenseoverskridende luftforurensninger (CLRTAP) etablert, og Norge ratifiserte konvensjonen i 1983.

Det internasjonale samarbeidet under CLRTAP og i andre organer lyktes etter hvert med å få redusert utslippet av luftforurensninger, særlig svovelforbindelser, i Europa. Glasnost (åpenhet) og Berlinmurens fall i 1989 med påfølgende nedleggelse av mye sterkt forurensende tungindustri i Øst-Tyskland og andre tidligere østblokkstater bidro også til reduksjon av luftforurensningene i Europa.

Internasjonal skogovervåking

Det internasjonale samarbeidsprogrammet om overvåking av effekter av luftforurensninger på skog (ICP Forests) ble opprettet i 1985 under CLRTAP. Programmet ble igangsatt for å dokumentere endringer i de europeiske skogenes helsetilstand, registrere skadeomfang, vise utviklingstendenser over tid, overvåke tilførselen og effekten av lang-



NILU sin stasjon får måling av luftkvalitet i Birkenes i Aust-Agder. Foto: Dan Aamlid.

transporterte luftforurensninger og undersøke årsaks-/virkningsforhold. I dag, i et klima i endring, legges det særlig vekt på overvåking av nye, invaderende skadegjørere og identifisering av andre biotiske og abiotiske skadeårsaker som kan påvirke trærnes helsetilstand.

ICP Forests leverer også data til flere indikatorer for bærekraftig skogbruk i Europa. Denne informasjonen er meget viktig i utformingen av den nasjonale og globale skog- og miljøpolitikken. Overvåkingsprogrammet skaffer også viktige data for karbonbudsjetter og dokumenterer biomangfoldet i Europas skoger. I programmet deltar i dag rundt 40 europeiske land samt Canada og USA, som alle bruker tilnærmet de samme metodene for å overvåke og beskrive skogens helsetilstand. I sitt trettiførste år er ICP Forests et av de største og lengst eksisterende programmene for naturovervåking i verden.

Norge har fra starten av hatt en aktiv rolle i det internasjonale overvåkingsprogrammet. Flere medarbeidere ved NIBIO har vært eller er ledere for ekspertgrupper i ICP Forests (Biodiversitet og vegetasjon, Nedbørskjemi, Bladkjemi og næringsstoffer, Kronetilstand og skadeårsaker). Våre forskere har

dessuten vært aktive i programmets koordineringsutvalg og generalforsamling.

Skogovervåkingen i Norge

Her i landet startet Overvåkingsprogrammet for skogskader (OPS) i 1985. I programmet deltok opprinnelig tre institutter: Norsk institutt for skogforskning (NISK), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) (som begge er del av NIBIO) og Norsk institutt for luftforskning (NILU). De to oppdragsgiverne, Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet, deltok aktivt i styringen av programmet gjennom et koordinerende utvalg.

Det var naturlig at den daglige ledelsen for overvåkingen ble lagt til skoghelsemiljøet, som hadde hatt fokus på skogskader siden starten i 1959. Formålet med programmet var å klarlegge skadeomfanget på norsk skog, vise utviklingstendenser over tid, og å belyse i hvilken grad langtransporterte luftforurensninger førte til skogskader i Norge. Det skulle også foretas en kritisk analyse av eksisterende og eventuelle nye metoder for slik overvåking. Internasjonalt samarbeid og rapportering var sentrale elementer, og dataleveransen til ICP Forests skulle følges opp.



Dan Aamlid og Carl Olav Holen registrerer en prøveflate ca. 1987.

Overvåkingsprogrammet hadde fire innsatsområder

Intensive skogøkologiske studier på faste felter var i starten fordelt på alle landets fylker, fortrinnsvis i produktiv granskog av blåbærtype. Her skulle det tas prøver for å analysere vegetasjon, nedbør, jord og jordvann, næringsinnhold i barnåler, og andre registreringer av botanisk og skogøkologisk art. Hensikten var å følge utviklingen over tid i et skog-økosystem under ulike påvirkninger og å prøve ut metoder og kriterier for å påvise endringer. Målinger av luftkvalitet, som NILU var ansvarlig for, ble utført i tilknytning til noen av flatene. I etableringsfasen fra 1986 til 1989 ble i alt 22 slike flater opprettet, 18 av dem var tilknyttet ICP Forests. Noen av disse flatene og noen av NILUs målestasjoner er fortsatt i drift i dag.

Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i gran-, furu- og bjørkeskog utførte NIJOS fra 1989 på Landsskogtakseringens flater. Mer enn 8000 trær ble vurdert årlig, opprinnelig med et utvalg av flater som ble oppsøkt hvert år. Dette systemet ble senere endret, slik at det i dag følger Landsskogtakseringens femårige omløp, og ble samtidig utvidet til å omfatte flere trær og treslag enn i begynnelsen.

Regionale skogovervåkingsflater (tidligere kalt «Skogoppsynets flater») var subjektivt valgte flater i forskjellige aldersklasser i blåbærgranskog og ble etablert i 1988 i alle skogbrukssjefsdistrikter. I starten fantes nærmere 800 flater. Skogbruks-

etaten i fylkene var ansvarlig for denne aktiviteten, mens skogkyndige (som oftest skogbrukssjefene) i kommunene utførte alle registreringene på feltene. NISK sto for kontakt med etatens folk, planlegging, etablering, opplæring, analyse og rapportering av resultatene. Dette overvåkingsnettlet ble nedlagt i 2007.

Identifisering av skogskader, som er vår vanlige service når det gjelder bestemmelser av prøver, ble utvidet på 1990-tallet og i stor grad rettet mot de såkalt nye skogskadene. Med bistand fra Norges skogeierforbund og Landbruksdepartementet ble det etablert en såkalt «brannkorpsstjeneste». Den tok seg av skadetilfeller som ellers ikke ville blitt fanget opp i overvåkingsprogrammet, og intensiverte dermed NISKs fokus på skader på skog. Aktiviteten var meget høy i flere år og ble gjennomført i nær kontakt med lokale fagfolk og medier som kunne formidle kunnskap om skadeårsaker og omfang. Alle observasjoner av skader ble arkivert, og sammen med alle tidligere arkiverte funn siden 1975 danner dette grunnlaget for nettstedet Skogskader.no.

Skogovervåkingen førte til at det ble igangsatt flere andre naturovervåkingsprosjekter først på 1990-tallet. I Pasvik ble et stort prosjekt satt igang med fokus på effekter av svovelutslipp fra nikkilverkene i Russland. Et annet var «Gul skog-prosjektet» som arbeidet med å finne forklaringer på hvorfor mye barskog i Sør-Norge ble påfallende gulfarget. Bjørkeskogen rundet Statoils anlegg på Kårstø ble også overvåket.

Nitrogenutslipp er fortsatt et problem

En drastisk reduksjon i svovelutslippene fra industrien i Storbritannia og på kontinentet har ført til en tilsvarende minskning i nedfall av svovelforbindelser i hele Europa, inkludert Norge. NILUs målinger viser at konsentrasjonen av svoveldioksid (SO_2) i lufta i Fastlands-Norge har blitt redusert med over 90 prosent siden 1980. Også for sulfat (SO_4) har det blitt målt en kraftig reduksjon, om enn ikke like stor.

Samtidig er det fortsatt store utslipp av nitrogen fra det intensive jordbruket, personbiler og tungtrafikken i sentraleuropeiske land. Målinger i Norge viser at det ikke er noen tydelig trend for utviklingen i mengden av nitrogenforbindelser i lufta. Det er fare for at denne overgjødningen på sikt kan føre til en artsforskyvning fra sopp- og plantearter som er



Mange barkebilledrepte trær rundt skogovervåkingsflata i Lardal i Vestfold, 2011. Foto: Volkmar Timmermann.

tilpasset naturlig lave nitrogenverdier til mer nitrogenelskende arter. Dette kan særlig gi utslag i det naturlig nitrogenfattige skogmiljøet i Nord-Europa. På den annen side vil nitrogennedfallet kunne føre til en for skogbruket positiv gjødseleffekt for trærne.

Også høye verdier av bakkenært ozon i noen bynære regioner i Europa har ført til en økende bekymring for skoghelsen. Ifølge NILUs årlige luftmålinger i Norge blir ozongrenseverdiene for skog sjelden overskredet, men det forekommer overskridelser av grenseverdier for jordbruksvekster i Norge.

Snart 40 år med barkbilleovervåking

Granbarkbilleovervåkingen har til hensikt å varsle og forebygge skogskade, men gir også data for å studere trender som en del av skogskadeovervåkingen. Stor granbarkbille regnes blant de verste skadegjørerne i europeiske barskoger. Periodiske barkbilleutbrudd har drept mer enn 150 millioner kubikkmeter gran

i løpet av de siste 50 årene i Europa. På 1970-tallet gikk det med gran til en verdi av rundt 500 millioner kroner under barkbilleutbrudd på Østlandet. Granbarkbillen er den eneste insektarten i Norge som angriper levende trær og kan skape utbrudd med drept granskog som resultat. Den formerer seg primært i ferske vindfall og svekkete grantrær, men store vindfelling og tørkeperioder kan heve bilettheten og bli starten på nye barkbilleutbrudd.

Barkbilleovervåkingen er basert på fellefangster av granbarkbillen og ble etablert i 1979. Overvåkingen har pågått årlig siden dette året og er nå den mest omfattende felleovervåkingen av granbarkbillen i verden. I overvåkingsfellene benyttes attraksjonsferomoner som er de samme som billene benytter for å tilkalle granbarkbiller under angrep på levende trær. Disse feromonene ble identifisert og kunstig syntetisert for første gang i løpet av det store utbruddet på Østlandet på 70-tallet og ble senere benyttet i feller utviklet ved Norsk institutt for skogforskning.

Overvåking av granbarkbillen er viktig, fordi mengden av biller kan være en avgjørende faktor for om barkbilleutbrudd utløses. I tråd med skogbrukslovens §9 bidrar skogbruksledere i fylker og kommuner med fellefangster og innsending av resultater fra mer enn 100 kommuner. Resultatene bearbeides i et eget prosjekt ved NIBIO og publiseres så tidlig som mulig etter sesongen, slik at datagrunnlaget skal være tilgjengelig for den lokale skogbruksforvaltningen i planleggingen av vinterens avvirkninger.

Omfattende data gjør det nå også mulig å analysere trender som kan ha stor betydning for beredskapen mot granbarkbillen i fremtiden. I det siste året er data fra overvåkingen tatt i bruk for å analysere trender i klimaeffekter på granbarkbillen med særlig fokus på global oppvarming og nordlig ekspansjon. Granbarkbillen finnes allerede i Trøndelag og søndre del av Nordland, men disse områdene har så langt ikke hatt større utbrudd som tilsvarer utbruddet på Østlandet på 1970-tallet.

Overvåkingen omfatter grandistriktene på Østlandet, Sørlandet og i Trøndelag og Nordland, hvor granbarkbillen er utbredt i dag. Men granbarkbillen kan tenkes å bli mer utbredt på Vestlandet i fremtiden etter hvert som en større andel av granskogplantingene når moden alder. Det undersøkes også om plantningene av sitka- og lutzgran i kystområ-



Halvor Solheim studerer soppskade på furu. Foto: Dan Aamlid.

dene vil være mottakelige for granbarkbillen. Vest-Agder var med i overvåkingen for første gang i 2015, og behovet for å utvide overvåkingen til nye områder vurderes fortløpende.

Lange tidsserier er gull verdt for forskningen

Lange tidsserier er svært viktige for å kunne fastslå endringer i skogøkosystemet, enten endringene skyldes langtransporterte forurensinger, klimaendringer eller skadegjørere. Dessverre er lange tidsserier sjeldne innen skog- og miljøforskning siden de ofte er kostnadskrevende og dermed ofte utsatt for kortsiktige politiske beslutninger.

Overvåkingen av granbarkbillen har årlige data tilbake til 1979 og er den mest omfattende overvåkingen av denne billearten i verden. I tillegg til å forebygge skogskade gjennom varsling om store billenivåer, så er dataene nyttige ved analyser av klimaeffekter og ekspansjon av utbrudd til nye områder i Norge.

Våre intensive overvåkingsfelter i skog har registreringer tilbake til 1986 og er blant de som har de lengste tidsseriene i Europa. En stor mengde prøver



Gro Wollebæk tømmer barkebillefelle. Foto: Lars Sandved Dalen.

av jord, vann og plantemateriale har blitt samlet inn i disse 30 årene, sendt i posten til Ås og analysert ved instituttets kjemiske laboratorier. Dataene som ble høstet fra våre mange ulike felter rundt om i landet, beskrev grunnleggende prosesser i skogøkosystemet, og lange tidsserier av slike data har stor verdi som grunnlag for videre forskning.

Hvert år har resultatene fra både den intensive og den landsrepresentative skogovervåkingen blitt rapportert til ICP Forests og inngår i internasjonale rapporter og publikasjoner. Dataene fra ICP Forests har blitt benyttet i en rekke europeiske forskningsprosjekter og internasjonale publikasjoner. For perioden 1998–2015 er det i programmets database registrert 186 vitenskapelige publikasjoner, mange med norsk deltakelse og på grunnlag av norske data.



Intensiv skogovervåking: Innsamling av nåleprøver for kjemisk analyse. Erik Larnøy klatrer med fullt sikringsutstyr i Lardal i Vestfold, 2011. Foto: Volkmar Timmermann.

De generelle helsevariablene som ICP Forests registrerer fanger i prinsippet opp effekter av de fleste typer av skogskader. Det kan for eksempel være insektskader og sopp sykdommer på bar og blad, framskredne råteangrep, frost og tørkestress. Variablene egner seg derfor godt til å overvåke skadeomfang ved mange slags påvirkninger og stressfaktorer, også virkningene av de pågående klimaendringene og spredning av nye, invaderende skadegjørere. De norske og europeiske tidsseriene fra skogovervåkingen er et uvurderlig verktøy i vurderingen av skogens helsetilstand i framtida.

Norge er en viktig del av den europeiske skogovervåkingen. Landet ligger i ytterkanten av verdensdelen målt etter forurensning, klima og geografi. Mange skoglevende arter har sin nordlige eller vestlige utbredelsesgrense i Norge, og tilførselen av langtransporterte luftforurensninger her er lavere enn i mellomeuropeiske land. Data fra Norge utgjør derfor viktige referanser for internasjonale vurderinger.

Skogskadeovervåkingen i dag

Den landsrepresentative overvåkingen utføres på Landsskogtakseringens faste flater. Nærmere 20.000 trær på mer enn 2.500 flater i hele landet sjekkes årlig for skader, og kronetilstanden registreres på gran og furu. Disse dataene gir informasjon om skogens generelle helsetilstand i tid og rom, og om skogens utvikling og sykdommers utbredelse og forekomst både nasjonalt og på europeisk nivå. På de intensive overvåkingsflatene registreres og analyseres mer dyptgående skogøkologiske data og økosystemprosesser som bidrar til en bedre forståelse av de enkelte stressfaktorenes betydning for skoghelsen. Begge disse flatenettene er tilknyttet ICP Forests, og det leveres årlig data til programsenteret i Tyskland.

Vi følger nøye med på utviklingen av askeskuddsyke, som forårsakes av en fremmed, invaderende sopp, på egne overvåkingsflater i askeskog på Sør-, Øst- og Vestlandet (se omtale av askeskuddsjuke under «Invaderende arter»). Potensielle invaderende sopp- og insektarter i skog kartlegges, og det undersøkes om disse artene kan innføres med import og om deres krav til klima og miljø gjør det sannsynlig at de kan overleve i Norge. Barkbillebestandens utvikling overvåkes med feller som i dag er utplassert i mer enn 100 kommuner i 13 fylker. I tillegg til overvåkingen på faste flater registreres skogskader på nettstedet Skogskader.no, som gir en løpende oversikt over skadetilfeller, ved befaringer og gjennom kontrollbestemmelse av innsendte prøver.

Skogen i et klima i endring – utsikter

Ventede klimaendringer og nye fremmede skogskadegjørere stiller stadig større krav til kunnskap for å kunne beholde en god skoghelse i framtida. Omfattende stormer eller tørkeperioder og fremmede sopp sykdommer har allerede vist at helsetilstanden til skogen har blitt hardt prøvet (se omtale av askeskuddsjuke under «Invaderende arter»). Slike episoder kan bli stadig hyppigere og kraftigere, og svekket skog vil også gi bedre kår for alvorlige skadegjørende insekter og sopper som kan få stor effekt på bioøkonomien.

NIBIO har allerede etablerte overvåkingssystemer med lange tidsserier som vil være en viktig del i beredskapen mot disse truslene. Det bør være et mål å videreutvikle disse systemene for å kunne varsle og forebygge skade og gi grunnlag for gode beslutninger



Richard Horntvedt studerer skogskader. Foto: Dan Aamlid.

om hvordan den norske skogen skal skjøttes på en langsiktig og god måte. Klima og fremmede arter er en internasjonal utfordring. Derfor er det viktig å sikre et internasjonalt samarbeid om skogovervåking også i årene som kommer.



Oppsugingsanlegg for jordvann, strøsammlere og kronedryppssamlere på en intensiv skogovervåkingsflate. Foto: Volkmar Timmermann

3. VERKTØY I PLANTEHELSEARBEIDET

Diagnostikk av planteskadegjørere og ugras

Hanne Skomedal og Kåre Venn

Korrekt diagnose av planteskadegjørere og identifisering av invaderende plantearter, er avgjørende for at dyrkere og forvaltning skal kunne sette inn riktige tiltak til rett tid. I produksjon av smittefritt plantemateriale er det dessuten nødvendig å kunne påvise svært lave konsentrasjoner av skadegjørere for å kunne levere produsentene godt bruksplante-materiale.

Planteklinikken identifiserer insekter, midd, nematoder, snegler, sopp, bakterier og virus som er skadegjørere på planter. Ugras og andre planter blir også identifisert. Planteklinikken bruker fagkompetanse i alle avdelingene i Divisjon for bioteknologi og plante-helse.

Alle biologiske prøver som kommer til Plante-klinikken, registreres i et eget prøveprogram. Plante-klinikken mottar prøver fra hageeiere, dyrkere og andre næringsdrivende. Den største brukeren av Planteklinikken er likevel Mattilsynet som sender inn tilsynsprøver og prøver for overvåkning og kontroll av planteskadegjørere. Sikker identifikasjon av skadegjørere er en forutsetning for Mattilsynets arbeid med å sikre at import, produksjon og omset-ning av planter gjøres uten å spre planteskadegjørere. Det bidrar til å sikre tilgang på friske planter for neste ledd i produksjonskjeden.



Amerikansk blomstertrips ble tidlig svært vanlig i prøver til Plante-klinikken, i denne blomsten fant vi mange slike i oktober 2000. Foto: Erling Fløistad.

Forskere og teknisk personale bruker en rekke tradisjonelle diagnosemetoder: Visuell inspeksjon av skadesymptomer, identifikasjon av skadedyr i lupe eller mikroskop, isolering av plantepatogene organismer på selektive næringssubstrat og over-føring av skadegjørere til testplanter. Identifisering av insekter, midd og nematoder skjer i hovedsak med mikroskop, men også ved bruk av molekylære metoder. Sopp kan noen ganger identifiseres ved å studere sporer og å vurdere symptomer på plante-materialet. Sikker diagnose av sopp krever imidlertid ofte isolering på kunstig næringsmedium tilpasset ulike soppgrupper. Prøver med mistanke om virus eller bakterieangrep vil ofte bli testet ved hjelp av antistoffbaserte teknikker eller andre bioteknolo-giske metoder.

Planteklinikken bruker i stadig større grad mole-kylære metoder for å påvise både proteiner og arvestoffet, DNA. Påvisning av proteiner som er spesifikke for en gitt skadegjører, har vært i bruk i over 50 år og er basert på antistoff som er knyttet sammen med et enzym som utløser en fargereaksjon når antistoffet binder seg til den substansen som skal måles. Påvisning av DNA gjøres oftest ved å



Dag Ragnar Blystad og Tor Munthe vurderer om en kinakål med viruslignende symptomer skal testes med biologiske eller andre metoder. Foto: Erling Fløistad.

oppformere den delen av DNA som er spesifikk for organismen vi leter etter. Planteklinikken arbeider også med DNA-strekkodeteknologi. Prinsippet bak metoden er at korte biter av en ukjent organisms DNA sammenlignes med DNA fra kjente arter i et kvalitetssikret DNA-bibliotek. Navnet henviser til likheten med strekkoder i detaljhandelen, der enhver vare har en unik strekkode for maskinell identifisering. Metoden er basert på at genetisk variasjon i et spesifikt DNA-segment er større mellom arter enn innenfor arter. DNA-baserte metoder er kostnadseffektive og sensitive verktøy for å identifisere utvalgte skadegjørere.

Ved standard prøveundersøkelse vil vi som oftest identifisere skadegjørere til slektsnivå. Det er som regel mulig å artsbestemme skadegjøreren, men i noen tilfeller kan det være arbeidskrevende. Hvis oppdraget omfatter analyse av prøvemateriale for en gitt skadegjørere eller sykdom, vil et første resultat kunne leveres i løpet av tre til ti dager. Hvis oppdraget har karakter av «hva feiler det planten min», kan identifikasjonen av skadegjøreren ta betydelig lenger tid.

