



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2016

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 45 | 2017

María-Luz Herrero, Trond Rafoss og May Bente Bruberg
Divisjon for Bioteknologi og Planteheelse

TITTEL/TITLE

Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2016

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Herrero, María-Luz; Rafoss, Trond & Bruberg, May Bente

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
29.03.2017	3/45/2017	Åpen	Prosjektnr 8777.4	Arkivnr 17/01189
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01827-8		2464-1162	13	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Mattilsynet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Hilde Kristin Paulsen

STIKKORD/KEYWORDS:

Lerk

Sudden Oak Death (SOD), larch

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantehelse

Plant Health

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Phytophthora ramorum er et patogen som kan gjøre skade på en rekke vertsplanter og som i Norge har status som karanteskadegjører.

I 2016 mottok NIBIO totalt 383 prøver fra Mattilsynet for analyse for *P. ramorum*. Prøvene ble analysert med real-time PCR spesifikk for *P. ramorum* og/eller ved isolering på semiselektivt medium PARP og påfølgende mikroskopering.

Prøveantallet inkluderte prøver fra 13 importsendinger, og *P. ramorum* ble påvist i 6 av dem. En av de positive prøvene var av pyramidelyng (*Pieris japonica*) og de andre var av rododendron. Sendingene kom fra Belgia og Nederland.

Det ble gjennomført kontroller i 40 planteskoler og hagesentre. I 11 av dem ble det påvist *P. ramorum*. I alt ble det analysert 98 prøver, og det ble påvist *P. ramorum* i 40 av de. Alle de positive prøvene var av rododendron. Planteskolene med påvisning var lokalisert i Øst-, Vest- og Midt-Norge. I seks av planteskolene ble det gjennomført en 'baiting'-test av rotklumper fra planter som ikke viste *Phytophthora*-symptomer på blader eller kvister. I 6 rododendronprøver fra en av planteskolene ble det påvist *P. ramorum* etter 'baiting'.

Det ble analysert 234 prøver fra grøntanlegg, og det ble påvist *P. ramorum* i 55 av disse. Alle påvisningene var fra kystområder på Sør-Vestlandet, med unntak av en prøve fra Midt-Norge (Stjørdal)



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Summary

Phytophthora ramorum is a pathogen with a large number of host plants. In Norway it is a regulated quarantine pest.

In 2016 NIBIO received a total of 383 samples from the Norwegian Food Safety Authority in the survey of *P. ramorum*. Samples were analyzed by real-time PCR specific for *P. ramorum* and/ or with isolation on semi-selective medium P₅ARP and microscopy.

We received samples from 13 import consignments. *P. ramorum* was detected in 6 of them. One of the positive samples were from *Pieris*, all the others were from rhododendrons. Interceptions were from Belgium and the Netherlands.

We received samples from 40 nurseries and garden centers, and *P. ramorum* were detected in 11 of them. We analyzed 98 samples and 40 of these tested positive for *P. ramorum*. All positive samples were rhododendrons. Nurseries with detections were located in Eastern, Western and Central parts of the country. In six of the nurseries a baiting-test of root clumps on plants that did not show *Phytophthora* symptoms on leaves or twigs, was conducted. *P. ramorum* was detected in 6 rhododendron samples from one of the nurseries after "baiting".

We analyzed 234 samples from green areas (parks, private gardens), of which 55 were positive for *P. ramorum*. All detections of *P. ramorum* were in Southwestern coastal areas, apart from one sample from central Norway (Stjørdal).

LAND/COUNTRY:	Norge/Norway
FYLKE/COUNTY:	Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Ås

GODKJENT /APPROVED

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



HANNE SKOMEDAL



MARIA-LUZ HERRERO



Innhold

1	Innledning.....	5
2	Metoder.....	6
2.1	Prøveuttak.....	6
2.2	Analysemetoder.....	6
2.2.1	Påvisning av <i>P. ramorum</i>	6
2.2.2	Identifisering av <i>Phytophthora</i> –arter.....	6
2.2.3	«Baiting»-undersøkelse av rotklumper for påvisning av <i>Phytophthora</i> spp.....	6
2.2.4	«Baiting»-undersøkelse av vann for påvisning av <i>Phytophthora</i> spp.	6
2.2.5	«Pre-screening» med hurtigtest for <i>Phytophthora</i> spp.	6
3	Gjennomføring og resultater.....	7
3.1	Prøver fra Import.....	7
3.2	Prøver fra nasjonal kartlegging – planteskoler og hagesentre.....	8
3.3	Prøver fra nasjonal kartlegging – «Baiting»-prøver.....	8
3.4	Prøver fra nasjonal kartlegging – grøntanlegg.....	9
3.5	Hurtigtest for påvisning av <i>Phytophthora</i> spp.....	9
4	Konklusjoner.....	10

1 Innledning

Denne rapporten omhandler arbeidet NIBIO har utført for Mattilsynet i forbindelse med OK-programmet "Kartlegging av *Phytophthora ramorum*" i 2016.