Prøvetall og resultater

I 1999 ble det registrert 984 prøver til Planteklinikken. I 2010 analyserte vi 7794 prøver og i 2013 gikk 10939 gjennom Planteklinikken. Analyseaktivitetene avdekker hvert år flere karanteneskadegjørere. På denne måten påvises også nye skadegjørere for Norge. I 2015 påviste vi på kulturplanter i slekten *Prunus* en ny bakterie som kan gi stor skade, spesielt på plomme. Denne skadegjøreren ble påvist både i importerte grunnstammer og greiner gjennom



Såkalt OK-prøve av eple som undersøkes for fytoplasma, heksekost i eple. Foto: Erling Fløistad.

Mattilsynets overvåkingsprogram for denne skadegjøreren. Dvergsjuka i bringebær (fytoplasma) har vært beskrevet i Norge tidligere, men i 2012 kunne vi ved hjelp av bioteknologiske metoder sikkert fastslå fytoplasma på bringebær, noe som tidligere bare har vært rapportert på grunnlag av symptomer.

Nasjonalt referanselaboratorium (NLR)

NIBIO ble fra 2013 oppnevnt som NRL på plantehelse innen virus, bakterier, nematoder, sopp og insekter, samt ugras.

NIBIO skriver årlige kontrakter med Mattilsynet om analyser innen plantehelse (OK-programmer). For 2016 omfatter dette følgende skadegjørere: heksekost, pærevisnesjuka, sharkavirus, potetcystenematode (PCN), furuvednematode (FVN), lys ringrâte og bakteriebladflekk på jordbær. Programmene har variert fra år til år.

Pliktene som NIBIO har som NRL innebærer blant annet at vi må samarbeide med europeiske referanselaboratorier og videreformidle informasjon til Mattilsynet og andre aktuelle offisielle laboratorier. NIBIO som NRL er vurdert og akkreditert i samsvar med standarden EN ISO/IEC 17025. Vi arbeider i henhold til en etablert kvalitetshåndbok og er i dag akkreditert for alle analysene som benyttes for påvisning av bakteriesjukdommen lys ringrâte. For andre analyser brukes metoder for prøvetaking og analyse som er i samsvar med relevante EU-bestemmelser eller internasjonalt anerkjente metoder.



Helen Myksvoll Sing i arbeid med en prøve i desember 2002. Foto: Erling Fløistad.



Halvor Solheim studerer skogskader. Foto: Dan Aamlid

gjør at det også ved denne metoden tar noe tid før svaret foreligger. Arbeidet krever dessuten tilgang på relevant litteratur, som etter hvert er samlet og foreligger ved NIBIO. Viktigst er likevel de menneskelige ressursene ved instituttet. Identifisering av skogskader krever kunnskapsrike medarbeidere som har spesialisert seg på ulike grupper av skadegjørere.

Identifisering av skogskader

Skader på skog har blitt registrert siden sist på 1800-tallet, og en egen avdeling for skogskader ble opprettet ved Det norske skogforsøksvesen i 1958. Skogbruksfunksjonærer og andre interesserte rapporterte opptil et par hundre skadetilfeller i året i den første tiden. Skader forårsaket av insekter og dyr, sopper og klimatiske forhold ble undersøkt. Laboratorier ble bygget opp for grundige studier av skadeårsakene. Mikroskopi og dyrking av renkulturer var en nødvendighet. Etter hvert ble det bygget opp referansesamlinger av de forekommende skadegjørerne, både levende kulturer og tørre eksemplarer. Virksomheten ble etter hvert utvidet, med flere kompetente forskere, både innen entomologi og patologi.

Fra midt på 1980-tallet ble aktiviteten kraftig trappet opp, etter at myndigheter og allmennhet ble engstelig for følgene av sur nedbør. Interessen for skogens helsetilstand har siden vært stor, med spørsmål om identifisering av årsaker til observerte avvik fra det normale i skogen. Avdeling skoghelse rår i dag over ressurser som gjør det mulig å identifisere de vanlige skadeårsakene innen rimelig tid. Det finnes også en betydelig erfaring med å kunne gi rådgjerd i de fleste tilfellene. Et godt utbygget arkiv i dataform med bl.a. skriftlige rapporter og fotoer av skadetilfellene gjør det mulig med raske svar.

For noen skadetilfeller er det nødvendig å isolere skadegjøreren, særlig ved soppangrep, og siden dyrke den i renkultur over noen tid for identifisering. Skogskadetilfellene må andre ganger tas inn i laboratoriene for genteknologiske undersøkelser. Analysene kan gi nøyaktige svar, men ressursmangel



Halvor Solheim og Finn Roll Hansen studerer tørkede trær, Ås i Akershus. Foto: Dan Aamlid.

Bioteknologi for bedre plantehelse

May Bente Brurberg, Carl Gunnar Fossdal og Leif Sundheim

I et innspill til arbeidet med «Nasjonal strategi for bioteknologi 2011-2020» skriver forskningsinstituttene at for å gjøre Norge rustet til å utnytte internasjonal utvikling innen bioteknologi må vi ha robuste fagmiljø av høy kvalitet. Forskerne må ha tilgang til oppdatert infrastruktur nasjonalt og lokalt, og det må være et større innslag av grunnleggende forskning enn i dag.

Trær er sentrale i CO₂ regnskapet, og det er stort behov for effektiv produksjon av biomasse i områder som ikke er egnet for matproduksjon. Bioteknologiske metoder for påvisning og bekjempelse av sykdommer på planter er vesentlig for å trygge produksjon av både mat og biomasse. Bioteknologisk forskning vil kunne bidra til å løse utfordringer innen plante- og skoghelse, sier forskningsinstituttene under LMD.

Bioteknologi er en av de yngste disiplinene i biologien. Landbruksforskningen i Norge var sent ute med å ta i bruk bioteknologiske metoder. I 1985 ble Sonja Klemsdal ansatt som stipendiat i bioteknologi ved Statens plantevern. Etter avsluttet forskerutdanning bygde hun opp et molekylærbiologisk laboratorium i det tidligere snekkerverkstedet i kjelleren i Fellesbygget, og etter hvert kom flere medarbeidere til. Klemsdal var aktiv i planleggingen av nye lokaler, slik at i 2004 kunne bioteknologene i flytte inn i hensiktsmessige laboratorier med moderne instrumentering.

Den bioteknologiske forskningen ved Skogforsk kom i gang for alvor i 1991, da Anders Lønneborg ble ansatt som forsker i bioteknologi ved instituttet. Lønneborg utviklet bruken av molekylærbiologi for å finne ut hvilke resistensgener hos skogtrær som var viktige for å stå mot soppangrep.



Sonja Klemsdal bygde opp det molekylærbiologiske laboratoriet ved Statens plantevern og utviklet DNA-baserte metoder for å identifisere planteskadegjørere på gulrot og andre vekster. Foto: Erling Fløistad

Plantehelse

Økt kunnskap om skadegjørernes biologi og planters forsvar mot skadegjørerne er et viktig mål for NIBIOs strategiske grunnforskning, og det er derfor et gjennomgangstema i flere prosjekter som omfatter forskjellige kulturplanter og deres skadegjørere.

Det første og viktigste trinnet i bekjempelse av planteskadegjørere er en korrekt identifisering av skadegjøreren. Det gjelder enten det er en bakterie, sopp, virus, nematode eller et insekt. Selv om en del skadegjørere kan diagnostiseres ved en visuell



Potettørråte på over- og undersiden av potetblad. Foto: Arne Hermansen.

inspeksjon, er det mange som krever omfattende laboratorietesting for sikker identifisering.

Metoder basert på påvisning av arvestoffet (DNA eller hos enkelte virus RNA) har vist seg å være svært nyttige i diagnostikken. Nært beslekta mikroorganismer er ofte krevende å skille morfologisk, men enkelte områder av arvestoffet deres er allikevel forskjellige. Det kan benyttes til sikker bestemmelse av artene. I mange tilfeller vil det også være mulig å identifisere underarter, stammer og utviklingsstadier som ikke kan skilles morfologisk.

DNA-baserte tester er relativt raske å utføre slik at man kan få et sikkert svar på en prøve i løpet av én til to dager, og de er også både spesifikke og sensitive. Det betyr at svært lite materiale av skadegjøreren er nødvendig for påvisning, og det er fullt mulig å påvise en skadegjørere uten synlige symptomer på planta.

Den viktigste teknikken som ligger til grunn for DNA-basert diagnostikk, er PCR (Polymerase chain reaction). Dette er en teknikk for oppformering av små mengder DNA til millioner med identiske kopier av bestemte deler av DNA. Det kan så påvises etter oppkopiering. Med denne metoden kan man også bestemme mengden av skadegjøreren i en jord-, vann- eller planteprøve. Ganske ofte er det mistanke om at nye planteskadegjørere har kommet til Norge. Om det ikke finnes ferdig utviklede DNA-tester, kopieres bestemte områder av DNA opp. Base-sekvensen av disse områdene bestemmes ved hjelp av DNA-sekvensering. Søk med DNA-sekvensen i offentlige databaser gjør det mulig å identifisere arter som er ukjente for Norge.

NIBIO arbeider kontinuerlig med å utvikle nye tester for identifisering av planteskadegjørere. Utvikling av nye tester foregår i nært samarbeid med forskere som har spesialkompetanse på de aktuelle skade-

gjørerne. Rutinetestingen, etter oppdrag fra forvaltning og næringsliv, er en integrert del av arbeidet for Planteklinikken.

I tillegg til å være et nyttig verktøy for identifiseringen av planteskadegjørere kan DNA-baserte teknikker brukes for å studere forekomst, utbredelse og epidemier av skadegjørerne. Metoden er prøvd ut i et prosjekt med forskjellige bladskimmelarter (sopp-lignende plantepatogener). Da sporefeller i felt ble kombinert med DNA-metoder, kunne sporer påvises et par uker før det var synlige symptomer i feltet.

Undersøkelser av genetisk variasjon i potettørråten har vist at den formerer seg kjønnet i Norge. Det gir økt genetisk variasjon og danning av hvilesporer som kan overvintre i potetåkeren. NIBIO er med i europeiske samarbeidsprosjekter, der vi arbeider med metoder for å undersøke genetiske variasjon i potettørråten. Denne kunnskapen er viktig i valg av resistente sorter og i utvikling av modeller for varslingsom fare for spredning av sjukdommen.

I et annet prosjekt har det vært arbeidet med spredning av bakterien som gir heksekost i eple. Bakterien er veggløs og kan ikke dyrkes i laboratoriet. Det betyr at DNA-baserte teknikker er helt essensielle for påvisning. Heksekostbakterien har nylig blitt påvist i relativt store mengder i bestander av hagtornsugere i eplehagene. Dette tyder på at insektet kan bidra til å spre bakterien.

I tillegg til identifisering av skadegjørere brukes DNA-baserte teknikker for å studere samspillet mellom skadegjørere og plante i infeksjonsprosessen. Bedre kunnskap om gener og genprodukter som er involvert i infeksjonsprosessen, både hos skadegjørerne og hos plantene, er viktig for utviklingen av nye bekjempelsesstrategier.



Rotråte i gran forårsaket av rotkjukesoppen *Heterobasidion annosum*.
Foto: Dan Aamlid.

Skoghelse

Forskergruppen ved Skogforsk studerte sopp og pseudosopp som førte til alvorlige skader på rotsystemene til granplanter i planteskolene. De identifiserte gener som er viktige for plantens resistens ved å se på forandringer i genuttrykket i angrepne planter sammenlignet med friske granplanter. Gruppen utviklet metoder for å isolere forsvarsgener ved hjelp av Ugelstad-kuler, som er bittesmå, nøyaktig like store biomagnetiske plastkuler som ble brukt til å isolere og kvantifisere genuttrykket til plantene.

I samarbeid med forskere fra New Zealand og Sverige tok forskergruppen i skoghelse i bruk somatisk embryogenese og introduserte forsvarsgener ved hjelp av genkanon. Den ble brukt blant annet til å lage genmodifisert gran med økt resistens mot råtesopp. I arbeidet med identifisering og kvantifisering av skadesopp i skogstrær innarbeidet gruppen sanntids PCR-teknikken (Real-time PCR), en metode for å gjenkjenne en helt bestemt DNA-sekvens. Metoden ble brukt til å påvise blant annet bakteriesykdom på hestekastanje, de viktigste skadesoppartene på gran og virus som brukes i biologisk bekjempelse av den grådige furubarvepsen.

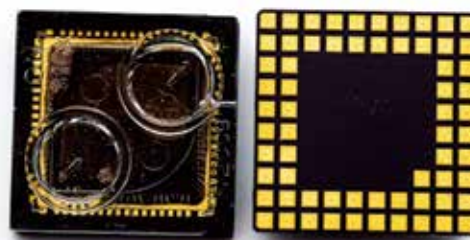
Bioteknologilaboratoriet i skoghelse videreførte arbeidet med å identifisere resistensgener i skogstrær, men startet også opp arbeidet med å kartlegge hvilke soppgener som har betydning for sykdomsforløpet. Det molekylære arbeidet med rotkjuka, som er den verste skadegjøreren i skogbruket, startet tidlig på 2000-tallet. Fokuset på gener for patogenitet og virulens resulterte i et stort internasjonalt samarbeidsprosjekt, der hele rotkjukas arvemateriale ble kartlagt. Prosjektet hadde deltakere fra ti land

og ble delfinansiert av Energidepartementet i USA. Fra dette arbeidet ble en hel rekke vednedbrytende enzymer fra denne råtesoppen identifisert. Vednedbrytende enzymer fra råtesopp kan ha avgjørende betydning for utvikling av biodrivstoff fra skogen, og det ble derfor satt i gang arbeid med å isolere og produsere de mest interessante av disse enzymene i samarbeid med NMBU.

Forskergruppen i bioteknologi samarbeider med Umeå universitet i Sverige og University of British Columbia i Canada, som begge er ledende innen bioteknologi på skogstrær. Utveksling av norske forskere med disse to universitetene gir muligheter for å lære det nyeste innen molekylære teknikker. Den største revolusjonen i årene 2003–2014 var bruk av molekylære metoder til identifisering av skadeorganismer på skogstre, blant annet gjennom DNA-sekvensering. Metoden er også viktig i kartlegging av resistensgener hos vertstrærne.

For å følge med på den rivende utviklingen innen sekvenseringsteknologien ble det nyeste utstyret for sekvensering av DNA installert på instituttet i 2012. Datamengdene ble så u håndterlige at forskerne måtte lære seg bioinformatikk for å analysere resultatene, og den første bioinformatiker innen skoghelse ble ansatt i 2014.

Askeskuddsyken begynte å spre seg epidemisk i Europa, og den invaderte og spredde seg deretter over store deler av Norge. De fleste av de store trærne på Østlandet ble sterkt skadet eller døde. Molekylære studier av arvematerialet av denne og beslektede sopparter ble raskt igangsatt på Ås, ved hjelp av det nye sekvenseringsutstyret, for å finne årsaken til dens aggressivitet. Forskerne tror i dag at sykdommen hadde sitt opphav i Asia.



En "Ion Torrent semiconductor chip" som kan sekvensere DNA-prøver i løpet av noen få timer. Foto: Dan Aamlid.



PCR-maskin for oppformering av DNA. Foto: Lars Sandved Dalen

Forskergruppen satte så i gang arbeidet med epigenetiske mekanismer og hvilken betydning disse har for træs klimatilpasning og deres induserte forsvar mot sopp og skadeinsekter. Epigenetikk er en retning innenfor biologifaget som studerer langvarige og arvelige egenskaper som ikke skyldes endringer i selve DNA-koden, men som skyldes endret avlesning og bruk av genetisk kode. Flere ulike epigenetiske mekanismer kan aktivere og deaktivere gener, blant annet DNA-metylering, histonmodifisering og små RNA-molekyler som endrer hvordan gener kommer til uttrykk.

Nyere forskning indikerer at træs induserte forsvar, kan vare i flere år etter at et soppangrep er blitt slått tilbake av treets egne forsvarssystemer og etter behandling med signalmolekyler. Arbeidshypotesen er at slik «priming» og flerårig molekylær forsvarshukommelse gjøres mulig ved hjelp av epigenetiske mekanismer. Forskergruppene i bioteknologi ble i 2016 tildelt et prestisjefyllt TOPPforsk-prosjekt fra Forskningsrådet for å studere betydningen av slike epigenetiske mekanismer for resistens i gran, markjordbær og modellplanten vårskrinneblom.

Fra 2012 og fremover startet arbeidet med å modifisere planter, slik at de kunne brukes i produksjon av vaksiner for bedre menneske- og dyrehelse samt enzymer for produksjon av biodrivstoff. Dette bioteknologiske arbeidet er viktig for det grønne skifte i økonomien. Slik produksjon i landbruksplanter, istedenfor i store, konvensjonelle bioreaktorer, vil være langt mer bærekraftig og gi mindre CO₂-utslipp enn dagens produksjonsmetoder.

Fremavl, diagnostikk og kryopreservering

Dag-Ragnar Blystad og Tor Munthe

Vegetativ formering krever en bevisst og planlagt strategi (fremavlsprogrammer) for unngå skade av plantesjukdommer. Potet, frukt- og bærarter, samt viktige prydplanter som begonia, pelargonium, margeritt og hengepetunia, har plantedyrkere valgt å formere vegetativt, fordi det gir et ensartet og godt plantemateriale.

Det kan imidlertid bli store plantehelsetfordringer når dyrkerne bruker vegetativ formering. Det er avgjørende å få etablert friske morplanter og trygg oppformering som sikrer at plantematerialet ikke blir infisert på nytt med alvorlige skadegjørere.

Hvilke skadegjørere er hovedproblemet?

Sannsynligheten for å spre ulike skadegjørere ved vegetativ formering, sammenlignet med frøformering, varierer for de forskjellige skadegjørergruppene. Det er særlig virus, viroid og fytoplasma som lett blir problematiske, fordi de kan infisere hele morplanten innvendig i celler og ledningsvev. Det innebærer at alle stiklinger, knoller eller vevskulturplanter fra smitta morplanter vil være infisert. Men også andre skadegjørergrupper kan ha arter som kan smitte fra morplanten dersom en ikke har god kontroll på oppformeringen.

Bekjempelse på nasjonalt plan

Det er krevende å sette opp et rensings- og oppformeringsprogram for den enkelte dyrker. Norge og de fleste andre land i Europa har derfor prioritert nasjonale program, støttet opp av lover og forskrifter, for å få god bekjempelse av skadegjørere som er problematiske i vegetativt formerte vekster. Det er dette som kalles fremavlsprogrammer.

I Norge gir Matloven hjemmel for sertifisert produksjon av småplanter. Matloven beskriver også de viktige begrepene kjerneplante, eliteplante og sertifisert plante i slike programmer.

For potet er det en egen forskrift for «Sertifisert produksjon av settepotet» som blant annet beskriver detaljerte krav til testmetoder og hva som er akseptabelt infeksjonsnivå på de forskjellige oppformeringstrinnene. I fremavlssystemet for potet brukes det egne navn for å beskrive trinnene – prebasis (kjerne), basis (elite) og sertifisert. I Norge er det forbudt å omsette settepoteter som ikke er sertifisert. For andre planteslag, som for eksempel for jordbær og bringebær, er det frivillig om en vil omsette eller bruke sertifisert plantemateriale eller ikke.

Tabell 1. Sannsynlighet for å spre ulike typer skadegjørere ved vegetativ formering sammenlignet med frøformering.

Skadegjører	Vegetativ formering	Frø
Virus	+++++	+
Viroider	+++++	+
Bakterier	++	+
Fytoplasma	+++++	-
Sopp	+ / +++*	+++
Insekter	+	-
Nematoder	+ / +++*	-

+ få eller mange «+» angir liten eller stor sannsynlighet

* sopp og nematoder er lette å bli kvitt i etableringen av kjerneplanter, men de kan utgjøre store utfordringer i oppformeringsfasen av vegetativt formerte vekster

Hva er rollene til NIBIO i fremavlsprogrammene?

Plantehelseforskningen har i flere år arbeidet med diagnostikk og produksjon av friskt plantemateriale for å bekjempe plantesjukdommer i vegetativt formerte vekster.

NIBIO har flere framtrepende roller:

- 1) Karantene for potet
- 2) Potetgenbank – en vevskulturbank etablert fra rensede sorter (siden cirka 1960)
- 3) Utviklingsprosjekter for å etablere en sertifisert produksjon av plantemateriale av vegetativt formerte vekster:
 - a. Forbedringer av systemet for gjennomføring av settepotetavlen
 - b. Sertifisert produksjon av jordbær, bringebær og eple
 - c. Fremavl av blomster
 - d. Internasjonale prosjekter
- 4) Diagnostikk og rådgivning om testingsopplegg
 - a. Utvikle bedre diagnosemetoder
 - b. Utføre testingsoppdrag (potet, blomster, frukt og bær)
- 5) Kryopreservering (lagring av levende celler ved en temperatur på $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - a. Prosjekter

Friskt utgangsmateriale

Et friskt utgangsmateriale av vegetativt formerte vekster er avgjørende for god avling med topp kvalitet. Metodikk for å fremstille friskt plantemateriale, nye diagnosemuligheter, samt utvikling av kryopreservering for flere planteslag, gjør oss i stand til å etablere, ta vare på og sikre både friske kjerneplanter av dagsaktuelt sortsmateriale, plantemateriale av gamle, verdifulle genressurssorter, foredlingslinjer som ikke kan lanseres ennå, samt verdifullt plantemateriale fra avsluttede forskningsprosjekter.

Karantene

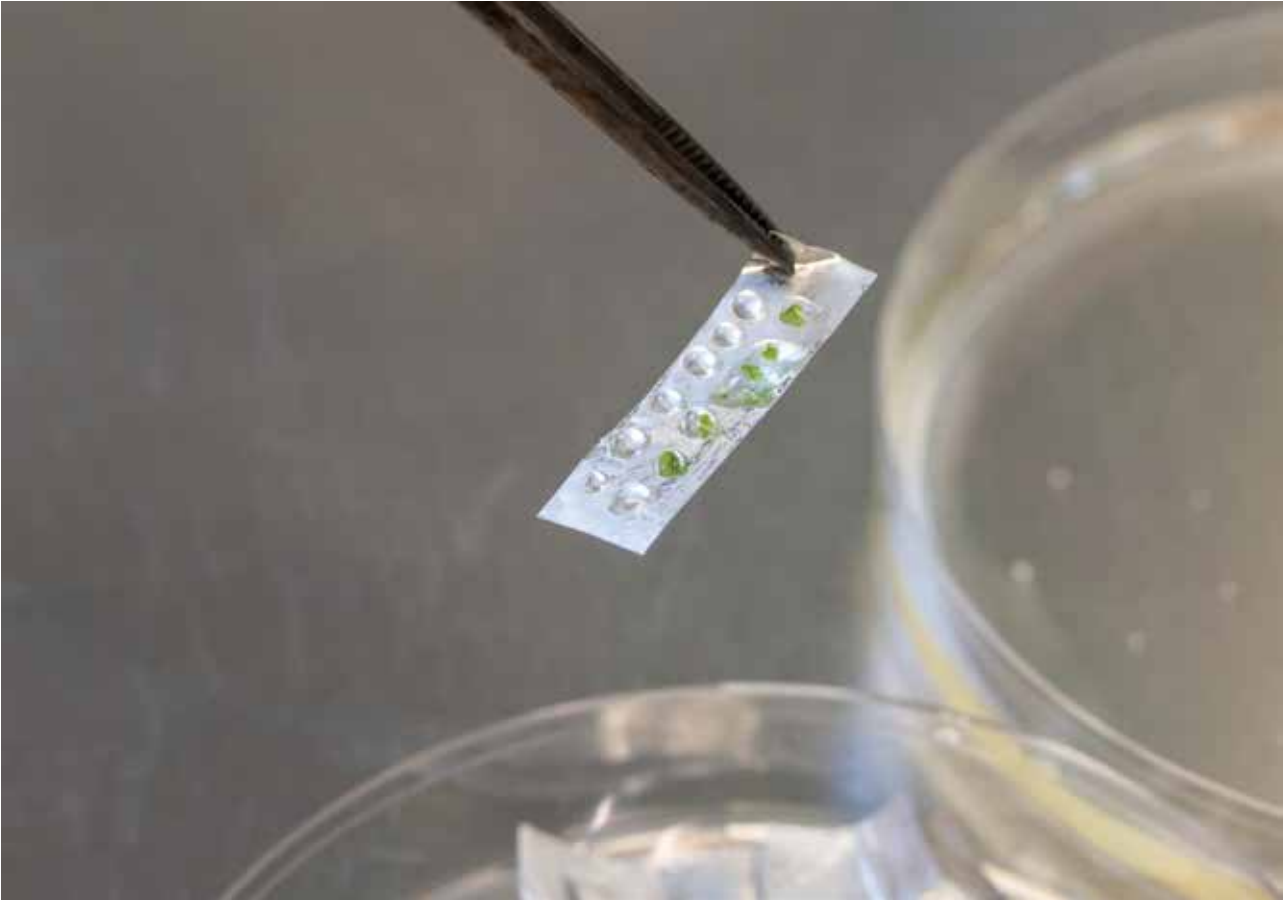
NIBIO har den offisielle rollen med å utføre karantenedyrking og testing når det importeres nytt utenlandsk sortsmateriale til videre dyrking og oppformering i Norge. Det er forbudt å ta inn potet til videre dyrking fra utlandet. Alt nytt sortsmateriale av potet som skal prøves ut, må derfor tas inn som vevskultur til karantenedyrking, før det sendes videre til oppformering og verdiprøving.



Potetsorter holdes som vevskultur i Potetgenbanken.
Foto: Dag-Ragnar Blystad.



Margeritt var viktig i det første kryoprojektet KryoFrisk, men var også viktig i flere år før det som en av de mest sentrale vekstene i fremavlsprogrammet for blomster. Foto: Dag-Ragnar Blystad.



Kryopreservering av små skuddspisser i en dråpe med innfrysningsvæske er en sikker måte for å bevare både sortsegenskaper og plantehelsestatus. Foto: Dag-Ragnar Blystad.

Potetgenbanken

Alle potetsorter som er i bruk i Norge, foredlingslinjene fra Graminor og gamle potetsorter fra Norsk genressurssenter vedlikeholdes som virusfrie vevskulturplanter i Potetgenbanken ved NIBIO.

Utvikling av fremavlssystemer

I Norge har det blitt arbeidet i lengre tid med å sørge for friskt plantemateriale av potet, frukt, bær og blomster. NIBIO har vært en aktiv partner for rådgivning og testing knyttet til dette arbeidet. Det er viktig at det stadig arbeides med å heve kvaliteten på fremavlsarbeidet, slik at ikke fremavlssystemene blir uforandret i en verden der risikobildet for plantesjukdommer stadig endres.

Diagnose og testing

Virus, bakterier og nematoder er vanskelige å påvise uten å teste plantematerialet det gjelder. NIBIO har metoder som kan brukes alene eller i kombinasjon for å få til testopplegg som er både rasjonelle og



Mosaikk i bringebær som skyldes virus. Bringebær kan infiseres av mange virus som alene og sammen kan gi slike symptomer. Et av de pågående FOU-prosjektene fokuserer på å bedre diagnosemulighetene i denne viktige bærveksten, slik at vi kan møte nye problemer som måtte oppstå i dyrkingen. Foto: Dag-Ragnar Blystad.

følsomme. Virustesting gjøres både med bruk av testplanter og indikatorplanter, og med serologi og nukleinsyrebasert testing. Bakterietesting utføres med både isolering til vekstmedier, mikroskopering, immunofluorescens og PCR. NIBIO har testingsoppdrag for Mattilsynet, bedrifter og dyrkere i forbindelse med oppfølging av fremavlsarbeidet i potet og hagebruksvekster.

Den framtidige rollen til NIBIO i fremavlen

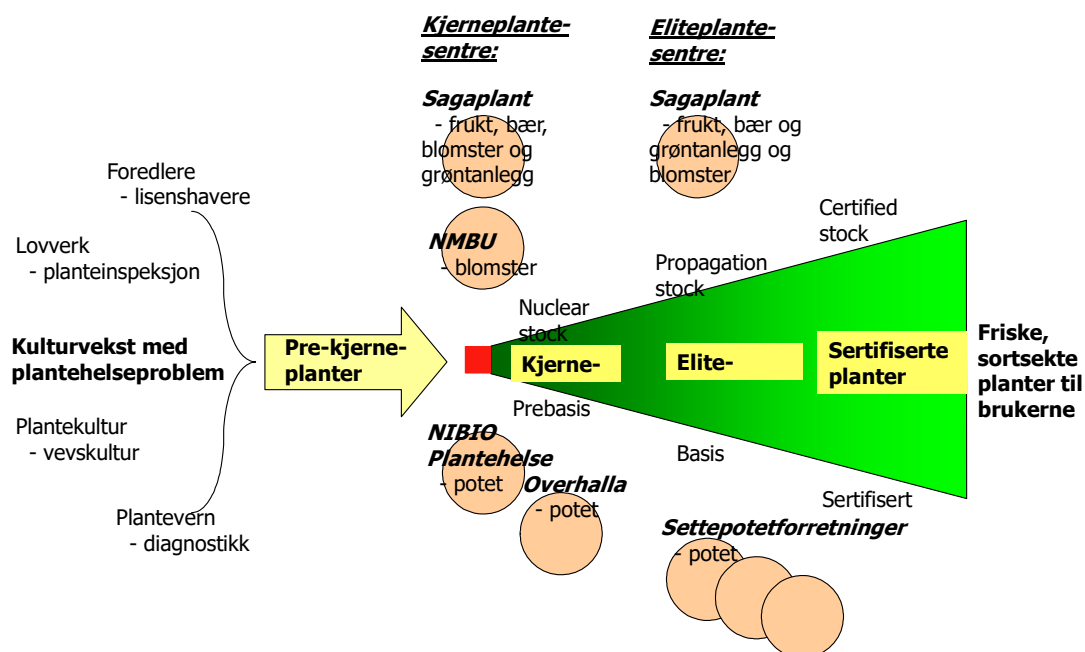
NIBIO sitt arbeid for å sikre friskt plantemateriale av vegetativt formerte vekster vil også i framtida være med og bidra til det beste utgangspunktet for kvalitetsbevisste og innovative plantedyrkere. Det er viktig at NIBIO er aktiv og ligger i front, både når det gjelder kunnskap om skadegjørere, nye diagnosemetoder og effektive metoder for vevskultur og kryopreservering.

De store linjene i fremavlsprogrammene i Norge

Fremavlssystemene for de forskjellige vekstene innebærer et samarbeid mellom mange aktører. Figuren nedenfor gir oversikt over sentrale begreper, aktører og de forskjellige rollene de har.

Kryopreservering

Kryopreservering defineres som lagring av levende celler, vevsbiter, organer og organismer ved svært lav temperatur, vanligvis i flytende nitrogen ved $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kryopreservering av plantemateriale har utviklet seg mye de siste 15 årene, slik at det nå er utviklet gode metoder for nedfrysing og kryopreservering av mange planteslag.



Fremavlssystemene for potet og hagebruksvekster i Norge består av mange ledd og er et møtepunkt mellom mange aktører, med det mål å produsere friskt og sortsekte formeringsmateriale for plantedyrkerne.

Varsling for målretta plantehelsetiltak

Guro Brodal, Leif Sundheim og Berit Nordskog

Hver sommer siden 1957 har vi varslet om fare for angrep av tørråte i potet. I starten ble tørråtevarslene kringkastet i radio som del av værvarslingen fra Meteorologisk Institutt. I takt med faglig og teknologisk utvikling har varslingstjenestene blitt stadig mer omfattende, og formidlingen har gått via radio, fjernsyn og teletorgtjeneste til internett. Varsling av planteskadegjørere er en viktig forutsetning for integrert plantevern.



Angrep av tørråte på potet kan ødelegge hele avlingen på kort tid om angrepet ikke behandles riktig. Foto: Erling Fløistad.

Potettørråte – en viktig sjukdom i fuktig vær

Vær og klima påvirker utvikling av sopp, skadedyr og ugras i åkeren. Kunnskap om dette samspillet kan brukes til å beregne når angrep av ulike skadegjørere kan forventes, og modeller som kombinerer værdata og skadegjørernes biologi gir viktig informasjon om når tiltak bør iverksettes for å hindre eller stoppe angrep i åkeren. Potettørråte var en av de første plantesjukdommene hvor disse sammenhengene ble satt i system.

Poteten er en av mange plantearter som ble innført til Europa fra den nye verden, og denne kulturplanten fikk stor betydning for matforsyningen i Nord-Europa på 1700- og 1800-tallet. Derfor var det en katastrofe da en pseudosopp som angriper både potetriset og knollene, omkring 1840 også krysset Atlanterhavet med potetimport fra Amerika. Denne nye sjukdommen fikk det norske navnet potettørråte.

Været er helt avgjørende for angrepene i potet-åkeren. I varme, fuktige perioder sprer tørråten seg raskt, og i tørre perioder stopper angrepene. I kjølig vær utvikler tørråten seg sakte. En av de første som prøvde å bruke denne kunnskapen til å lage varsel om fare for spredning av tørråte, var nederlenderen E. van Everdingen. Han kom i 1926 med noen regler om kritiske døgn for oppformering og utvikling av tørråten. Om det var minst 4 timer nattedogg, minimumstemperatur på over 10 °C, skydekke og minst 0,1 mm nedbør neste dag, var det fare for tørråte de neste to til seks døgn. Disse reglene ble prøvd ut både i Nederland og Storbritannia.

I Norge var det forsøk med tørråtevarsling etter de nederlandske reglene under andre verdenskrig, men varslene var så upresise at de ikke ble tatt i bruk. Det var først på femtitallet at norsk forskning på potettørråte resulterte i regler som passet bedre i

norsk klima. Da Erling Førstund hadde videreutviklet de nederlandske reglene for å passe bedre til norsk klima, ble det mulig å si noe om faren for spredning av potettørråte. Dette ble samordnet med værvarsler og formidlet på radio av Meteorologisk institutt. Siden den gang har både værmeldingene og tørråtevarslene blitt mye mer presise. Bedre innsikt i tørråte-epidemiene og økt tetthet av værstasjoner i potetdistriktene, sammen med en enorm økning i datakapasiteten, har resultert i mer pålitelige tørråtevarsler. Men fortsatt hender det at værmeldingen ikke er helt riktig, og da blir det også feil i varsler som bygger på meteorologiske data.

NORPRE – varslingstjeneste for korn

Arbeid med å varsle angrep av kornsjukdommer i Norge startet i 1982. I samarbeid med meteorologer og plantehelseforskere etablerte Håkon A. Magnus et prosjekt for å utvikle og forbedre modeller for pålitelige prognoser og varsler om fare for angrep av plantesjukdommer og skadedyr.

NORPRE var et overvåkingssystem basert på registrering av sykdommer og skadedyr i bygg, havre og hvete gjennom vekstsesongen. Det ble gjort i samarbeid med fylkesagronomer, forsøksringledere og herredsaagronomer i Østfold, Vestfold og Nord-Trøndelag. Fra vekstsesongen 1991 ble systemet for varsling i korn utvidet til å omfatte alle fylkene til og med Nord-Trøndelag. Da var rundt 600 korndyrkere med og skaffet datagrunnlag for varslingstjenesten. De sendte inn planteprøver til Statens Plantevern. Rapporter fra NORPRE kunne hentes fra en elektronisk oppslagstavle.

Varsling i frukt

Automatisert varsling av epleskurv ble startet opp på slutten av 1980-tallet ved hjelp av lokale klimaloggere (skurvvarselapparat). Ut fra måling av temperatur og fuktighet ble det varslet både når en kunne forvente angrep og hvor sterkt det ville bli. Varsling av angrep av rognebærmøll i eple, som startet på 1970-tallet, bygger på årlige registreringer av mengde bær hos rogn, angrep i bærene, og parasittering og overvintring av larvene. Hvis det blir for lite bær på rogn, vil møllet kunne angripe eple.

Landbruksmeteorologisk Tjeneste

Modellene for tørråte i potet, i NORPRE og i frukt



LMT har et nettverk av over 80 værstasjoner i viktige jordbruksdistrikter i hele landet. Foto: Erling Fløistad.

trenge værdata, men det var langt mellom stasjonene til Meteorologisk institutt i landbruksdistriktene. Det ble derfor opprettet en egen Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) for å få gode data om klima i de viktigste jord- og hagebruksdistriktene.

Det ble bevilget midler slik at LMT i samarbeid med Meteorologisk institutt kunne sette opp de første 10 automatiske værstasjonene på lokale forskningsstasjoner i 1987. Stasjonene ble plassert ved flere av Statens forskningsstasjoner i landbruk (SFL), som i dag inngår som enheter i NIBIO.

Antallet stasjoner i nettverket har økt, og LMT formidler nå data fra 84 værstasjoner i løpet av vekstsesongen. Meteorologisk institutt er fortsatt en viktig samarbeidspartner, og data fra 52 stasjoner i helårsdrift presenteres på yr.no (været som var). Data fra LMT brukes ikke bare i varslingsmodeller, men bidrar også med data til forskning og utvikling både innen landbruket og i en rekke andre fagfelt.

Skadeterskler og prognoser

Uheldige sider ved bruk av kjemiske plantevernmidler førte til krav om at sprøyting skulle begrenses til bekjempelse bare når det var nødvendig, og den første handlingsplanen for redusert bruk av plantevernmidler kom i 1990. Med planen kom det midler til utvikling av forskningsprogrammet Skadeterskler, prognoser og varsling i korn, potet, grønnsaker, frukt og bær. Varsling om fare for spredning av tørråte i potet ble overtatt av Statens plantevern.

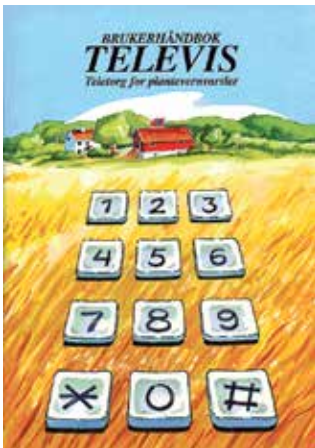
For denne nye strategien med sprøyting etter behov ble mer kunnskap om utviklingen av planteskad-

egjørere ekstra viktig. Kulturplantene tåler en viss mengde ugras i åkeren og noe angrep av sjukdommer eller skadedyr før det er lønnsomt med tiltak. Derfor ble det lagt mye arbeid i å bestemme skadeterskler som sier hvor mye kulturen tåler av ulike skadegjørere før avlingstapet blir større enn kostnadene ved bekjemping. Både veksten til kulturene og utviklingen av ugras, skadedyr og plantesjukdommer er påvirket av nedbør og temperatur. Basert på feltforsøk i ulike klimasoner ble det utviklet prognoser for utvikling av skadegjørerne de nærmeste dagene.

Landbruket i Norge arbeider i flere klimasoner enn i andre europeiske land. Derfor er det helt nødvendig å observere skadegjørere lokalt for å lage prognoser for hvordan skadegjørere kommer til å utvikle seg i åkeren. Plantehelsetilforskerne har i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving i mange år gjennomført en rekke lokale feltforsøk som har gitt grunnlagsdata for prognoser og varsler om planteskadegjørere.

www.vips-landbruk.no

I løpet av siste mannsalder har det vært en rivende utvikling i datakraft for overføring og bearbeiding av data, og det var et stort framskritt å ta i bruk internett i formidling av prognoser og varsler. Landbrukets forsøksringer og Planteforsk gikk sammen om å utvikle en ny felles varslingstjeneste, og «Varsling Innen PlanteSkadegjørere» (VIPS) ble lansert som en nettbasert tjeneste i 2001 (www.vips-landbruk.no). VIPS er en gratis varslingstjeneste om angrep og skader av sjukdommer, skadedyr og ugras i viktige jord- og hagebruksvekster i Norge. Målet er å skaffe lett tilgang til all informasjon, inkludert varsler om når, og om det er riktig å gjennomføre tiltak mot angrep, og dermed redusere risikoen ved bruk, og avhengigheten, av kjemiske plantevernmidler. En viktig forutsetning for VIPS er tilgangen til værdata fra jordbruksdistriktene. Varslene re-beregnes automatisk, enten hver time, noen ganger i døgnet eller en gang per døgn, avhengig av modell.



TELEVIS

I 1992 ble TELEVIS opprettet som en teletorgtjeneste for plantevern-råd via telefon. Innringer kunne taste seg fram til vekstgruppe og skadegjørere og få siste varsler for sitt distrikt. I tillegg hadde telefonsvareren råd om sprøyting mot ugras, samt informasjon om vær og værprognoser.

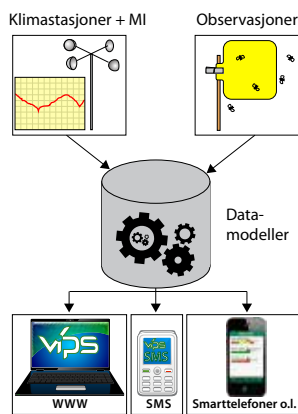
Planteforsk fikk ansvar for å utvikle og drifte nettsidene, utvikle og kvalitetskontrollere varslingsmodellene, samt å skaffe meteorologiske data. Lokale rådgivere fikk ansvar for å gjennomføre feltforsøk og registrere/overvåke skadegjørere i forbindelse med varslinga, samt rådgiving til den enkelte dyrker basert på varslene i VIPS. Midler over handlingsplanene har finansiert drift og videreutvikling av VIPS og etablering av nye værstasjoner i LMT-nettverket, slik at det har vært en god dekning i viktige dyrkingsområder. Meteorologisk institutt er fortsatt en viktig samarbeidspartner i LMT og leverandør av værprognoser til varslingsmodellene i VIPS.