Skadegjørers lovmessige status

Phytophthora ramorum er en karanteneskadegjører som er regulert i «Forskrift om tiltak mot *P. ramorum*» (FOR-2003-03-17-341) fastsatt med hjemmel i Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven) LOV-2003-12-19-124 og i «Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere» FOR-2000-12-01-1333.

Bakgrunn/historikk

Siden midten av 90-tallet har *P. ramorum* forårsaket stor utgang i amerikanske arter av eik i kystområder i California og i sørlige deler av Oregon. Utgangen av trær fikk epidemiske dimensjoner. Årsaken til sykdommen, som ble kalt Sudden Oak Death (SOD), var ukjent i flere år. Først i 2000 ble det klart at problemene i de californiske skogene var forårsaket av en *Phytophthora* sp. (Rizzo et al. 2002). Det dreide seg om arten *P. ramorum* som var kjent i Europa fra 1993, men som først ble beskrevet i 2001 (Werres et al. 2001). I Europa var arten et problem i planteskoler, særlig i slektene rododendron (*Rhododendron* spp) og krossved (*Viburnum* spp). Etter at årsaken til epidemien i California var klarlagt, har *P. ramorum* vært gradert som karanteneskadegjører også i Europa. EU-kommisjonen (2002, 2004) iverksatte tiltak mot sykdommen. Det ble satt i gang omfattende undersøkelser for å kartlegge utbredelse, og for å vurdere konsekvenser ved en etablering i Europa. Et omfattende prosjekt ble iverksatt i 2004 i regi av EU-kommisjonen for å utarbeide en felles risikoanalyse for Europa, forkortet RAPRA. Resultatet ble publisert i 2009 (Sansford et al. 2009). I 2009 ble *P. ramorum* påvist på japansk lerk (*Larix Kaempferi*) i Cornwall (UK). De påfølgende års kartlegging i UK avdekket at skadegjøreren fantes i Wales, Nord-Irland og Skottland (King et al. 2015). Den ble også påvist i Irland. Angrepet på lerk var første gang det ble konstatert alvorlig skade på trær som følge av *P. ramorum* i Europa. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) inkluderte på dette grunnlag *P. ramorum* i sin A2 liste (*pest recommended for regulation*).

I Norge ble *P. ramorum* første gang påvist høsten/førjulsvinteren 2002 (Herrero & Sletten). Etter det har patogenet vært påvist alle påfølgende år i planteskoler og hagesentre i store deler av landet, hyppigst på rododendron. I 2005 ble *P. ramorum* for første gang funnet på etablerte planter av rododendron og krossved i private hager og parker. Siden er patogenet funnet gjentatte ganger på utearealer, mest på Vestlandet. I 2008 ble det funnet på en amerikansk eik i en park, og i 2009 på blåbær i arboret i Rogaland (Herrero et al. 2006, 2010, 2011). I begge tilfellene var det infiserte rododendron i umiddelbar nærhet. Funnet på blåbær var det første funnet på en vill vekst i Norge. Etter bestilling fra Mattilsynet utførte VKM i 2009 en risikovurdering for *P. ramorum* i Norge (Sundheim et al. 2009).

Siste nasjonale kartlegging av *P. ramorum* ble gjennomført i 2010. Kartlegging i 2016 viser nåværende status.

2 Metoder

2.1 Prøveuttak

De fleste prøveuttakene ble foretatt av inspektører i Mattilsynet. Prøvene har i hovedsak bestått av overjordiske plantedeler (blad, greiner, kvister) med symptomer på sykdom (bladflekker, visning). De fleste prøvene ble sendt med post for analyse hos Planteklinikken hos NIBIO.

2.2 Analysemetoder

2.2.1 Påvisning av *P. ramorum*

Metodene brukt for påvisning av *P. ramorum* er, med mindre tilpassinger, basert på metodene beskrevet i EPPO protokoll for diagnostikk av *P. ramorum* (EPPO 2006)

- Isolering på semiselektivt medium for *Phytophthora* P5ARP (Jeffers & Martin 1986) og morfologisk identifikasjon
- Real-time PCR (Polymerase Chain Reaction)(Hughes et al. 2006). Dette er en DNA-basert metodikk som kan brukes direkte på plantemateriale

2.2.2 Identifisering av *Phytophthora* –arter

For identifisering av andre *Phytophthora*-arter enn *P. ramorum* ble det brukt morfologisk identifikasjon og/eller sekvensering av ribosomal DNA ITS (Internal Transcribed Spacers). ITS-området ble amplifisert og sekvensert med bruk av primerne ITS1 og ITS4 (White et al. 1990). Metodikken kan kun brukes for rene isolater.

2.2.3 «Baiting»-undersøkelse av rotklumper for påvisning av *Phytophthora* spp.

Undersøkelsene ble gjennomført som beskrevet av basert på beskrivelse av Vercauteren et al. 2013. Blader av rododendron kultivar 'Cunningham's White' (eller andre *Phytophthora* mottakelige kultivarer) ble plassert i skåler under pottene av plantene som skulle testes. Plantene ble vannet godt for å stimulere sporulering av eventuell *Phytophthora* og for å hindre at bladene i skålen tørket. Bladene fungerer som agn ('bait') for *Phytophthora*. Etter 3-5 dager ble bladene sendt til laboratoriet for påvisning av *P. ramorum* eller andre *Phytophthora* spp.

2.2.4 «Baiting»-undersøkelse av vann for påvisning av *Phytophthora* spp.

Undersøkelse ble gjennomført basert på beskrivelse av Sutton et al. 2009. Rododendronblad av kultivar 'Cunningham's White' ble plassert i nettingposer som ble lagt ut i vann?. Nettingposene inneholdt et flyteelement som gjorde at bladene fløt opp på overflaten. Bladene fungerer som agn («bait») for svermesporer av *Phytophthora*. Etter 5-14 dager ble rododendronbladene sendt til laboratoriet for analyse.

2.2.5 «Pre-screening» med hurtigtest for *Phytophthora* spp.

Pre-scening ble gjennomført med en serologisk basert «kit» fra 'Pocket Diagnostic'. Kiten er en «Lateral Flow» test som kan brukes for rask påvisning av *Phytophthora* spp. i felt. Testen ble brukt som beskrevet i bruksanvisning fra leverandør. Det forutsettes ved denne testen at prøver med påvisning sendes til et laboratorium for identifikasjon av *Phytophthora* spp.

3 Gjennomføring og resultater

3.1 Prøver fra Import

I 2016 mottok NIBIO prøver fra 13 importsendinger. *P. ramorum* ble påvist i 6 av sendingene. I alt ble det analysert 17 prøver, hvorav 6 var positive for *P. ramorum*. De fleste prøver bestod av blader og kvister av rododendron, men vi mottok også en prøve av pyramidelyng (*Pieris*) og en prøve av bøk (*Fagus sylvatica*). *P. ramorum* ble påvist i 5 rododendronprøver og i prøven av pyramidelyng (Tabell 1).

Tabell 1. Prøvemateriale fra importkontroll og resultat fra testing for *P. ramorum*, basert på real-time PCR og isolering.

Sending nr	Opprinnelsesland	Prøver	Real time PCR	Isolering på PARP
1	Belgia	<i>Pieris japonica</i> 'Forest flame'	pos	<i>P. ramorum</i>
2	Nederland	Rh. 'Scarlet Wonder'	pos	iu
3	Nederland	Rh. 'yakushimanum 'Blurettia'	pos	iu
4	Belgia	Rh. 'Catawbiense Grandiflorum'	pos	<i>P. ramorum</i>
		Rh. 'Catawbiense Grandiflorum'	pos	<i>P. ramorum</i>
5	-	Rh. 'Catawbiense Grandiflorum'	neg	<i>P. syringae</i>
6	Nederland	Rh. 'Catawbiense Grandiflorum'	pos	<i>P. ramorum</i> , <i>P. syringae</i>
7	Belgia	Rh. 'Cunningham's White'	neg	Ingen vekst
		Rh. 'Germania'	neg	Ingen vekst
8	Belgia	Rh. 'Marcel Menard'	neg	Ingen vekst
9	Nederland	Rh. 'Viscy'	neg	Ingen vekst
10	Nederland	Rh. 'Nova Zembla'	neg	Ingen vekst
11	Nederland	Rh. 'Catawbiense Grandiflorum'	pos	iu
12	Nederland	<i>Fagus sylvatica</i>	neg	<i>P. cambivora</i> .
13	Danmark	Rh. 'Blue Peter'	neg	iu
		Rh. 'Blue Peter'	neg	iu
		Rh. 'Blue Peter'	neg	iu