Skadegjørere som det varsles om i VIPS, enten ved beregning for nært forestående angrep ut fra modell og værprognose, eller ved observasjoner i forhold til skadeterskler.

Korn og oljevekster	Potet og grønnsaker	Frukt og bær
Bladflekksjukdommer i hvete	Potettørråte	Epleskurv
Byggbrunflekk	Stor og liten kålflue	Eplevikler
Grå øyeflekk i bygg	Kålfly	Rognebærmøll
Blomstringsmodell i havre (tidspunkt for behandling mot Fusarium)	Gulrotflue	
Storknolla råtesopp i oljevekster	Salatbladskimmel	
Kornbladlus (skadeterskel)	Løkebladskimmel	
Havrebladminerflue (skadeterskel)	Selleribladflekk	
Havrebladlus (skadeterskel)	Håret engtege	
Rapsglansbille (skadeterskel)	Potetsikade (skadeterskel)	



VIPS forsiden og systemdiagram fra varslingsesongen i 2008.



Det arbeides kontinuerlig for å videreutvikle og tilpasse modeller og skadeterskler til nye sorter, nye raser av skadegjørere, nye dyrkingsmetoder og endringer i tilgjengelighet av plantevernmidler. Gradvis har tilbudet i VIPS blitt utvidet. Innhold i VIPS framgår av tabellen og på www.vips-landbruk.no

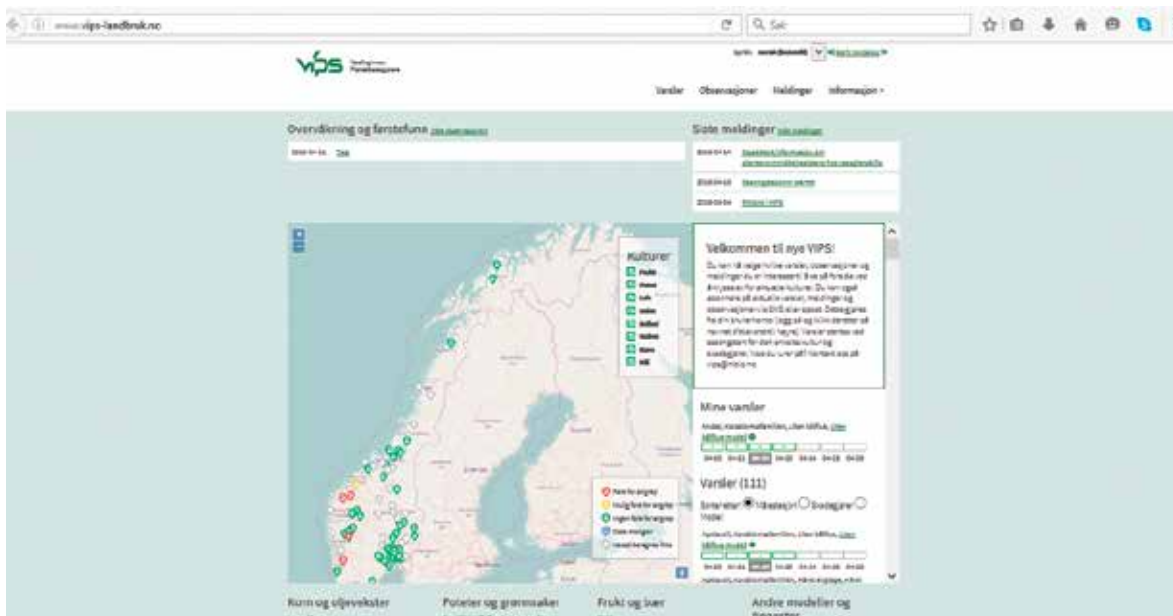
Som eksempel på nytte av VIPS kan nevnes at all bruk av kjemiske plantevernmidler mot epleskurv i dag skjer ved hjelp av varslingsssystem for infeksjonsfare, enten ved at fruktdyrkeren bruker nettsidene sjøl eller i samråd med en rådgiver.

Ugras-siden i VIPS er en norsk versjon av det danske Planteværn Online tilpasset norske forhold. Det er

et hjelpemiddel for å beregne behandlingsbehov (kjemisk middel og dose) mot ugras som finnes i den enkelte kornåker. Dette programmet viser et potensial for å redusere bruken av herbicider i norsk korn med 40 %.

Det siste tiåret har bruken av mobiltelefoner og smarttelefoner endret tilgangen til digital informasjon. I 2013 ble VIPS Mobil lansert. Det er en mobiltilpasset nettside hvor brukerne enkelt kan finne frem til aktuelle varsler og meldinger ved bruk av smarttelefon.

Drift og utvikling av VIPS er fortsatt basert på et nært samarbeid mellom NIBIO og Norsk Landbruksråd-



VIPS kom med helt nytt grensesnitt i 2016.

giving. Drift av systemene VIPS og LMT finansieres i dag av Kunnskapsutviklingsmidler fra LMD.

VIPS internasjonalt

De siste årene har VIPS som portal for varslings-tjenester også vært etterspurt internasjonalt, men systemet var laget for bruk i Norge, og lot seg vanskelig oversette og tilpasse. Det var derfor et stort løft å satse helt fra bunnen av med nytt og moderne brukergrensensitt og åpen kildekode som lett kan tilpasses ulike brukerbehov og enkelt oversettes til flere språk. I 2016 lanseres den nye utgaven av VIPS-landbruk for norske brukere. Etter denne store oppgraderingen av systemet kan VIPS lettere bidra i tilsvarende systemer i andre land og dra nytte av utvikling som skjer andre steder.

Oppsummering

Et optimalt plantevern krever god presisjon i rådgivningen. Like viktig som at dyrkerne får informasjon om når det er behov for tiltak, er det, for å unngå unødvendig miljøbelastning og kostnad, å få informasjon om når tiltak ikke er nødvendig. En godt utbygd varslings-/overvåkingstjeneste er dermed et viktig verktøy i integrert plantevern.



På www.vips-landbruk.no får bønder og veiledere oppdaterte varsler om fare for angrep av sykdommer og skadedyr for sitt eget område fra dag til dag, på alle kanaler, sms, web og mobil. Her demonstrert av Tor-Einar Skog, Berit Nordskog, Annette Folkedal Schjøll, Jan Netland og Halvard Hole. Foto: Erling Fløistad.

4. FORMIDLING AV KUNNSKAP

Kunnskapsformidling

Anette Sundbye og Kåre Venn

Kunnskap om vern av planter og trær er i kontinuerlig forandring og utvikling, samtidig som det er viktig å ivareta den historiske og grunnleggende kompetansen. Dette krever tilpassinger og regelmessige oppdateringer i forskningen og rådgivningstjenesten og hos alle som dyrker og omsetter planteprodukter i Norge. Digitale tjenester er viktige verktøy i forsknings- og formidlingsarbeidet, sammen med personlig rådgivning og skriftlig kommunikasjon.

NIBIO og Norsk Landbruksrådgivning (NLR) har sentrale roller i formidling og kommunikasjon med dyrkere og andre aktører som ønsker kvalitetssikret informasjon om plante- og skoghelse. Kravene til bevaring av miljøet og mennesker og dyrs helse øker. Dermed øker også behovet for kunnskap, som er en grunnleggende forutsetning for optimal plante- og matproduksjon og en bæredyktig skogproduksjon.

Formidlingskanaler

Strukturen i dagens forsknings- og kunnskapsformidling går langt tilbake i forrige århundre med helt andre forutsetninger for kommunikasjon, krav til forskningsmiljøer, vitenskapelig utstyr og økonomiske rammer.

Skriftlig formidling har store fordeler. Når en artikkel står på trykk, er det mye lettere å kontrollere fakta, og argumentere for eller imot på et saklig grunnlag, men det kan også misbrukes. Utveksling av informasjon på sosiale medier blir stadig mer populært hos privatpersoner og yrkesutøvere. Disse tjenestene videreutvikles, og det kommer nye teknologiske løsninger. I 1988–89 viste en spørreundersøkelse at bare én prosent av gårdbrukerne ønsket informasjon via EDB. Det er ikke utført ny spørreundersøkelse, men sannsynligvis har denne prosentandelen endret seg drastisk, ettersom det har vært en rivende teknologisk utvikling de siste 25 årene.

Forskning og rådgivningstjenesten

Forskningen har størst verdi dersom kunnskapen som genereres, blir formidlet og tatt i bruk i næringsutvikling og innovasjon. Formidling forutsetter samspill med relevante regionale aktører og optimal kommunikasjonsteknologi. Forskerne har muligheter for direkte kontakt med dyrkerne ved markdager, skogdager, feltbesøk og fagmøter. Informasjonen fra forskningsmiljøene er også tilgjengelig på internett.

Spesielle problemstillinger som berører få brukere, vil det sjelden finnes svar på i de vanlige formidlingskanalene, og de må vurderes i hvert enkelt tilfelle. For eksempel kan en rådgiver stå i direkte kontakt med en spesialist i NIBIO og diskutere problemstillinger basert på at begge kan se de samme digitale bildene av situasjonen. Disse bildene kan rådgiveren sende elektronisk på smarttelefon, epost eller laste opp til felles tilgjengelige nettsider eller dataprogrammer. Kombinert med forskernes erfaringer, kunnskap og eventuelle feltbesøk, vil dette kunne gi tilfredsstillende resultat både ut fra forskningens krav til kvalitet og som grunnlag for regional og personlig kunnskapsformidling til næringene.

Den faglige støtten til Mattilsynet, Miljødirektoratet og annen forvaltning forutsetter allmenn og god kjennskap til næring og virkemidler. Det er et generelt krav at et anvendt forskningsinstitutt som NIBIO, som skal fange opp aktuelle forskningsbehov, har god kunnskap om forholdene over hele landet og gode antenner mot viktige næringer og produksjonsområder.

Moderne kunnskapsarbeidere vil normalt bygge sin kompetanse ved bevisste valg der samspill med relevante regionale aktører og kommunikasjonsteknologi spiller en vesentlig rolle. Formidling av kunnskap direkte til yrkesutøver skjer i dag på andre måter enn for 25 år siden. Direkte kontakt foregår i

KULTUR

- Alle
- Bær
- Frukt
- Gras og engbelgvekster
- Agurk i veksthus
- Agurk på friland
- Asparges
- Beite og eng

SKADEGJØRER

- Alle
- Plantesjukdom
- Skadedyr
- Ugras
- Agurkbladfløk
- Agurkbladskimmel
- Agurkmjaldogg
- Algesopp

PREPARAT

- Alle
- Andre
- Beisemiddel skadedyr
- Beisemiddel sopp
- Acanto 250 SC
- Acanto Prima
- Acrobat WG
- Admiral 10 EC

Fritekstsøk Kun nytteorganismer Kun hobbypreparat

PLANTEVERNGUIDEN.NO

Om tjenesten

Plantevernguiden er en nettbasert tjeneste som gir deg en samlet oversikt over godkjente kjemiske og biologiske plantevernmidler. Tjenesten er utviklet i et samarbeid mellom [Mattilsynet](#) og [NIBIO](#) [Din egen plantebeholdning](#).

[Plantevernleksikonet](#) er en integrert del av tjenesten. Leksikonet omfatter informasjon rundt biologi og bekjempelse av skadegjørere. Hvis det finnes omtale om skadegjøreren i Plantevernleksikonet, kan du klikke på ikonet for omtale om den valgte skadegjøreren.

Det er utarbeidet et temahefte om ulike plantevernmidlers miljørisiko i vann. Det kan lastes ned [herfra](#).

NIBIO

Hvordan søke

Du har mulighet til å søke ut fra kultur, skadegjørere og preparat. Du kan kombinere valg mellom de ulike kategoriene gjennom å velge fra listene. I tillegg kan du gjøre fritekstsøk. De virksomme stoffene og tilhørende preparat er ikke prioritert etter virkning eller kostnad for formålet.

Skriv ut din egen plantevernguide

Du kan skrive ut din egen plantevernguide etter at du har gjort et søk ut fra dine behov. Du velger da "Utskriftsvennlig versjon", og det lages et dokument som du kan laste ned og/eller skrive ut.

Endringslogg

En del av tjenesten er en endringslogg som hele tiden viser endringer i status for de enkelte preparatene. Her kan du søke tilbake i tid, og det ligger tilhørende forklaringer for hver enkelt endring.

Sjekk alltid etiketten

Det understrekes at informasjonen kan være ufullstendig og at all bruk må i siste instans **skje på bakgrunn av det som står på etiketten for det aktuelle middelet**. Klikk på pdf-ikonet bak hvert enkelt middel for å vise etiketten. Etikettene finnes også på [Mattilsynets nettside](#).

Endringslogg **Om tjenesten** **Lenker**

dag i all hovedsak mellom dyrkere og rådgivere og produktleverandører i landbruket.

Brukeren

Landbruket er under et sterkt effektiviseringspress. Hvert år blir tusenvis av norske gårdsbruk nedlagt eller kjøpt opp av andre gårdsbruk. Antall jordbruksbedrifter var 100 000 i 1991 og bare 41 900 i 2015. Det er nesten 60 prosent reduksjon i løpet av 24 år, og nedgangen fortsetter.

Sammenslåinger gjør at arealet per jordbruksbedrift har økt, og de gjenværende bøndene får stadig større ansvar. Gjennomsnittlig jordbruksareal per gårdsbruk var 235 dekar i 2015. Det er 5 dekar mer enn året før, og 19 dekar mer enn i 2010. I tillegg er det vanligere å ha arbeid utenfor gårdsbruket, slik at en stor andel av jordbruksbedriftene er deltidsbruk. Likedan har en stadig større andel av skogbrukerne sin hovedinntekt utenom egen skog.

Det stilles også stadig høyere krav til effektivisering,

egenrevisjon, dokumentasjon og kvalitetsarbeid i virksomheter som produserer og omsetter planter og primærråvarer. Kvalitetssystemet i landbruket (KSL) ble godkjent av Mattilsynet som nasjonal bransjestandard i 2012. God plantehelse er et av kriteriene, det vil si at plantene skal være smittefrie og uten fremmedstoffer, og produsert på en miljøvennlig måte. I skogbruket er det innført miljøforskrifter, som setter rammer for skogsdriften, og det kan føre til økte kostnader.

Forskrift om plantevernmidler av 1. juni 2015 viderefører krav om plantevernjournal. Dette krever at brukere av yrkespreparater setter seg inn i og anvender de generelle prinsippene for integrert plantevern (se eget kapittel). Brukerne har derfor stort behov for kunnskap. De trenger å oppdatere seg på teorien og utveksle praktiske erfaringer.

Tilgjengelig plantevernkunnskap

Plantevernfanene er mangfoldige. Det er viktig å ha kunnskap om mange detaljer og fakta for å iverksette

NIBIO PLANTEVERNLEKSIKONET

Velg kultur
Alle kulturer
Agurk i plasttunnel
Agurk i veksthus
Agurk på friland
Åkkekåver
Bjørnebær i plasttunnel
Bjørnebær i veksthus
Bjørnebær på friland
Blomål

Frisek i listen over organismer
Vis: skadegjørere nytteorg.
Sankthansoldenborre
Sclerophoma-skade
Secovridae
Sekskjoldlus
Sekksporesopp
Selleribladflekk

Organismer
Baker

Sekksporesopp > Sporehusopp > Selleribladflekk (*Septoria apiicola*)

Sammendrag
Vertplanter
Overlevelse og spredning
Symptomer/skadevirkninger
Bekjemping

Utskriftsvennlig PDF
Leag til i mitt leksikon

Sammendrag
Soppen danner brune bladflekker, runde til kanta, 3-10 mm i diameter. Flekkene får en lysere sone i kanten og så vidt synlige sporehus. Knollselleri og stangselleri er mottakelige. Soppen overlever i fra og planterester, og i fuktige, kjølige perioder spres konidene med vannsprut. Smittefritt fra, vekstskifte og spraying ved begynnende angrep er aktuelle tiltak mot selleribladflekk.

Vertplanter
Knollselleri og stangselleri er mottakelige for selleribladflekk.

Overlevelse og spredning
Smitta fra er viktigste primærsmitta for sjukdommen. Det er vist at soppen kan overleve minst ett år i smitta fra. Sopphyler i frøskallet danner sporehus, og fra de tyter det ut konidier som spres med vannsprut til bladene. Soppen produserer store mengder av konidier i sporehus på blad og bladstikker. Det gir rask utvikling av sjukdommen i fuktige, kjølige perioder. Soppen kan også overleve fra en vekstsesong til neste i planterester i åkeren. Noe kjønna stadium er ikke kjent.

Symptomer/skadevirkninger
Soppen danner brune flekker, runde til kanta, 3-10 mm i diameter, i bladene. Flekkene får ofte en lys sone i kanten og inne i flekkene produserer soppen sporehus som er så vidt synlige med øyet. Sterke angrep reduserer avlingen av både knollselleri og stangselleri og adelegger kvaliteten på stangselleri. Sjukdommen er ikke så vanlig som tidligere på grunn av bedre frakvalitet.

Bekjemping
Smittefritt fra kombinert med vekstskifte reduserer risikoen for angrep av selleribladflekk. Sprøyting ved begynnende angrep kan være nødvendig. Varmebehandling av fra ved 50 °C i 25 min dreper soppsmitten uten å adelegge ernæringsen til frøet.

Artikkelforfatter(e)
Leif Sundheim

Lenker
• Bioforsk
• Plantervernguiden
• YES

Om tjenesten Mitt leksikon (0) Bestemmelsesnøkler Sek

Plantevernleksikonet © 2016 NIBIO | Redaktør: Anette Sundbye. Bildeordfører: Erling Fløestad. Programmering: Tor-Einar Skog | Qi tilbakemelding

Trond Hofsvang tok initiativ til opprettelsen av Plantevernleksikonet på nett, nå: leksikon.nibio.no. Han var redaktør de første årene.

riktige tiltak. Det er viktig å kjenne skadegjørernes biologi og hvordan de bekjempes, egenskaper ved plantevernmidler og skadegjørernes naturlige fiender (nytteorganismer).

Fremmede arter og karanteneskadegjørere opptrer, skadegjørere blir resistente mot plantevernmidler, aktuelle bekjempelsestiltak og metoder endres, plantevernmidler trekkes fra markedet og nye plantevernmidler blir godkjent. Kunnskapen om plante-helse må derfor være under kontinuerlig utvikling og oppdatering, og lett tilgjengelig for de som har behov for informasjon.

Informasjon om plantevernmidler

Statens plantepatologiske institutt (nå NIBIO – Divisjon for bioteknologi og plante-helse) publiserte i 1948 en samlet oversikt over tilgjengelige kjemiske midler mot ugras, skadedyr og plantesykdommer. Slike lister over plantevernmidler ble utgitt som

flygeskrifter (eller småskrifter) fram til 1980. Deretter ble all informasjon samlet i håndboka «Kjemisk plantevern». Fram til 2001 ble håndboka «Plantevern – Kjemiske og biologisk midler» utgitt.

Problemet var at nye plantevernmidler ble godkjent, plantevernmidler ble trukket fra markedet, bruksområder revidert, og så videre. Dette skjedde flere ganger i året, slik at bøkene ble delvis uaktuelle kort tid etter trykking. I 2006 ble Plantervern-guiden <http://www.plantervernguiden.no> lansert, hvor informasjon om godkjente kjemiske og biologiske plantevernmidler mot skadegjørere i aktuelle kulturer i Norge ble lagt ut på internett, sammen med etikettene for hvert enkelt middel. I Plantervern-guiden er det lagt ut lenker for hver skadegjører til Plantevernleksikonet, slik at brukeren har tilgang til nødvendig informasjon om identifisering og biologi bare et par tastetrykk unna.

Informasjon om planteskadegjørere

I 1997 oppsummerte det daværende Planteforsk Plantevernet kunnskapen om integrert plantevern i bokform (Plantevern-Integrert bekjemping 1997-1998). Dette ble fulgt opp i 2003-2005, da forskere ved Plantevernet utga en serie med åtte bøker om plantevern i forskjellige kulturer. De var også en del av pensum til autorisasjonskurset i handtering og bruk av plantevernmidler.

Bøkene omhandler integrert bekjempelse i følgende kulturer: grønnsaker på friland (gulrot, kålvekster, løk og purre), grønnsaker i veksthus (tomat og agurk), potet, korn, frukt og bær (eple, pære og jordbær), fôrvekster, grøntanlegg og prydplanter i veksthus. Den omfattende biologiske kunnskapen om disse skadegjørerne er i dag samlet i Plantevernleksikonet <http://leksikon.nibio.no>, som ble lansert i 2009.