Pos: *P. ramorum* påvist; Neg: *P. ramorum* ikke påvist; iu: ikke utført; Rh.: Rhododendron

Alle prøvene ble analysert med real-time PCR som er spesifikk for *P. ramorum*. Det er rapportert at *P. foliorum* og *P. lateralis* kan kryss reagere med primere som er designet for å påvise *P. ramorum* (Hughes et al. 2006; Danahoo et al. 2006). Noen av prøvene ble derfor dobbeltsjekket ved å isolere på selektivt medium for *Phytophthora*. Noen av prøvene hvor det ble ikke påvist *P. ramorum*, ble også undersøkt ved isolering for eventuell påvisning av andre *Phytophthora* spp. I en av rododendronprøvene ble det påvist *P. syringae*. I prøven fra bøk ble det påvist *P. cambivora*. En av rododendronprøvene var infisert med både *P. ramorum* og *P. syringae* (Tabell 1). Alle *Phytophthora* – arter funnet i importkontroller har vært funnet i Norge tidligere.

Prøvene kom fra Belgia, Nederland og Danmark. Norge krever sunnhetssertifikat for å importere rododendron og *Pieris*. På tross av dette ble det påvist *P. ramorum* i fem av sendingene fra Nederland og i en sending fra Belgia.

3.2 Prøver fra nasjonal kartlegging – planteskoler og hagesentre

De fleste av prøvene fra planteskoler og hagesentre ble analysert med real-time PCR spesifikk for *P. ramorum*. Hvis resultatene var nær grenseverdien for deteksjon, ble det i tillegg forsøkt isolert *Phytophthora* fra plantemateriale, for å kunne utelukke eventuelle kryssreaksjoner med *P. foliorum* og *P. lateralis*, eller andre falske positive. Det ble også foretatt isolering fra prøver i de tilfeller hvor inspektørene hadde fått positive utslag for *Phytophthora* på hurtigtesten, og det ikke ble påvist *P. ramorum* med real-time PCR

Vi mottok prøver fra 38 omsetningssteder (planteskoler og hagesentre). Det ble funnet *P. ramorum* hos 11 av dem (Fig. 1, Tabell 2). Noen av stedene ble besøkt flere ganger av inspektøren for oppfølging av tidligere funn. Ved tre av disse stedene ble *P. ramorum* funnet igjen i etterkontroller.

Det ble fra omsetningsstedene totalt analysert 98 prøver, hvorav 40 var positive for *P. ramorum* (Tabell 3). De fleste innsendte prøver var av rododendron, unntatt to av *Pieris*, en av *Kalmia* og en av *Ilex aquifolium*. Alle positive prøver var fra rododendron.

Andre *Phytophthora* spp. som ble isolert fra prøvene var: *P. pini*, *P. plurivora*, *P. syringae*, *P. cactorum* og noen uidentifiserte *Phytophthora* spp. i molekylærgruppe (clade) 7. I ett av hagesentrene ble det isolert mer enn 3 forskjellige *Phytophthora* spp. (*P. cactorum*, *P. plurivora* og flere ukjente *Phytophthora* spp). Det var mulig å isolere flere *Phytophthora* spp. fra samme prøve.

3.3 Prøver fra nasjonal kartlegging – «Baiting»-prøver

Baiting-teknikken ble brukt av Mattilsynets inspektører i 6 planteskoler. Disse undersøkelsene ble gjennomført på ettersommeren når hovedsesongen for salg av hageplanter var over, og plantene som var igjen skulle lagres til overvintring. Fra 4 av disse planteskolene hadde vi tidligere mottatt prøver fra kontroll med omsetning. *P. ramorum* var påvist i en av disse planteskolene. «Baiting»-undersøkelsene ble gjennomført på tilsynelatende friske planter. Det var mulig å påvise *P. ramorum* i en av planteskolene. Alle de 6 prøver mottatt fra denne planteskolen var positive (Tabell 3) Det var den samme planteskolen hvor det tidligere hadde vært påvist *P. ramorum*.