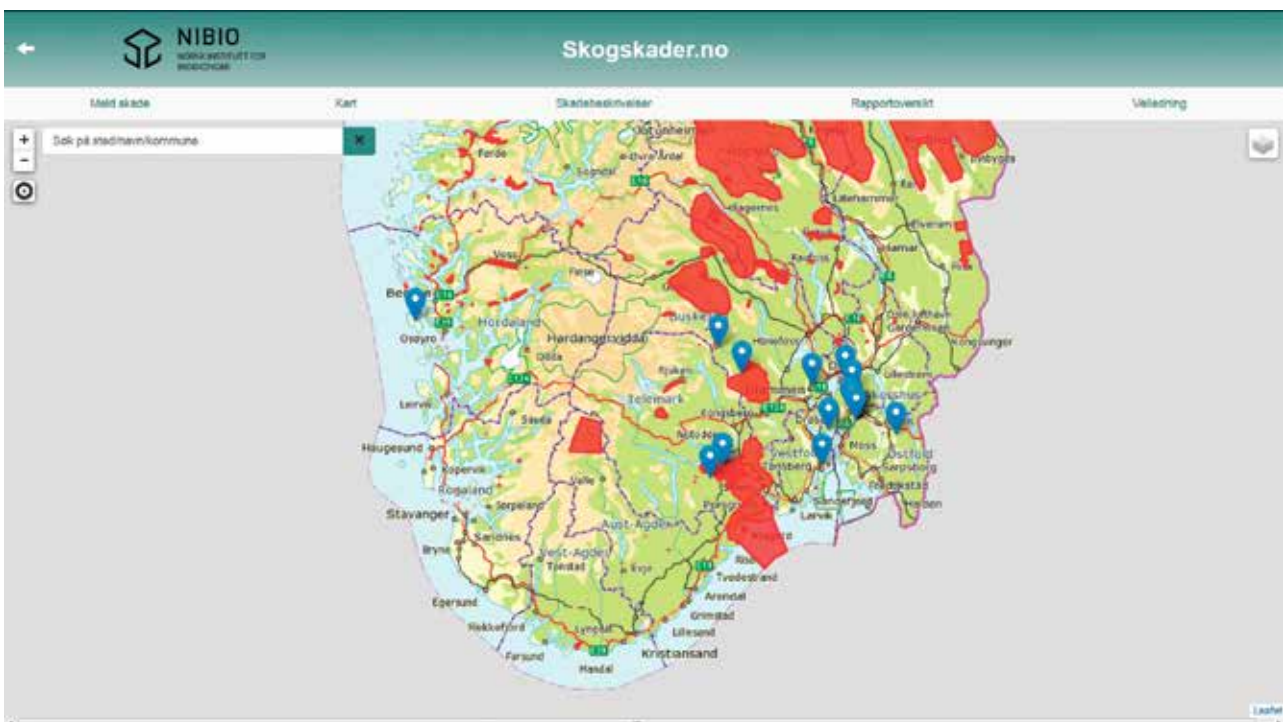
I tillegg finnes bokserien «Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk» i Plantevernleksikonet. Dette omfatter Bind 1 - Bakgrunn, biologi og tiltak, Bind 2 - Grønnsaker og potet, Bind 3 - Korn, oljevekster og kjernebelgvekster, og Bind 4 - Frukt og bær.

Plantevernleksikonet gir informasjon om biologi og bekjempelse av skadegjørere. Det gir også informasjon om biologien til nytteorganismer som har betydning i biologisk kontroll av planteskadegjørere.

Ved å kombinere bruken av Plantevernguiden og Plantevernleksikonet, sammen med varslingstjenesten Varsling Innen PlanteSkadegjørere (VIPS), finner man god bakgrunnsinformasjon for å oppnå sikker og effektiv bekjempelse med lavest mulig forbruk av plantevernmidler.

Målsettingen er å samle og gjøre tilgjengelig de opplysninger og kunnskaper som finnes om planteskadegjørere, nytteorganismer og godkjente plantevernmidler i Norge, slik at de kan anvendes av alle. Nettbaserte tjenester gir dessuten mulighet for tilgang til den nyeste informasjonen, ettersom sidene kontinuerlig oppdateres og videreutvikles.

Tjenestene er gratis og uten forpliktelse for brukerne. De blir først og fremst brukt av hageeiere, studenter, rådgivere og planteprodusenter. Omtale og annonsering i media er viktig for å gjøre verktøyene bedre kjent for nye potensielle brukere. Verktøyene gjøres også kjent for potensielle brukere når NIBIO presenterer sin virksomhet i undervisning, ved kurs, konferanser og markdager. Artikler om karanteneskadegjørere blir også publisert og revidert i Plantevernleksikonet i tråd med den nye Plantehelseforskriften per mars 2016, og sammen med Mattilsynets veiledere for internkontroll for virksomheter som omfattes av kravene i forskriften.



Identifiseringstjeneste for skogskader

Innrapportering av skader på skog er en gammel tradisjon fra sist på 1800-tallet. Skogfunksjonærer og andre interesserte rapporterte funn til statsentomologen, og skogdirektøren offentliggjorde samle-rapporter. Identifisering av innsendte prøver og svar på henvendelser var en aktivitet som ble videreført av statsmykologen, og seinere av våre skogpatologer og skogentomologer. Virksomheten har fortsatt uavbrutt, men bekjentgjøring av resultatene har variert noe gjennom tidene. Viktige forekomster av skader og skadegjørere i skog er regelmessig blitt offentliggjort gjennom skriftlige rapporter.

Frykten for omfattende skogskader på grunn av sur nedbør førte til opprettelse av et såkalt «brannkorps» for skogskader, i regi av Skogovervåkingsprogrammet. Denne tjenesten startet i 1989 og drev i flere år et meget aktivt identifiserings- og informasjonsarbeid. Allmennheten var sterkt opptatt av skogens helsetilstand, og et stort antall meldinger strømmet inn. Det ble etter hvert tidkrevende å håndtere og ta vare på alle opplysningene. Utover på 1990-tallet begynte derfor utviklingen av skaderegistreringssystemer som kunne tilpasses internett. Målet var å gjøre det enklere å melde fra om skogskader, og i ettertid gjøre informasjon om skadeopptreden lettere tilgjengelig for allmennheten.

Den tidsmessige løsningen ble en internettbasert tjeneste, kalt «Skogskader på internett», som ble etablert på 1990-tallet. Dette systemet muliggjorde en fyldigere og mer representativ skaderegistrering, som var interaktiv og samtidig kunne tilby kunnskap om de enkelte skadene og deres årsaker. Bruk av mobiltelefon med kartfesting av funnsted og innsending av digitale bilder har seinere blitt en viktig del av systemet. Kontroll av innsendte prøver og innrapporterte tilfeller, og eventuell besvarelse, utføres av en faglig spesialist ved NIBIO.

I sin nåværende form har skogskaderegistreringen vært operativ siden 1998. Alle tidligere skogpatologiske tilfeller som er rapportert siden 1975 er dessuten lagt inn i databasen. Den inneholder også en del skogentomologiske tilfeller rapportert før 1998. Systemet gir enhver anledning til å skaffe seg kunnskap om skader og sykdommer som har forekommet i et aktuelt tidsrom, ved å gå inn på nettsiden: www.skogskader.no. Der finnes dessuten beskrivelser i tekst og bilder av alle vanlige skadegjørere

blant både sopper og skadedyr, eller andre skadelige forhold for skogtrær, og det skadebilde de forårsaker. Databasen gir oversikt over ulike skogskaders frekvens og utbredelse i landet, for enkelte år eller valgte tidsperioder.

Framtidas kunnskapsarena

Det er ingen tvil om at elektronisk kunnskapsformidling vil bli et enda viktigere verktøy i framtiden. Vi lever i en digital verden med store teknologiske framskritt, hvor behovet for lett tilgjengelig og oversiktlig kunnskap øker.

Kunnskapsformidling via hjemmesider er ofte statisk og utdatert, men med koblinger til sosiale medier kan nettsider sette aktuelle temaer på agendaen. Fagnettsider bør moderniseres, forenkles og tilpasses ulike mobile plattformer, med automatisk skalering til ulike størrelser for pc, nettbrett og smarttelefoner. Det vil gjøre verktøyene mer fleksible og brukervennlige. Dette blir stadig mer aktuelt, ettersom «alle» er mer eller mindre kontinuerlig pålogget internett, uansett om de er på kontoret eller på jorden.

Den personlige og direkte rådgivningen kan likevel ikke erstattes fullt ut av elektroniske hjelpemidler. Verdien av faglige diskusjoner og sosialt samspill kan ikke undervurderes. I biologiske systemer med store variasjoner og spesifikke utfordringer er det ofte behov for grundig inspeksjon og god dialog før valgene tas.

Undervisning

Leif Sundheim og Kåre Venn

Plantehelse var gjennom alle år en viktig del av undervisningen i plantefag og skogfag ved tidligere Norges landbrukshøgskole (NLH). Lærere i botanikk, mikrobiologi og zoologi underviste i grunnleggende deler av plantehelsefagene. Statsentomologene W. M. Schøyen og T. H. Schøyen ved Zoologisk museum foreleste i landbruksentomologi, mens professor A. E. Traaen ved NLH hadde undervisningen om plantesjukdommer. Professor E. Korsmo ved NLH underviste i herbologi (ugraslære).

Plantehelse

Etter flyttingen til Ås i 1958 tok flere av medarbeiderne ved Statens plantevern på seg undervisning i sine spesialiteter for jord- og hagebruksstudentene. Da NLH ansatte høgskolelektorer i herbologi, landbruksentomologi og plantepatologi, var det naturlig at de fikk sin arbeidsplass i fagmiljøet ved Statens plantevern. Høgskolen (nå Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU) og Statens plantevern avtalte i 1964 at lærerne i plantevern fag skulle ha sin undervisning og forskning i lokalene til Statens plantevern.

NLH opprettet professorater i herbologi, landbruksentomologi og plantepatologi, og noen plantehelseforskere fikk professor II-stillinger i sine respektive fag. Renoveringen av Fellesbygget omfattet også opprustning av undervisningslaboratorier og auditorium. De universitetsansatte lærerne fikk nyrenoverte laboratorier for sin forskning ved NIBIO. En forsker i NIBIO underviste i herbologi ved Høgskolen i Hedmark gjennom mange år.

De fleste studentene som velger plantehelsefag ved universitet, blir rådgivere i plantedyrking i jord- og hagebruk. Gjennom undervisningen blir de godt kjent med plantehelseforskere i NIBIO. Det kan de ha god nytte av når de står overfor plantehelseproblemer på sine framtidige arbeidsplasser.

Forskere i NIBIO blir mye brukt som foredragsholdere på kurs og markdager for yrkesdyrkere.

Ganske mange plantefagstudenter ved NMBU velger MSc-oppgaver i plantehelse. En slik fordypning gjør dem ettertrakta på arbeidsmarkedet. Noen tar forskerutdanning for graden PhD ved universitetet. Slik spesialisering gir godt grunnlag for rekrutteringen av nye medarbeidere i NIBIO.

Siden 1989 har lærerne i plantehelsefag vært med på å arrangere årlige nordiske forskerkurser med et fireårig omløp ved de nordiske landbruksuniversitetene. På disse kursene har universitetslærere fra Europa og Nord-Amerika vært gjesteforelesere. De internasjonale spesialistene har bidratt til det høye faglige nivået på de nordiske forskerkursene. Et ekstra utbytte fra kursene er at unge forskere blir kjent med framtidige, nordiske kollegaer tidlig i sin vitenskapelige karriere.

Skoghelse

Finn Roll-Hansen og Alf Bakke ble ansatt som forsøksledere ved Det norske skogforsøksvesen i 1958. De ble pålagt ansvaret for undervisningen i sine fag ved NLH. Professorater ble etter hvert opprettet for begge fag. Dette var en praktisk ordning, da begge de respektive institusjonene lå under Landbruksdepartementet. Ordningen står ved lag også ved det nåværende NMBU. Det har vært vanlig at også andre vitenskapelige ansatte har deltatt i undervisningen.

Ved NMBU gis undervisning i skogentomologi og skogpatologi, i form av elementære og videregående kurs. En eller flere ekskursjoner i skogen har vært fast del av undervisningsopplegget, slik at studentene ved selvsyn kan bli kjent med de vanligste skadedyr og skogsykdommer som forekommer i nærområdet. Det ble tidligere dessuten gitt spesialkurs med laboratorieøvelser.



Anne-Marte Tronsmo, Leif Sundheim og Tor Munthe, foran til høyre, med et dr. scient-kurs i plantepatologi i Fellebygget i 1989. Foto: Rolf Langnes.

Kompendier ble tidlig utarbeidet. Disse undervisningsmidlene er gjennom årene forbedret og til dels utgitt som lærebøker. De entomologiske og skogpatologiske samlingene har vært i flittig bruk til undervisning og annen veiledning. Siden 1998 er metodedelen i fagene utvidet, slik at den omfatter de nye genetiske analysemetodene som DNA-teknikken har bidratt med.

Veiledning av studenter som utarbeider sin hovedoppgave (Msc eller PhD) er en viktig del av undervisningen. Verdifulle resultater er kommet frem gjennom slike oppgaver, og i en del tilfeller er slike publisert.

Det er regelmessig gitt undervisning også ved andre læresteder. Forelesninger og feltekskursjon ble tidligere gitt stort sett en dag hvert år ved Statens skogskole Brandbu og ved NLHs forkurs på Kongsberg. Sist på 1980-tallet ble det fremmet ønske om bistand til undervisningen i skoghelse ved Sokoine University of Agriculture (SUA), i Morogoro, Tanzania. Våre professorer foreleste der i det følgende tiåret. Undervisningsmaterieell ble etter hvert utarbeidet, og ved hjelp av medbrakt utstyr ble laboratorieøvelser og forelesninger gjennomført. Samarbeid om forskningsoppgaver pågår fortsatt.

På nordisk basis har vi bidratt til forskerutdanning ved å arrangere doktorgradskurser. Dette har skjedd i samarbeid med plantepatologer og skogentomologer i Norden. De fleste av våre doktorander har deltatt i ett eller flere slike kurs, som har vært avviklet etter tur i de nordiske landene. Vi har arrangert flere slike ved Skogbrukets konferansesenter Honne på Biri.



Fylkesskogmestrene på kurs i skogskader. Foto: Dan Aamlid.

5. INTEGRERT/ØKOLOGISK

Integrert plantevern

Trond Hofsvang, Nina Trandum & Anette Sundbye

Integrert plantevern er å kombinere flere metoder, slik at kjemisk bekjempelse bare brukes når det er helt nødvendig. Forebyggende tiltak som vekstskifte er en viktig del. Denne tankegangen krever planlegging lenge før vekstsesongen starter, jevnlig inspeksjon av plantene i vekstsesongen og god kunnskap om de ulike skadegjørerne.

Integrert plantevern (IPV) er dermed en slags gylden middelvei mellom en konvensjonell planteproduksjon og økologisk landbruk. Denne middelveien har ofte druknet litt i den løpende diskusjonen for og imot bruk av kjemiske plantevernmidler til tross for at den har mer enn 50 års historie i Norge. Nå har imidlertid IPV fått kraftig vind i seilene takket være en EU-forordning om plantevernmidler som via EØS-avtalen har blitt gjeldende lov også i Norge. Fra å være en frivillig tilnærming er IPV blitt obligatorisk for alle yrkesbrukere av kjemiske plantevernmidler.

IPV i lovens navn

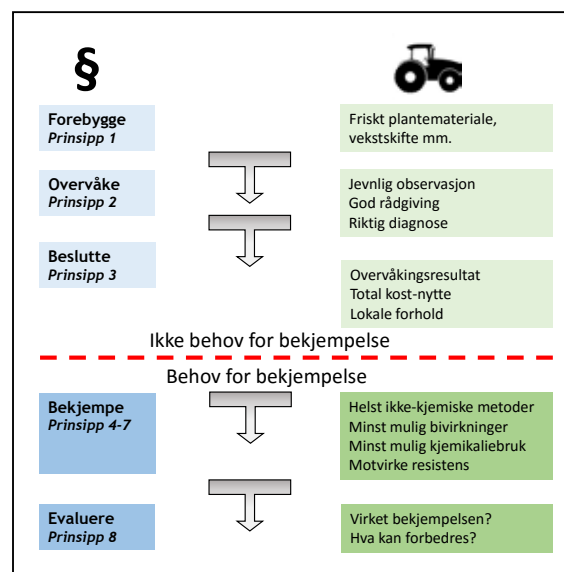
Første juni 2015 trådte en ny forskrift om plantevernmidler i kraft i Norge. Forskriften er en del av

gjennomføringen av EUs nye regelverk på plantevernmiddelområdet, et område som tidligere var unntatt fra EØS-avtalen. I regelverket stilles et krav om praktisering av IPV for brukere av plantevernmidler. IPV defineres i forskriften som «overveielse og bruk av alle tilgjengelige teknikker og metoder som lar seg forene for å forhindre skadegjørere fra å utvikle seg, og som holder bruken av plantevernmidler og andre former for inngrep på et økonomisk og økologisk forsvarlig nivå, samtidig som risikoen for menneskers helse og for miljøet reduseres eller minimaliseres».

Forskriften har en egen IPV-paragraf: «Brukere av yrkespreparater skal sette seg inn i og anvende de generelle prinsippene for integrert plantevern som følger av vedlegg 2. Når det benyttes yrkespreparater skal det føres journal hvor det fremgår hvilke vurderinger som er gjort, eventuelle prinsipper som er anvendt, og en begrunnelse for valgene som er tatt.» I vedlegget listes det opp åtte generelle IPV-prinsipper.



Et puslespill er en god illustrasjon på integrert plantevern. Hver bit i puslespillet utgjør en metode for bekjempelse av en planteskadegjører.



De åtte IPV-prinsippene gjenspeiler en logisk rekkefølge i plantevernarbeidet. Bearbeidet fra Barzman *et al.* 2015

Historisk tilbakeblikk

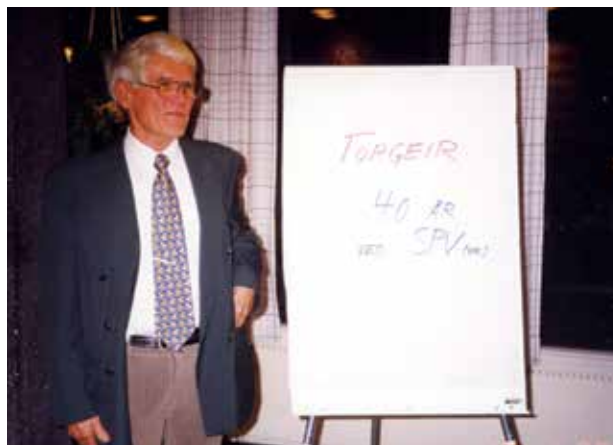
IPV kom på 1950-tallet som en reaksjon mot overdreven bruk av og store miljøproblemer med kjemiske plantevernmidler i landbruket etter 1945. Direktøren for Statens plantevern, Jac. Fjelddalen, var den som først omtalte integrert plantevern i Norge. I 1960 skrev han at «økologisk forskning ville bli tillagt større vekt», og at det vil bli en «kombinasjon av biologisk og kjemisk bekjempelse». Først i 1965 brukes begrepet integrert bekjempelse, som ifølge Fjelddalen «vil være den beste løsningen på lengre sikt».



Jac. Fjelddalen, Direktør i Statens plantevern.

Det var særlig i veksthuskulturer og frukt dyrking det ble jobbet med den nye tilnærmingen. I 1968 publiserte forsker Christian Stenseth de første resultatene fra forsøk med biologisk bekjempelse med middrov-midd i norske veksthus, og i 1971 kom metoden i praktisk bruk. Biologisk bekjempelse er å bruke levende organismer, inkludert virus, til å bekjempe planteskadegjørere det vil si skadedyr, plantesykdommer og ugras. Denne metoden var avgjørende for IPV i begynnelsen: «Integrert» var i praksis å kombinere kjemisk og biologisk bekjempelse ved å ta hensyn til nytteorganismer som snylteveps og rovmidd når dosering og type sprøytemiddel velges. I 1985 benyttet 79 prosent av agurkdyrkerne i norske veksthus biologisk bekjempelse, og i 2012 var denne andelen økt til 92 prosent (kilde: Statistisk sentralbyrå). I dag er biologisk bekjempelse fortsatt en svært viktig del av integrert plantevern i norske veksthus, både i produksjon av grønnsaker, bær og prydplanter.

I 1971 skrev forsker Torgeir Edland om praktiske tiltak i integrert bekjempelse av skadedyr i norske frukthager. Forskingen fortsatte med stor styrke gjennom 1970- og 1980-tallet, og i 1991 ble de prak-



Torgeir Edland arbeidet med integrert bekjempelse av skadedyr i frukt.

tiske tiltakene oppsummert i et hefte om kontrollrutiner ved integrert dyrking («Retningslinjer for integrert produksjon av kjernefrukt»). Uenighet i det norske fruktdyrkermiljøet førte til at retningslinjene ikke ble praktisert, men dette stoppet ikke arbeidet med å redusere forbruket av plantevernmidler i norske frukthager. I 1997 oppsummerte Edland situasjonen i en internasjonal lærebok: «I dag har mer enn 50 % av våre kommersielle frukt- dyrkere deltatt i kurs i integrert plantevern med en varighet av opptil 5 dager. Generelt har bruken av skadedyrmidler i norske frukthager blitt redusert fra 6-8 årlige sprøytinger på 1950- og tidlig 1960-tallet til gjennomsnittlig to årlige sprøytinger i dag. Dette tilsvarer en reduksjon på 70-75 % over de siste 25 årene».

Handlingsplaner om bruk av plantevernmidler

Fra 1990 har egne handlingsplaner om plantevernmidler i stor grad gitt rammene for IPV i Norge. Den første, «Handlingsplanen for redusert bruk av plantevernmidler (1990-1994)», kom som følge av et vedtak i Stortinget i 1989: «Stortinget ber Regjeringen legge fram en 5-årig handlingsplan med sikte på å bringe bruken av sprøytemidler i landbruket ned så langt det er forsvarlig». IPV nevnes ikke konkret i planen, men ett av enkelttiltakene var økt forskning innen skadeterskler, prognoser og varsling. Statens plantevern intensiverte arbeidet innen dette feltet. Et større prosjekt om prognoser og varsling av planteskadegjørere var allerede igangsatt (NORPRE), og fra 2001 er mye av denne informasjonen samlet på nett-plattformen VIPS (Varsling Innen PlanteSkadegjørere: <http://www.vips-landbruk.no>).



Marihøna som spiser bladlus var lenge brukt som ikon for undervisningsmaterieell om integrert plantevern. Foto: Erling Fløistad.

Den neste handlingsplanen kom i 1998, og med en tittel der redusert bruk var erstattet med redusert risiko: «Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (1998–2002)». IPV nevnes som et av tiltakene: «Planteforsk bør utarbeide veiledende retningslinjer for integrert plantevern som definerer hvilke krav som bør legges til grunn i de ulike kulturene». I tillegg ble det lagt vekt på tilbud om kurs og etterutdanning i integrert plantevern. Forslag til IPV-retningslinjer ble deretter publisert i en serie bøker om integrert plantevern i grønnsaker på friland, grønnsaker i veksthus, potet, korn, frukt og bær, fôrvekster, grøntanlegg og prydplanter i veksthus. Disse bøkene ble brukt som pensum i plantevernundervisningen for studenter ved NMBU og i autorisasjonskurset.

Handlingsplan nr. 3 (2004–2008) hadde blant annet som mål «å bedre kunnskap hos brukeren om biologi og forebyggende rådgjerder, plantevernmidler og alternative bekjempingsmetoder, sprøyteteknikk m.v., integrert produksjon og økologisk landbruk».

En av målsetningene i fjerde handlingsplan (2010–2014) var «å gjøre norsk landbruk mindre avhengig av kjemiske plantevernmidler». Økt bruk av IPV og satsing på økologisk produksjon i tråd med regjeringens målsetninger var viktige fokusområder. Etter endt planperiode skulle «minst 70 % av brukerne av plantevernmidler i jordbruket ha gode kunnskaper om integrert plantevern, mens minst 50 % skulle benytte integrert plantevern». Det mangler en evaluering av hvorvidt den sistnevnte målsetningen

ble oppnådd, men i ettertid er det altså vedtatt et regelverk som krever 100 % IPV fra 1. juni 2015.

Den femte handlingsplanen kom i april 2016, og har fått tittelen «Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016–2020)». Et av de fem delmålene i planen er at yrkesbrukere skal benytte integrert plantevern. Et annet delmål er at bruken av hobbypreparater skal reduseres, et tema som er nevnt i EU-dokumentene. Denne handlingsplanen sendes til Europakommisjonen som en del av Norges oppfølging av EU-regelverket.

Godkjenningsordning for nytteorganismer

Stadig bortfall av viktige kjemiske plantevernmidler og økende problemer med resistens hos skadegjørerne er sterke drivkrefter for økologisk intensivering av planteverntiltak – uavhengig av IPV-prinsippene. Det er derfor avgjørende å finne alternative og mer miljøvennlige metoder og midler som kan brukes både i og utenfor landbruket. Biologisk bekjempelse er en slik metode, men nytteorganismer kan



Aphidius colemani, en bladlussnylteveps. Foto: Erling Fløistad.

også føre til miljøskader dersom de angriper eller fortrenger arter som finnes naturlig i Norge. I 2001 ble det vedtatt en norsk godkjenningsordning for makroorganismer (insekter, midd og nematoder) som kan brukes til biologisk bekjempelse. Det ble gjort endringer i daværende forskrift om plantevernmidler for å få med bruk av levende organismer som et tiltak mot planteskadegjørere. Gjennom ordningen blir både agronomisk virkning og eventuell helse- og miljørisiko vurdert før makroorganismer kan importeres, markedsføres og brukes i norsk plantedyrking. Risikovurderingen gjøres av Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM), mens NIBIO gjør agronomisk vurdering på oppdrag fra Mattilsynet, som tar endelig avgjørelse om godkjenning. I enkelte tilfeller er NIBIO også involvert i miljørisikovurdering på oppdrag for VKM.

Fra 2012 har NIBIO hatt et prosjekt som heter «Fremme bruken av nytteorganismer i biologisk bekjempelse av planteskadegjørere». Hovedmålet er å få flere preparater med nytteorganismer godkjent på det norske markedet. I 2016 er det godkjent 22 arter av makroorganismer, men bare tre arter av mikroorganismer (nyttesopp og bakterier). Godkjenning av mikroorganismene skjer gjennom det nye EU-regelverket, mens makroorganismer fremdeles har en nasjonal godkjenningsordning. Oversikt over godkjente nytteorganismer finnes på Mattilsynets nettsider om plantevernmidler og i Plantevernguiden.

Autorisasjonsordningen

Autorisasjonsordningen for håndtering og bruk av plantevernmidler kom i gang med bakgrunn i handlingsplanen 1990–1994. Der var det et ønske om at alle brukere av plantevernmidler skulle delta i et organisert kursopplegg med avsluttende eksamen (autorisasjonsbevis). En bred oversikt over IPV har alltid vært det innledende kapitlet i grunnboka for autorisasjonskurset. Autorisasjonsordningen er også et krav i EU-regelverket, og i dagens forskrift om plantevernmidler heter det: «Det kreves norsk autorisasjonsbevis for plantevernmidler for å kunne kjøpe og bruke yrkespreparater og for å gi yrkesmessig veiledning om kjemisk plantevern».

Integrert plantevern – hva nå?

Norske myndigheter har ved å innføre EU-regelverket forpliktet seg til å fortsette arbeidet med å



«Smartcrop»-prosjektet vil utvikle og optimalisere lukt-baserte metoder som skal øke antallet av naturlige fiender til bladlus, blant annet gulløyer. Bildet er av en gulløyelarve som spiser bladlus. Foto: Erling Fløistad.

legge til rette for IPV, blant annet ved å prioritere kjemikaliefrie metoder der det er mulig, og ved å sikre tilgang til nødvendig informasjon, verktøy for overvåking og varsling – og ikke minst til rådgivings-tjenester. Forskning er også viktig; et eksempel på et stort norsk IPV-prosjekt er SMARTCROP (www.smartcrop.no). Det kan også utarbeides retningslinjer for enkeltkulturer. I Norge har disse fått navnet IPV-veiledere. De oppsummerer aktuelle tiltak for alle viktige skadegjørere i utvalgte kulturer. De første fem IPV-veilederne kom i april 2016 og ble laget av forskere og rådgivere i samarbeid. De ligger på www.nibio.no/ipv.

IPV er en kompleks tilnærming til plantevern, der beste praksis avhenger av mange forhold og dessuten vil endre seg over tid. Et eksempel er IPV-satsingen i frukt på 1980-tallet, som i stor grad var basert på reduserte doser av en bestemt type skadedyrmidler (fosformidler). Da disse midlene så forsvant på 2000-tallet av miljøhensyn, ble paradoksalt nok IPV i frukt vanskeligere å gjennomføre.

Kompleksiteten gjør det utfordrende å avgjøre hva «minstemålet» for IPV skal være i hvert tilfelle. Det er den enkelte dyrker som utfører IPV i praksis, og som er pålagt å føre en plantevernjournal som begrunner hver bruk av kjemiske plantevernmidler. Tre instanser fører tilsyn med at IPV-paragrafen og andre regler om bruk av plantevernmidler er fulgt: Mattilsynet, Kvalitetssystemet i landbruket (KSL) og kommunene (dersom det er gitt tilskudd). Deres vurderinger av hva som er god nok IPV, vil derfor påvirke IPV-utviklingen framover. Tilgangen på kostnadseffektive alternativer til kjemiske plantevernmidler vil også være avgjørende for utviklingen.

Plantehelse i økologisk landbruk

Lars Olav Brandsæter og Kjell Mangerud

Flere vil ha mer økologisk mat i butikkhyllene. Mer økologisk dyrking er et politisk mål. Dessuten er flere opptatt av sideeffekter av plantevernmidler.

Dette har økt behovet for gode og effektive plantevernmetoder uten bruk av kjemiske plantevernmidler. Nye forskrifter om bruk av plantevernmidler i EU og dermed i Norge, fokuserer på integrert plantevern. Det betyr at det må utvikles metoder som kan brukes i stedet for kjemiske midler. Som en følge av dette ser vi i dag at bevilgende myndigheter ofte etterspør forskningsprosjekt som dekker behovene både i økologisk og integrert dyrking. I dette kapitlet er det først en generell innledning om plantehelse i økologisk landbruk, deretter gjennomgang av hvordan plantehelseproblemer kan håndteres i praksis. Ugraskontroll i økologisk korn er her valgt som eksempel.

Generelt

Hovedprinsippet i økologisk plantevern er å forebygge skade, og for mange skadegjørere kan dette være tilstrekkelig. Men for ganske mange skadegjørere er det vanskelig å holde skaden på et akseptabelt nivå uten effektive, direkte tiltak.

Uansett driftsform vil kunnskap om skadegjørernes biologi og økologi være svært viktig. I økologisk dyrking er dette ekstra sentralt. Kunnskap kan forebygge og hindre at det oppstår store plantehelseproblemer, og den kan brukes for å gjennomføre direkte mottiltak i kulturene når behovet melder seg.

Det å kjenne «fiendens» sterke og svake sider er svært viktig for å løse et aktuelt plantehelseproblem. Vi tror at slik kunnskap rett og slett også gjør det morsommere å være plantedyrker. Mange skadegjørere har en ganske finurlig biologi og sameksistens med sine omgivelser, for å sikre egen vekst og «videreføre slekta» gjennom produksjon av avkom.

Vi har mange eksempler på prosjekter hvor biologien til en skadegjører har fått sitt eget forskningsprosjekt. Effektive bekjempingsstrategier har blitt utviklet som en direkte følge av denne nye biologiske kunnskapen. I dag har vi ikke gode ikke-kjemiske tiltak for alle skadegjørere, men med en fortsatt satsing på forskning tror vi at lista over hvilke skadegjørere vi har effektive ikke-kjemiske tiltak mot, blir stadig mer komplett.

Et annet viktig element i økologisk landbruk er at plantehelsetiltak og -strategier harmoniserer med de generelle målsetningene for økologisk landbruk. Dette gjelder ikke minst at dyrkerne må ta hensyn til miljøkonsekvensene. Et eksempel på et vanlig dilemma som kan oppstå, er at behovet for mer jordarbeiding mot flerårig ugras kan medføre økt fare for utvasking av næringsstoff og erosjon.

Hvilke skadegjørergroupe, ugras, sykdom- eller skadedyrorganisme som utgjør de største utfordringene ved økologisk dyrking, vil variere mye mellom ulike kulturvekster. Behovet for rasjonelle tiltak mot ugras finner en i alle land, noe som har medført ganske omfattende forsknings- og utviklingsaktivitet i nesten alle kulturer. Imidlertid er det ikke bestandig mulig å overføre forskningsresultater fra én klimasone til en annen.

Ensidig dyrking av en kulturplante fører gjerne til at de ugrasartene som trives best i denne kulturen, fremelskes og skaper problemer. Et typisk eksempel er ulike rotugras som kveke, åkerdylle og åkertistel i kornåkeren. I økologisk kjøtt- og melkeproduksjon vil ugras i eng og beite ofte være en dominerende flaskehals for økobonden. I hagebruks-kulturene frukt, bær og grønnsaker vil det være mange spesifikke skadedyr og sykdommer som fordrer sine løsninger.

Det blir for eksempel arbeidet intenst med å finne

mer effektive og framtidsette løsninger for flere viktige skadegjørere i frukt og bær. Som eksempel kan nevnes forskninga som er i gang med sikte på å bruke planteluktstoff i feller for rognebærmøll. Men inntil vi har bedre og mer effektive løsninger på plass, må vi bruke det beste vi har tilgang på i dag. Mot skadedyr kan dekking med duk/nett eller inngjerding med nett, for eksempel, virke godt mot kålflue i kålvekster.

Ugraskontroll i økologisk korndyrking

Uansett kulturvekst, kan vi fastslå at god agronomisk kunnskap og evne til å overføre denne til praksis er særdeles viktige faktorer for å kunne lykkes med økologisk korndyrking. Det viktigste økobonden kan gjøre, er å skape gode vekstforhold slik at kulturplantene vokser best mulig og konkurrerer effektivt med ugraset.

Ut fra den kunnskapen vi har i dag, er pløgen utstyrt med for-plojer og rulleskjær. Det er nødvendige redskap både i kampen mot flerårige ugras og mot soppsmitte som følger planterester. Eksempler på andre viktige elementer bonden må ta hensyn til, er å unngå å kjøre på jordet når jorda ikke er lagelig for kjøring og å bruke jordarbeidingsutstyret mest mulig optimalt. Det vil si at det har god effekt på rotugras og lager et godt såbed. Det er også viktig at redskapene holdes ved like slik at de fortsatt fungerer som nye, selv om de har blitt noen år gamle.

Selv om mye også er felles, blir metoder for ugraskontroll i korn ofte delt opp i to grupper: tiltak mot

frøugras (nye planter fra frø) og tiltak mot flerårig ugras.

Ugrasharving, som brukes mot frøugras, er ikke en metode av ny dato. Allerede i 1906 beskriver Korsmo metoden i heftet «Kampen mod ugræsset». I dag har vi fått ugrasharver som er bedre og mer allsidige. I tillegg til bruk i korn, kan de benyttes i poteter, bønner, erter og jordbær og i forbindelse med fornying av eng.

Et ankepunkt fra konvensjonelle bønder er at jorda må være smuldretørr i overflaten når harva brukes, og at dette kan hindre bruk på optimalt tidspunkt. På den andre siden kan en ugrasharve selv om det er vind. I et avsluttet norsk forskningsprosjekt ble ugrasharving benyttet på forskjellige stadier hos kornet, og også sammenlikninger med sprøyting mot frøugras var med. I snitt for forsøksårene var det ikke forskjell i kornavling mellom sprøyting med ugrasmiddel og den harvemethoden vi anbefaler økobøndene. Metoden betyr harving omkring spiring pluss harving når kornet har tre–fire blader.

Det var mindre ugras der det var sprøytet, men ingen forskjell på kornavlingene. Forskningsresultater fra andre land viser i stor grad tilsvarende resultat. Både våre forsøk og mange bønders erfaringer, viser dessuten at i år med skorpedannelse kan blindharving (før kornet spirer) være spesielt positivt for avlingen.

Selv om kontroll av ettårig ugras kan være en stor utfordring, så er nok de flerårige artene vel så problematiske for økobonden. Flerårige, vandrende ugras, det vil si arter med jordstengler, horisontale formeringsrøtter, stengelknoller eller lignende formeringsorgan kaller vi «rotugras». De er spesielt vanskelige å håndtere i økologisk jordbruk. Før bonden fikk tilgang på effektive herbicid som fenoksysyrer og glyfosat, var disse artene svært problematiske. Derfor var det ikke en stor overraskelse at utfordringene kom tilbake for økobonden. De siste årene har det vært en betydelig forskningsinnsats for å finne effektive ikke-kjemiske tiltak mot flerårige vandrende ugras i økologisk landbruk. Ikke minst har aktiviteten vært stor i Norge og de andre nordiske landene. Mye av forskningen har fokusert på å finne svake punkt i biologien til disse ugrasene for å finne mest mulig effektive bekjempingstiltak.

Av nyere biologisk kunnskap kan vi eksempelvis nevne forskjellene når det gjelder evne til å sette nye



Mange økobønder ugrasharver to ganger i kornåkeren, første gangen omkring når kornet kommer opp av jorda og andre gangen når kornet har tre–fire blader. Metoden fungerer ofte svært godt og har i våre forsøk bekjempet opp mot 70 prosent av frøugraset. Det er viktig at jorda er tørr nok (må smuldre) når det ugrasharves.
Foto: Lars Olav Brandsæter.



Harving for bekjempelse av rotugras, en tradisjonell skålharv til venstre og en spesialharv/fres mot kveke «Kvik-Up» til høyre. I våre forsøk har «Kvik-Up»-kjøring høst og vår, og kombinasjonen med skålharving om høsten og radrensing i kornåkeren sommerstid, gitt svært god rotugrasbekjempelse og bra kornavlinger. Foto: Lars Olav Brandsæter.

skudd fra rot- eller jordstengelbiter etter oppdeling med harv eller lignende om høsten. På den ene siden har vi kveka (*Elymus repens*), som villig vekker nye lysskudd til seint på høsten bare temperaturen er over cirka 5 °C. På motsatt ende av skalaen finner vi åkerdylle (*Sonchus arvensis*) som går inn i en tiltagende skuddhvile (det vil si at den i liten grad setter opp nye overjordiske skudd selv om røttene deles opp) allerede før vi høster på sensommeren. En tredje viktig art, åkertistel (*Cirsium arvense*), har i våre undersøkelser vist seg ikke å ha en slik skuddhvile som åkerdylle, men veksten stopper tidligere på høsten enn kveka fordi minimumstemperaturen for vekst er høyere for åkertistel enn for kveke.

De ulike egenskapene disse artene har, er årsaken til at kveka, i motsetning til de to andre artene, kan «sultes ut» med jordarbeiding om høsten etter tresking. Nylig publiserte svenske studier konkluderer med at selv om de fleste rotugrasartene ikke kan sultes ut på samme måten som kveka om høsten, er det etter høsting viktig å stoppe transporten av assimilater (næring) til rotsystemet ved hjelp av harving eller nedkutting, lavere enn skurtreskeren kutter.

Mange studier og praktisk erfaring har vist at rotugras med grunt rotsystem kan komme med nye skudd fra oppdelte røtter eller jordstengler etter jordarbeiding. For åkertistel, på den annen side, har våre studier vist at de nye skuddene i hovedsak kommer fra det intakte rotsystemet under jordarbeidingsdybden. Dette funnet harmonerer godt med andre forsøk vi har utført, hvor vårpløyning har redusert åkertistelproblemet mye sammenlignet med høstpløyning. Ved

vårpløyning må nye skudd fra intakt rotsystem vokse fra under pløedybden. Dette forsinker oppspiringa og ugraset møter i tillegg konkurranse fra kornet som da har etablert seg. Forsøk har dessuten vist at åkertistelen er følsom for pløedybde om våren. En pløedybde på 25 cm, sammenlignet med 15 cm, reduserte tistelen med 70–90 prosent.

I et prosjekt som pågår nå sammenlikner vi ulike strategier for bekjemping av rotugras. Forsøket inkluderer ulike kombinasjoner av jordarbeiding når kornet ikke er der, det vil si vår og/eller høst, og ulike mekaniske tiltak i vekstsesongen. Noen av strategiene har så langt gitt svært god rotugrasbekjempelse og kornavling. Det gjelder bruk av redskap som blottlegger kvekerøttene («KvikUp»), benyttet høst og vår, eller kombinasjonen skålharving om høsten og radrensing i kornåkeren sommerstid. Metoden med dobbel radavstand og radrensing med gåsefotskjær er imidlertid mindre brukt i Norge enn i våre naboland.

Ny teknologi under utprøving gir nye muligheter. Såing kan styres med GPS. Radrensingen styres med et fastmontert kamera på radrenseren som «ser kornradene», en datamaskin tolker signalene fra kameraet og avgjør om arbeidsorganene på radrenseren er midt mellom kornradene og sender eventuelt signaler til hydraulikken om korrigerings. Dette gir mulighet til større fart ved radrensing og mindre avstand mellom sårådene. Sannsynligvis vil dette føre til at flere tar i bruk metoden.

Frem til i dag har mye av forskningen på ikke-kjemiske strategier i stor grad dreid seg om ofte



I nye forskningsprosjekt har vi sammen med Kverneland Group Operations AS utviklet nye prototyper for kontroll av rotgras «Horizontal rot-skjæreren» hvor målet er god bekjempelse kombinert med minimal bearbeidelse av jorda. Foto: V. Truls Olve Terjesønn Hansen, h. Lars Olav Brandsæter.

ganske intensiv jordarbeiding. Dette kan ha sine ulemper både med hensyn til erosjon, utvasking og energibruk. I nye prosjekter arbeider vi med nye, innovative metoder hvor jorda ikke bearbeides så intensivt som tidligere. Integrert i dette er det også en tankegang og metoder for at tiltakene mot ugraset skal «behovsprøves». For eksempel: at intensiv jordarbeiding ikke gjøres på arealer hvor det økonomiske tapet av avlingsbortfall på grunn av ugraset er mindre enn kostnaden for tiltaket eller dersom miljøulempen blir for stor.

6. TRYGG MAT OG RENT MILJØ

Mykotoksiner i korn

Ingerd Skow Hofgaard og Leif Sundheim

Mykotoksiner (soppgift, mykes=sopp, toksikon=gift) er giftstoffer som produseres av sopper. At noen hattopper er giftige, har vært kjent så lenge mennesker har høstet sopp i skog og mark. Men også mikrosopper, som framkaller plantesjukdommer, kan produsere mykotoksiner. Aflatoksin i peanøtter, patulin i frukt og ochratoksin i øl og vin er noen eksempler på mykotoksiner produsert av mikrosopper i matvarer. Mjølauke er en mikrosopp som danner giftige hvileknoller i blomsten på gras og korn. Rug var tidligere utsatt for mjølauke, men dagens effektive rensing av såkornet har ført til at vi sjelden finner mjølauke i korn. Forgiftning forekommer fortsatt hos beitedyr som har spist gras med giftige hvileknoller av mjølauke.

Mykotoksiner i korn har gjennom det siste tiåret vært et viktig forskningsområde i Bioforsk/NIBIO. Etter at vi i løpet av siste mannsalder har fått analysemetoder som kan bestemme svært lave konsentrasjoner av mykotoksiner, har vi nå kunnskap om hvilke

mykotoksiner som finnes i norsk korn og mengden av disse i kornet. EU har fastsatt grenseverdier for ulike mykotoksiner i kornbaserte matvarer. Norske data tyder på at personer med høgt konsum av kornprodukter i forhold til kroppsvekten kan ha inntak av mykotoksiner som ligger over grenseverdiene som EU har satt. Svin og andre én-magede husdyr er mer utsatt for skader av mykotoksiner enn drøvtyggere. Resultatene fra forskningen i Bioforsk/NIBIO har blitt tatt i bruk i rådgivingen til korndyrkere for å redusere risikoen for mykotoksiner i maten til mennesker og i fôret til husdyr.

Landbruket vårt arbeider i et fuktig og kjølig klima ved nordgrensa for korndyrking i verden. Det gir mikrosopper i slekten *Fusarium* (fusarioser) gode vilkår for å vokse og produsere mykotoksiner i kornet. Dersom kornet ikke er tørt nok, kan lagersopper i slektene *Aspergillus* og *Penicillium* danne mykotoksiner i det under lagring. Siden norsk korn tørkes raskt etter høsting, enten i gardstørker eller på kornmottak,



Hvileknoller av mjølauke i byggaks. Foto: Erling Fløistad.

så slutter lagersoppene å vokse og produsere mykotoksiner. Derfor er det fusarioser som er viktigst for dannelse av mykotoksiner i norsk korn.

Planterester i åkeren og infisert såkorn er smittekilder for fusarioser i korn. Analyser av bygg, havre og hvete viser at såkornsmitten ble mer enn fordoblet i perioden 2000–2012 sammenliknet med de foregående 20 åra. Det var god sammenheng mellom nedbøren i juli og fusarioser i kornet fordi smittetrykket økte med stigende nedbør. Smitte på såkornet kan både føre til dårlig spiring og redusert plantebestand, og være en kilde til spredning av fusarioser til nye områder.

Deoksynivalenol (DON) er det vanligste mykotoksinet i korn. Med dagens svært følsomme analysemetoder kan DON påvises i nesten alle prøver av norsk korn, kraftfôr og kornprodukter til mat. Toksinene T-2 og HT-2 er også ganske vanlige i havre og forekommer dessuten i bygg. En nylig beskrevet soppart, *Fusarium langsethiae*, er den viktigste produsenten av T-2 og HT-2 i norsk korn. Siden århundreskiftet har innholdet av DON økt i norsk korn, men det har ikke vært en tilsvarende økning av T-2 og HT-2 i samme periode. De viktigste faktorene for innhold av DON i kornavlingen er mengden av smitte i planterester og været i perioden fra blomstring og til høsting. Døgnmiddeltemperaturer på 15 °C eller mer og nedbør gir gode forhold for soppvekst i kornet. Legde i åkeren øker risikoen for soppvekst og mykotoksiner i kornet. Beising beskytter såkornet, men har ingen virkning på smitten som finnes i planterester. Det finnes sprøytemidler som virker mot soppene som produserer DON, derimot er det ingen sprøytemidler som ser ut til å virke mot soppene som produserer T-2 og HT-2.

Kornprodukter er viktige både i human ernæring og i kraftfôret til husdyra våre. I gode år produserer norske bønder opp mot 70 % av vårt matkorn. Norsk korn sammen med importert protein blir til kraftfôr for storfe, hest, svin og høns. Det meste av kornet produseres på gårder uten husdyr og med små muligheter for vekstskifte. *Fusarium*-sopper overlever i planterester i åkeren. Soppsporer som er dannet i planterestene spres med vannsprut i regnvær og smitter kornblomsten.

En risikovurdering fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM 2013) brukte norske kostholdsundersøkelser for å beregne inntaket av mykotok-



Hveteaks med *Fusarium* i åkeren. Foto: Jafar Razzaghian.

siner i ulike aldersgrupper av befolkningen. VKM sammenliknet inntaket med EU-nivåene for tolerabelt daglig inntak (TDI) i ulike aldersgrupper. TDI øker med kroppsvekten, og derfor er barn mest utsatt for å overstige TDI. VKM konkluderte med at barn opp til 9-årsalderen får i seg mer DON enn TDI for aldersgruppen, og det gir grunn til bekymring. For ungdom og voksne ligger DON-inntaket i kosten godt under TDI. VKM sier at også inntaket av T-2 og HT-2 muligens representerer en bekymring for de yngste aldersgruppene.

Av husdyra er svin mest følsomme for mykotoksiner, og det DON-innholdet som er funnet i noen partier av norsk kraftfôr, kan redusere fôrinntak og tilvekst og svekke immunsystemet. Mykotoksiner i norsk korn utgjør ikke noen helserisiko for drøvtyggere og fjørfe.

Foredlere som arbeider med utvikling av nye kornsorter for temperert klima, prioriterer resistens mot fusarioser. Det har kommet noen resistente hvete-sorter for dyrking i Mellom-Europa. Selv om det ennå ikke er noen resistente sorter for norsk klima, så er det noen forskjeller i mottakelighet mellom godkjente sorter av hvete og bygg. Av kornartene har havre vært mest utsatt for fusarioser og høgt mykotoksin-innhold.

Pågående forskning

NIBIO har flere løpende forskningsprosjekter som har som hovedmål å redusere risikoen for mykotoksiner i norsk korn. Korn dyrkes i ulike klimasoner her i landet, og virkningen av klima og dyrkingspraksis på utvikling av *Fusarium*-soppene og mykotoksiner studeres i lokale forsøk i samarbeid med Norsk landbruksrådgiving.



Heidi Udnes Aamot arbeider med utstyr til hurtigtesting av korn for innhold av mykotoksiner. Foto: Erling Fløistad.

i Varsling Innen PlanteSkadegjørere (VIPS) for å beregne tidspunktet når havren blomstrer, slik at dyrkere kan forutsi tidspunkt for eventuell sprøyting i egen åker.

Tradisjonelle analyser av mykotoksiner i kornpartier er tidkrevende, men det er utviklet metoder for hurtiganalyser som gjør det mulig å bestemme innholdet av mykotoksiner i kornet på kornmottaket. Alle havrepartier analyseres nå for DON ved levering.

Et nylig avsluttet NIBIO-prosjekt har sammenliknet overleving av *Fusarium*-sopper i stubb og halm ved ulike jordbearbeiding i kornstruktene. Spørsmålet er om endringer i jordbearbeiding har økt risikoen for smitte fra fusarioser i planterester, fordi soppene kan overleve et par år i dødt plantemateriale.

NIBIO er nå partner i et EU-prosjekt der ulike kjemiske og biologiske preparater skal testes for effekt på vekst av *Fusarium*-sopper i planterester og utvikling av mykotoksiner i havre. Effekten av godkjente plantevernmidler på utviklingen av *Fusarium*-sopper og mykotoksiner i hvete undersøkes i et annet pågående forskningsprosjekt.

NIBIO har i de senere årene kartlagt hvilke vær- og dyringsforhold som øker risikoen for utvikling av mykotoksiner i havre. Målet er å lage en varslingsmodell som kan forutsi risikoen for utvikling av mykotoksiner og dermed behov for en eventuell sprøyting. Sprøyting under blomstringen av kornet har vist seg i gjennomsnitt å halvere forekomsten av DON i høsta korn. NIBIO har publisert en modell

Rester av plantevernmidler i matvarer

Agnethe Christiansen og Randi Bolli

Plantevernmidler brukes for å opprettholde god kvalitet og hindre tap av avling. Godkjent bruk av plantevernmidler kan føre til plantevernmiddelrester i vegetabiliske og animalske produkter, men restnivået skal ikke overskride de grenseverdiene som er fastsatt i norsk forskrift om rester av plantevernmidler i næringsmidler og fôrvarer (Plantevernmiddelrestforskriften).

Mattilsynet er ansvarlig for regelverket rundt godkjenning, omsetning og bruk av plantevernmidler i Norge. Gjennom årlige overvåkingsprogrammer for rester av plantevernmidler i næringsmidler, fører Mattilsynet tilsyn med at gjeldende regelverk overholdes. Ny forskrift om plantevernmidler trådte i kraft 1. juni 2015. Den tok inn det nye EU-regelverket på området. God dyrkingsteknikk og bruk av alternative bekjempingsmetoder vil være med på å redusere behovet for plantevernmidler.

Offentlig kontroll med rester av plantevernmidler i næringsmidler har foregått i Norge helt tilbake til 1977. I 1990–1991 ble det bevilget penger over statsbudsjettet for å bygge opp Pesticidlaboratoriet på Ås. Samtidig ble forvaltningen styrket for at kontrollen skulle komme opp på nivå med de andre nordiske

landene. Norge har siden 1997 bidratt i EUs koordinerte overvåkingsprogram. Dette er integrert i det nasjonale programmet. Laboratoriet er nå en del av NIBIO.

Mattilsynet utfører årlig offentlig kontroll av plantevernmiddelrester i næringsmidler for å sikre at maten er trygg og at regelverket etterleves. Rester av plantevernmidler i produktene skal ikke overskride gjeldende grenseverdier. Det er produsenter/importører av næringsmidler som har ansvaret for at matvarer som selges, tilfredsstill de kravene som er fastsatt i norsk regelverk. Videre skal overvåkingsprogrammet avdekke problemområder som krever økt oppmerksomhet fra tilsynsmyndighetene, skaffe data for å beregne inntak av plantevernmiddelrester, skaffe dokumentasjon til bruk ved utvikling av regelverk, avdekke ulovlig bruk av plantevernmidler i integrert og økologisk produksjon i Norge.

NIBIO har ansvar for analyse av alle prøvene i overvåkingsprogrammet og analyserer i hovedsak i eget laboratorium. NIBIO utarbeider detaljerte prøvetakingsplaner i samarbeid med Mattilsynet og har ansvar for å administrere og følge opp prøveuttaket. Videre har NIBIO ansvar for årlig rapportering i samarbeid med Mattilsynet både nasjonalt og internasjonalt til EFSA (European Food Safety Authority, EUs mattrygghetsorgan). Rådgiving, metodeutvikling innen de kjemiske analysene og kompetanseutvikling innen pesticidanalyser og tilhørende regelverk, er viktige ansvarsområder for NIBIO. Laboratoriet har også beredskapsansvar for å kunne utføre analyser innen 24 timer ved behov.

Overvåkingsprogram

De fleste prøvene i overvåkingsprogrammet er stikkprøver og omfatter et utvalg av næringsmidler omsatt på det norske markedet. De siste årene er det tatt ut cirka 1400 prøver årlig. Programmet er orga-



Aud Erikstad tar ut materiale for analyse.



Sven-Roar Odenmarck viser utstyr som brukes i matvarekontrollen i 2016. Foto: Erling Fløistad.

nisert med et tilnærmet landsdekkende prøveuttak av norskproduserte og importerte produkter. Forde-lingen de siste årene har vært omtrent en tredjedel norske produkter, en tredjedel produkter importert fra EU og en tredjedel produkter importert fra land utenfor EU. Uttaket avspeiler forbruksmønsteret i norsk kosthold, men det er et forholdsmessig høyere uttak av vareslag fra land der det erfaringsmessig påvises høye rester og overskridelser av grenseverdier. Denne dreiningen av prøveuttaket mot mulige problemområder medfører at prøvene som inngår i overvåkingsprogrammet, ikke er representative for norsk matvareforsyning. Dette, kombinert med at man hvert år i tillegg inkluderer spesielle varegrupper som prosjekter i overvåkingsprogrammet, gjør at man ikke direkte kan sammenligne resultater mellom ulike år.

Grenseverdier

For å sikre at maten som tilbys forbruker er trygg, blir det fastsatt grenser for maksimal tillatt mengde av rester av plantevernmidler i varene (MRL – "Maximum residue levels"). Slike grenseverdier settes for ulike plantevernmidler og for ulike kulturer, derfor kan ett bestemt plantevernmiddel ha ulike grenseverdier i for eksempel epler og appelsiner. Norge har siden 1994 brukt de samme grenseverdiene som EU. Grenseverdiene som fastsettes, er basert på EFSA's vurderinger, og det stilles omfattende krav til dokumentasjon. Det tas utgangspunkt i de restene som vil være igjen i et produkt ved riktig bruk av et plantevernmiddel. Verdiene må i tillegg alltid være akseptable (med god sikkerhetsmargin) ut fra en samlet vurdering av helsefare, hvor både kroniske og akutte effekter blir vurdert. God landbrukspraksis (GAP, "Good agricultural practice"), det vil si bruk av plantevernmiddel i de dosene som gir god effekt



Nytt utstyr gir bedre metoder og lavere bestemmelsesgrenser gir også økt mulighet til å påvise flere rester. Foto: Erling Fløistad.

mot en skadegjører og i henhold til godkjent etikett, gir langt lavere rester i produkter enn det som kan gi helsefare.

Analysen og kvalitetssikring

Alle prøver i overvåkingsprogrammet analyseres med to store multimetoder, som til sammen omfatter mer enn 330 aktive stoffer fra plantevernmidler, inkludert noen nedbrytningsprodukter. I tillegg analyseres et utvalg prøver med flere spesialmetoder som til sammen omfatter aktive stoffer fra ca. 30 plantevernmidler som ikke lar seg analysere med multimetoder. Laboratoriet ble akkreditert i henhold til ISO 17025 for analyse av plantevernmidler i 1997 og har også fleksibelt akkrediteringsomfang siden 2000.

Analysene er i stadig utvikling, ved at det tas inn flere stoffer, etableres flere metoder, bestemmelsesgrensene senkes og mer nøyaktige teknikker tas i bruk. Stoffene som inngår i søkespekteret er prioritert ut fra om de inngår i EUs koordinerte overvåkingsprogram, hvor mye de anvendes, giftighet og om de er påvist ved tilsvarende undersøkelser i andre land. Utvidelse og tilpasning av søkespekteret er en kontinuerlig prosess. Dette er påkrevd for å ha en effektiv overvåking av nye og ofte mer virksomme, men helse- og miljømessig tryggere stoffer. Samtidig må søkespekteret dekke tidligere brukte stoffer, ettersom de kan finnes i miljøet eller fortsatt kan bli brukt i deler av verden hvor det importeres mat fra. Siden 1997 er antall stoffer det søkes etter om lag tredoblet. Når en søker etter flere stoffer enn tidligere, økes muligheten for å påvise rester i prøvene. Bedre metoder og lavere bestemmelsesgrenser gir også økt mulighet til å påvise flere rester.

Tabell 1. Undersøkte prøver i overvåkingsprogrammet fra 2004 til 2014. Tabellen viser andel (%) prøver med påviste rester av plantevernmidler over gjeldende grenseverdi.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Norsk	0,1	0,6	0,9	0,5	0	0	0	0	0,4	0	0,2
Import	1,9	4,2	6,8	3,2	4,6	1,2	2,2	3,2	2,6	2,4	2,5

Nasjonalt referanselaboratorium

Mattilsynet oppnevnte i 2006 laboratoriet ved NIBIO som Nasjonalt referanselaboratorium for analyse av rester av plantevernmidler i vegetabiliske næringsmidler. Som referanselaboratorium er laboratoriet med i et europeisk nettverk med tilgang til og utveksling av kunnskap og kompetanse innen blant annet analyser, instrumentering, metodeutvikling, regelverk og kvalitetssikring. Det følger også av referansefunksjonen at laboratoriet skal yte vitenskapelig og teknisk bistand til Mattilsynet ved gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

Resultater og funn

Restmengdene som påvises i overvåkingsprogrammet, er generelt lave og som regel betydelig under gjeldende grenseverdier. Det påvises rester av plantevernmidler i omtrent halvparten av prøvene og oftere i importerte varer enn i norske produkter. Det er ikke uvanlig å påvise flere enn ett virkestoff fra plantevernmidler i samme prøve. De siste fem årene overholder mer enn 98 % av prøvene de fastsatte grenseverdiene, og det er liten variasjon over år (tabell 1). I perioden 2008–2012 og i 2013 var det ingen funn over grenseverdiene i norske produkter. Det blir påvist flere funn over grenseverdiene i prøver fra tredjeland enn i prøver fra EU-land.

Den årlige nasjonale rapporten med resultatene fra overvåkingsprogrammet er tilgjengelig via Mattilsynets nettside:

http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/rester_av_plantevernmidler_i_mat/.

I tillegg rapporterer Norge resultatene fra nasjonalt og EU-koordinert program samt prøver fra importkontroll (jfr. EU-forordning (EF) 669/2009) til EU. Resultatene fra alle EU/EØS-land publiseres årlig og er tilgjengelig via EFSA's nettside:

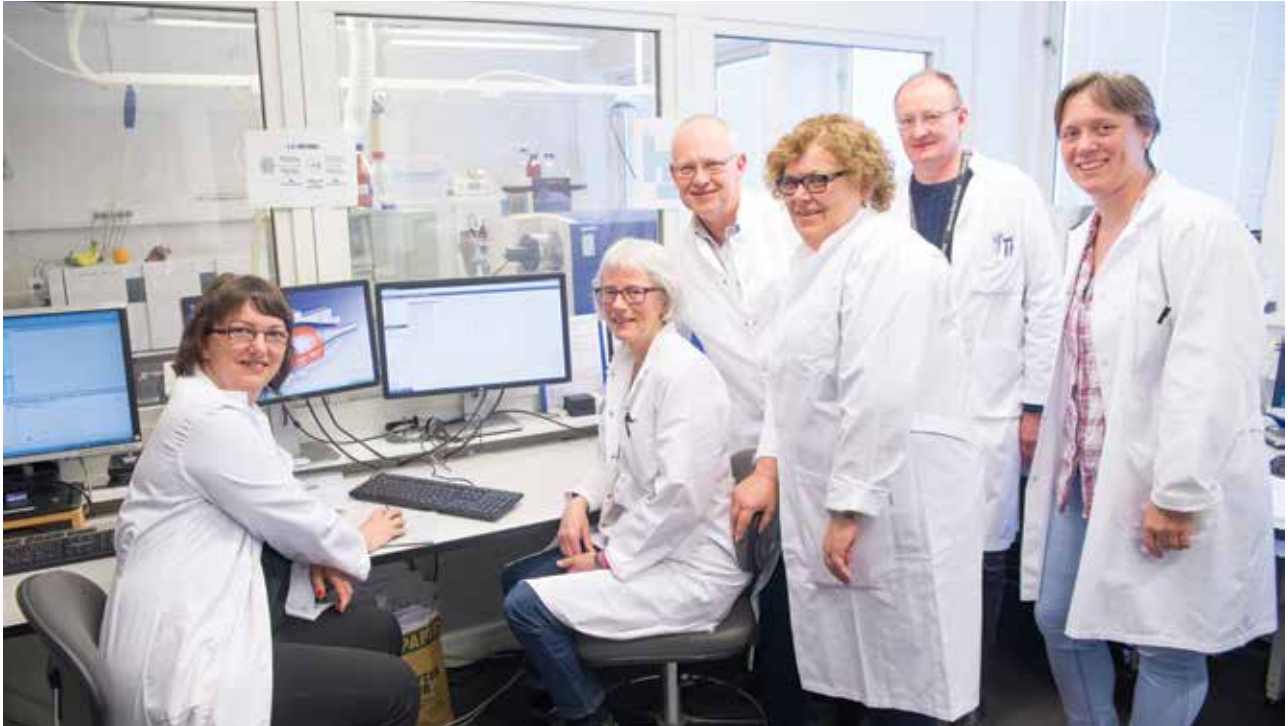
<http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/pesticides.htm>

Overskridelse av grenseverdier, konsekvenser og vurdering av helsefare

Mattilsynet vurderer alle funn av plantevernmiddelrester over grenseverdiene med tanke på analyseusikkerhet, og om funnet kan være helsefarlig for forbruker. Dersom det er påvist funn av flere stoffer i samme prøve, tas dette med i vurderingen av helsefaren der det er relevant, ettersom flere stoffer i samme stoffgruppe kan ha lik virkningsmekanisme (for eksempel organofosfater). At et funn er vurdert å kunne medføre helsefare, betyr ikke nødvendigvis at det har uheldige helseeffekter på forbruker, men at sikkerhetsmarginene for dette er redusert.

Ved høye overskridelser av grenseverdiene, ved funn der inntak kan medføre helsefare, ved gjentatte funn over grenseverdiene eller ved mistanke om ulovlig bruk av plantevernmidler blir importører/grossister/produsenter pålagt krav om at samme type vare fra samme produsent ikke må omsettes før det foreligger tilfredsstillende analyseresultater for produktet (beredskapsanalyser).

Alle overskridelser av gjeldende grenseverdier offentliggjøres fortløpende på Mattilsynets nettsider: http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/rester_av_plantevernmidler_i_mat/



Marit Almvik, Agnethe Christiansen, Sven-Roar Odenmarck, Kari Stuveseth, Hans Ragnar Norli og Marianne Stenrød i kontrollrommet.
Foto: Erling Fløistad.

RASFF-meldinger

Dersom funnet i en prøve blir vurdert å være akutt helsefarlig, rapporteres funnet til de europeiske matmyndighetene via meldesystemet RASFF (The Rapid Alert System for Food and Feed). Systemet administreres av EU-kommisjonen og forutsetter rask oppfølging i de land som er involvert. Ved meldinger om produkter fra land utenfor EU, følger kommisjonen opp prosessen overfor produsentlandet. Mattilsynet vurderer meldingene fra RASFF ukentlig. Ved behov tas det ut prøver for analyse av plantevernmiddelester, såkalte beredskapsanalyser, av produkter fra disse landene.

Plantevernmidler i miljøet

Ole Martin Eklo, Marit Almvik og Marianne Stenrød

Bruk av plantevernmidler

Statistisk sentralbyrå har i perioden 2001 til 2014 kartlagt bruken av plantevernmidler i jordbruket i Norge. Av arealene som var med i undersøkelsen var det totalt 34 prosent som ble behandlet med plantevernmidler i 2014. Mens bare 6 prosent av eng og beiteareal ble sprøytet, ble 94 prosent av det resterende jordbruksarealet behandlet. Epler, jordbær, poteter og kepaløk er de vekstene som blir behandlet oftest. Siden 2001 har det vært relativt små endringer i bruken av plantevernmidler innen de ulike kulturene, og den totale omsetningen har økt noe de siste 20 årene. Ugrasmidlene har hatt størst omsetning, og disse er også hyppigst påvist i miljøet. I Nord-Europa dominerer bruken av ugrasmidler, mens i land lenger sør i Europa, som Italia, Portugal og Frankrike, er det soppmidlene som dominerer. I løpet av de siste tiårene er det flere midler som har mistet sin godkjenning, både ut fra yrkeshygieneiske grunner, men også av miljømessige årsaker.



Avrenning av vann fra jord som er behandla med plantevernmidler kan transportere rester av plantevernmidlene ut i miljøet.
Foto: Erling Fløistad.

Overvåking av plantevernmidler i miljøet

På 1980-tallet gikk startskuddet for økt innsats for å øke kunnskapen om plantevernmidler i miljøet. Det startet med et initiativ fra EU og et møte i Como, Italia, hvor data for plantevernmidler i drikkevann i Europa ble presentert. Det var særlig innhold av ugrasmidlene simazin og atrazin i vann fra de store elvene Rhinen, Seinen og Themsen som synliggjorde behovet for økt overvåking, samtidig som nye analysemetoder og forbedret instrumentering gav mulighet for å påvise lave konsentrasjoner av plantevernmidler i vann. På europeisk nivå ble det vedtatt en grenseverdi på 0,1 mikrogram per liter vann ($\mu\text{g/L}$) som tillatt mengde av ett enkelt plantevernmiddel i drikkevann og grunnvann, og 0,5 $\mu\text{g/L}$ i sum for alle plantevernmidler i samme vannprøve. Disse grenseverdiene var ikke basert på giftighet, men på følsomheten til de kjemiske analysemetodene som var tilgjengelig da. Analysemetodene har blitt forbedret siden den gang, men det er valgt å beholde grensene på samme nivå som før for tillatt mengde av plantevernmidler i vann.

De første undersøkelsene på 80-tallet gav også startskuddet til utvikling av nye og bedre analysemetoder og til å starte miljøundersøkelser i Norge. Det var få som trodde at det ville påvises plantevernmidler i norske vann og vassdrag. Det ble derfor mye oppstyr etter at de første norske funnene ble publisert, og mange bønder følte seg uthengt. Men overvåking av plantevernmidler i vannforekomster i jordbruksområder har vært en viktig pådriver i dagens arbeid for å få mer kunnskap om plantevernmidler i miljøet. Siden 1995 har det vært overvåking i utvalgte bekker i jordbruksdominerte nedbørfelt her til lands. Dette har gjennom mer enn 20 år gitt oss dokumentasjon på plantevernmiddelbruk og på avrenning av plantevernmidler fra jordbruksarealer. Disse dataene brukes i dag til ulike formål som å analysere trender i bruken av plantevernmidler eller identifisere midler som gir grunn til bekymring på grunn av høy giftighet

eller hyppige funn. Det er også mulig å bruke dataene som grunnlag for å se på effekten av politiske tiltak som avgift på enkelte plantevernmidler med høy risiko for helse og miljø, eller effekten av tilskudd til redusert jordarbeiding for å redusere overflateavrenning. Resultatene blir også brukt til å vurdere risiko for effekter på vannlevende organismer, ved å se på konsentrasjonen av plantevernmidlene i forhold til giftigheten overfor organismene. Kunnskap om bruk av plantevernmidler fra overvåkingen, sammen med detaljkunnskap om jordsmonn og klima, gjør det mulig å simulere hvilke konsentrasjoner man kan forvente at ulike plantevernstrategier på skiftene på enkeltgårder i et nedbørfelt vil medføre i vannmiljø. Dette kan igjen brukes til å identifisere risikofylt plantevernpraksis og bruk av plantevernmidler og bidra til bedre planlegging og risikohåndtering i jordbruket.

Europeisk samarbeid viktig for kunnskapsutviklingen

Et viktig grunnlag for samarbeid innen plantevernmiddelforskning i Europa ble lagt ved etableringen av et forskernetverk gjennom «Cost Action 66 - Pesticide Soil Environment» (1993-1998). Dette nettverket gjorde at Norge ble en del av det europeiske samarbeidet om «Skjebnen til plantevernmidler i miljøet». En del av arbeidet besto i å sammenligne modeller for å beregne plantevernmiddelkonsentrasjoner både i overflateavrenning og utlekking til drensvann og grunnvann. Cost Action 66 hadde deltakere fra Frankrike, Ungarn, Slovenia, Sverige, Tsjekkia, Tyskland, Kroatia, Hellas, Spania, Østerrike, Italia, Nederland, Belgia og Finland. Kontakter som ble etablert da, har vært en viktig del i samarbeidet innen EU's 5., 6., og 7. rammeprogram med nye forskningsprosjekter, som alle har omhandlet plantevernmidler i miljøet.

Modellering av plantevernmidler i miljøet

Beregning av konsentrasjoner av plantevernmidler i jord og vann ved hjelp av utlekkings- og avrenningsmodeller er viktig i arbeidet med godkjenningen av nye plantevernmidler i Europa. Vi har hatt fokus på å utvikle gode modeller, som kan beskrive hvordan plantevernmidlene vil oppføre seg i norsk jord og norsk klima. Feltforsøk for å måle avrenning av plantevernmidler til overflatevann og utlekking til drensvann ble satt i gang for å tilpasse de europeiske modellene slik at de kunne brukes i arbeidet med



Olav Lode hadde omfattende samarbeid med kolleger i europeiske land. Foto: Ole Martin Eklo.

godkjenning av plantevernmidler i Norge. Forsøksarbeidet omfattet felt på Vandsemb på Romerike, Rustad i Follo, Løken i Råde, Syverud og Bjørnebekk i Ås. Modellene blir brukt i forbindelse med godkjenning av plantevernmidler i Europa og USA. For Norge er spørsmål knyttet til overflateavrenning spesielt viktig på grunn av kupert landskap og topografi som forårsaker mye overflateavrenning, og det ble utviklet egne norske scenarier for overflateavrenning med to av modellene. Det har vist seg å være vanskelig å modellere utlekking av plantevernmidler til drensvann og grunnvann under klimaforhold med kalde vintre som i Norge. Dette er noe vi i dag arbeider videre med i samarbeid med Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Stedspesifikk informasjon om risiko ved bruk av plantevernmidler

Presisjonsjordbruk er et begrep som ofte brukes i forbindelse med stedsspesifikk, kartfesta informasjon om behov for gjødsling eller behov for bekjemping av ugras i jordbruksdrifta. Slik informasjon settes i system ved hjelp av geografiske informasjonssystemverktøy (GIS). Stedspesifikk informasjon om risiko for utlekking av plantevernmidler er et relativt nytt tema i denne sammenheng. Fra den spede begynnelsen med enkle indikatorer koblet til kartmateriale, er det i de senere år utviklet GIS-baserte applikasjoner og prosessbaserte modeller. Modellene knyttes opp mot jordtypekart og klima for å beregne stedsspesifikk informasjon om risiko av plantevernmidler for jord- og vannlevende organismer. Dette er gjort for modellområder med kornproduksjon og potetproduksjon i flere ulike forskningsprosjekt de siste 15 årene. Utviklingen går i retning av at web-baserte GIS-applikasjoner kan

bli tilgjengelig både for myndighetene, rådgivings-tjenesten og planteprodusenter for bruk i planlegging og risikohåndtering.

Nedbryting av plantevernmidler

Tidlig på 90-tallet ble det innledet et langvarig og fortsatt løpende samarbeid med INRA, et fransk forskningsinstitutt. Vi har hatt utveksling av forskere og studenter mellom instituttene. Forsknings-samarbeidet har i hovedsak dreid seg om effekten av klima på nedbryting og persistens av plantevernmidler i miljøet. I samarbeid med INRA ble det gjennomført en undersøkelse av forsvinningen av ugrasmidlene glyfosat og metribuzin langs en klimagradiert fra Loire i Frankrike via Grue i Hedmark til Målselv i nord. Dette arbeidet gav viktig kunnskap om jordas og mikroorganismenes evne til å omdanne eller bryte ned plantevernmidler. Den biologiske aktiviteten i jorda viste seg å være lavere i nord enn lengre sør, som vist gjennom kontrollerte nedbrytningsforsøk

i jord ved samme temperatur. Gjennom Strategiske institutt programmer (SIP) og «Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler» er denne problemstillingen ytterligere undersøkt. Nedbryttingsstudier av soppmidler ble gjennomført både i felt- og laboratoriforsøk med jord fra Troms, Trøndelag, Sørvestlandet og Østlandet. Resultatene bekreftet at vi har langsom nedbryting av plante-vernmidler i nord. Dette viser også at data fra Norge er vesentlig, for de som skal vurdere godkjenning av plantevernmidler.

Samarbeid i Asia og Afrika

På slutten av 90-tallet startet et tiårig samarbeid med Vietnam innen integrert plantevern (IPM). Dette involverte utveksling av studenter mellom Norge og Vietnam innen fagområdet plantevernmidler i miljøet. Mange land i Asia fikk gjødsel, såfrø og plantevernmiddel i en pakke som bistandshjelp. Dette var med på å føre til et stort overforbruk av plantevernmidler.

I dette prosjektet ble det introdusert en indikator-modell som et hjelpemiddel for bøndene til å velge plantevernmidler som hadde minst mulig miljøbe-lastning. Opplæringen i bruken av dette verktøyet foregikk ved hjelp av Farmer Field School (FFS), et system som bygde på deltakende læring. Flere tusen bønder ble lært opp til å bruke modellen som også ble brukt til å måle effekten av IPM på økonomi og miljø. Våre forskere bidro også med opplæring av personell fra Vietnam i multimetoder for kjemisk analyse av plantevernmidler.

I en treårsperiode samarbeidet Bioforsk med FAO, WHO og jordbruks- og helsemyndigheter i Thai-land, Vietnam og Sri Lanka for å kartlegge såkalte «hotspots». Dette var områder hvor det var mye bruk av plantevernmidler både i jordbruket og i bekjempelse av dengufieber og malaria. Særlig var det fokus på å redusere bruken av DDT, et middel som var forbudt i jordbruket, men fortsatt ble anbefalt brukt innen helse. Det å se kjemikaliebruk i helsearbeidet og jordbruket i sammenheng fikk navnet «integrert plantevern og vektor-kontroll». I områder hvor det ble brukt plantevernmidler både i jordbruks- og helsesammenheng var risikoen stor for at insektene utviklet motstandskraft (resistens) mot plantevernmidlene.



Lysimeterlabben på 1980-tallet.



Nytt og moderne lysimeterlaboratorium ble åpna i 2005.
Foto: Erling Fløistad.



Innsamling av grønnsakprøver til pesticidanalyser i Vietnam i 2006. Foto: Vuong Truong Giang

Samarbeid med Norges miljø og biovitenskapelig universitet/Norges veterinærhøgskole gav mulighet for deltakelse i prosjekter i Etiopia, Tanzania, Malawi, Benin og andre land i Afrika. Analyser av plantevernmidler i fisk og vegetabiler avdekket innhold av enkelte plantevernmidler som kunne være til bekymring. Dette var persistente midler som ikke var tillatt i Europa, men fortsatt i bruk i disse landene. Imidlertid er det de yrkeshygieniske forhold rundt sprøytingen av plantevernmidlene som vekker størst bekymring. Unge gutter med ryggståkesprøyte i kortbukser og uten sko utfører sprøytearbeid uten noen form for verneutstyr. Her er det fortsatt stort behov for opplæring.



Besøk fra Kina på pesticidlabben i 1992. Foto: Ellen Aarrestad Vartdal

Forfatteroversikt



Almvik, Marit, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Pesticider og naturstoffkjemi



Fløistad, Inger Sundheim, Forsker, NIBIO Divisjon for skog og utmark, Skoggenetikk og biomangfold / Divisjon bioteknologi og plantehelse, Skadedyr og ugras



Blystad, Dag-Ragnar, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Virus, bakterier og nematoder



Fossdal, Carl Gunnar, Avdelingsleder, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skoghelse



Bolli, Randi, Avdelingsingeniør, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Pesticider og naturstoffkjemi



Hermansen, Arne, Divisjonsdirektør, NIBIO, Divisjon for bioteknologi og plantehelse



Brandsæter, Lars Olav, 1. amanuensis ved NMBU og forsker i toerstilling ved NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skadedyr og ugras



Hofgaard, Ingerd Skow, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Soppsjukdommer



Brodal, Guro, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse. Soppsjukdommer



Hofsvang, Trond Pensjonist, tidligere forskningssjef i Bioforsk Plantehelse og professor II ved NMBU, Institutt for plantevitenskap



Brurberg, May Bente, Seniorforsker og fungerende avdelingsleder, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Bioteknologi og molekylær genetik, og professor II ved NMBU, Institutt for plantevitenskap



Mangerud, Kjell Pensjonist, Tidligere 1. amanuensis ved Høgskolen i Hedmark



Christiansen, Agnethe, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Pesticider og naturstoffkjemi



Munthe, Tor, Pensjonist, tidligere forsker i Planteforsk Plantevernet.



Eklo, Ole Martin, Seniorforsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Pesticider og naturstoffkjemi og professor II ved NMBU, Institutt for plantevitenskap



Nordskog, Berit, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Soppsjukdommer



Skomedal, Hanne, Avdelingsleder, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Virus, bakterier og nematoder



Venn, Kåre, Pensjonist, tidligere Avdelingsjef, Norsk institutt for skogforskning, Skogøkologisk avdeling og professor II ved NMBU, Institutt for naturforvaltning



Sletten, Arild, Pensjonist, tidligere forskningssjef i Bioforsk Plantehelse



Økland, Bjørn, Seniorforsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skoghelse



Solheim, Halvor, Seniorforsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skoghelse, og professor II ved NMBU, Institutt for naturforvaltning



Aamlid, Dan, Avdelingsleder NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Soppsjukdommer. Han er også forskningsleder i divisjonen



Sundbye, Anette. Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skadedyr og ugras



Stenrød, Marianne, Avdelingsleder, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Pesticider og naturstoffkjemi



Sundheim, Leif, Pensjonist, tidligere direktør i Bioforsk Plantehelse og professor II ved NMBU, Institutt for plantevitenskap



Timmermann, Volkmar, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skoghelse

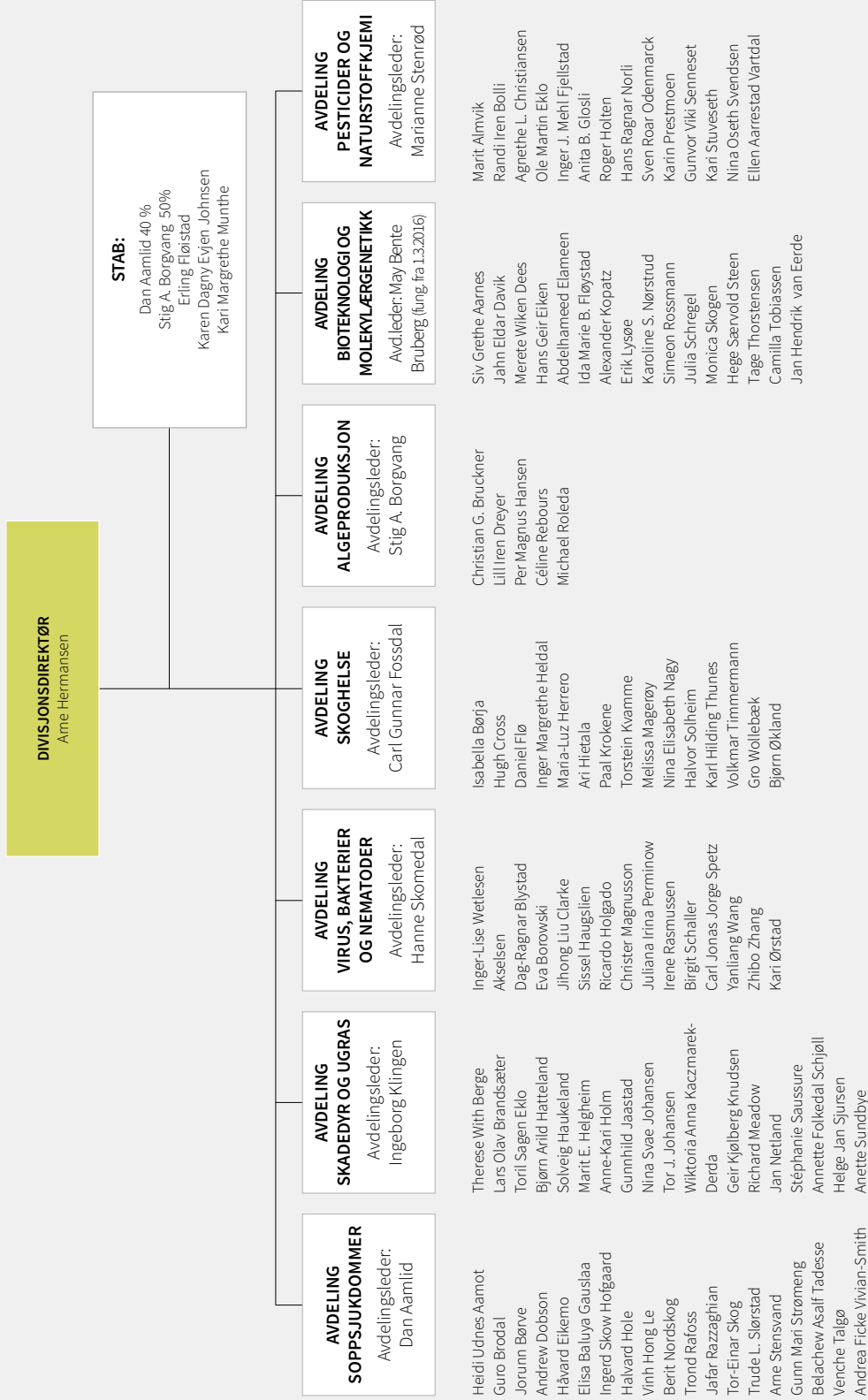


Trandem, Nina, Forsker, NIBIO Divisjon for bioteknologi og plantehelse, Skadedyr og ugras

Organisasjonskart

Divisjon for bioteknologi og planteheelse

per 16. juni 2016



* Personer på timeavtale og personer i bistilling fra utenlandske forskningsinstitusjoner er ikke med i oversikten.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.