De fleste rododendron bladene vi fikk fra 'baiting' hadde en eller annen skade. Derfor isolerte vi fra alle prøver unntatt fra de som var positive for *P. ramorum* med real-time PCR. Vi påviste *Phytophthora* spp. i prøver fra 2 planteskoler og *Pythium* spp. fra to andre. I tillegg undersøkte vi prøver fra et tjern som en planteskole periodevis brukte til vanning. I denne hadde det vært funnet *P. ramorum* ved omsetningskontroll, og vi hadde mistanke om at smitte kunne ha vært introdusert via vanningsvannet. Det var mulig å isolere *Pythium* spp. og *Phytophthora* spp fra disse prøver, men *P.*

ramorum ble ikke påvist. «Baiting» ble gjennomført sent om høsten når temperaturene hadde sunket under 0 °C. Det var trolig ikke en optimal periode for å gjennomføre testen.

I alt ble det analysert 34 prøver. De 6 positive var alle fra samme planteskole.

Tabell 2. Antall kontroller og påvisninger av *P. ramorum* i planteskoler og hagesentre

	Totalt antall steder kontrollert	Antall steder med påvisning av <i>P. ramorum</i>
Planteskoler og hagesentre kontrollert (inkludert «baiting»-kontroller)	40	11
Planteskoler kontrollert med «baiting» undersøkelse (rotklumper og vann)	7	1

3.4 Prøver fra nasjonal kartlegging – grøntanlegg

Vi mottok i alt 234 prøver, hvorav 55 var positive (Tabell 3). Alle prøvene var av rododendron. Påvisningene ble gjort i lokaliteter på Sør-Vestlandet med et unntak i Stjørdal (fig 1). Den sistnevnte påvisningen er den nordligste til nå i Norge. Vi vet ikke om plantene var etablerte eller nylig plantet.

Det ble ikke påvist *P. ramorum* i prøver fra Østlandet, heller ikke langs kysten fra Oslo til Grimstad. Andre *Phytophthora* spp. Funnet i grøntanlegg er *P. plurivora* og *P. cactorum*

Mange av de lokaliteter hvor det er påvist *P. ramorum* i 2016 er områder hvor patogenet tidligere har vært påvist i kartlegginger (fig 2.). Kystområdene i Hordaland og Rogaland er fortsatt områdene med flest påvisninger

Tabell 3. Antall prøver og påvisninger av *P. ramorum*.

	Antall prøver	Antall prøver positive for <i>P. ramorum</i>
Import	17	7
Planteskoler og hagesentre	98	40
«Baiting»- undersøkelse av rotklumper fra planteskuler	30	6
«Baiting»- undersøkelse av tjern ved planteskole	4	0
Grøntanlegg	234	55
Totalt	383	108

3.5 Hurtigtest for påvisning av *Phytophthora* spp.

I løpet av kartleggingsperioden fikk vi prøver hvor inspektørene hadde brukt et 'Pocket Diagnostic' kit for testing av *Phytophthora* sp. Noen prøver ble funnet positive av inspektørene, uten at vi greide å påvise *P. ramorum* med real-time PCR. I disse tilfellene forsøkte vi å isolere *Phytophthora* på næringsmedium for å undersøke om det var andre *Phytophthora* spp. i prøvene. Vi analyserte 32 prøver hvor inspektørene hadde fått positive utslag. Vi påviste *Phytophthora* i 26 av disse, d.v.s. at 6 prøver (19%) muligens var falske positiver. De falske positivene inkluderte noen prøver hvor inspektørene var usikre på resultatet. Vi fikk få prøver som ble vurdert som negative av inspektørene og kunne derfor ikke vurdere eventuelle falske negativer. I andre land hvor 'Pocket Diagnostic' kitet har blitt testet på et større antall prøver og sammenlignet med andre påvisningsmetoder, anbefaler de å bruke kitet som en 'pre-screening' (Kox et al. 2009). Alle positive eller tvilsomme prøver må sendes til laboratorieanalyse.

4 Konklusjoner

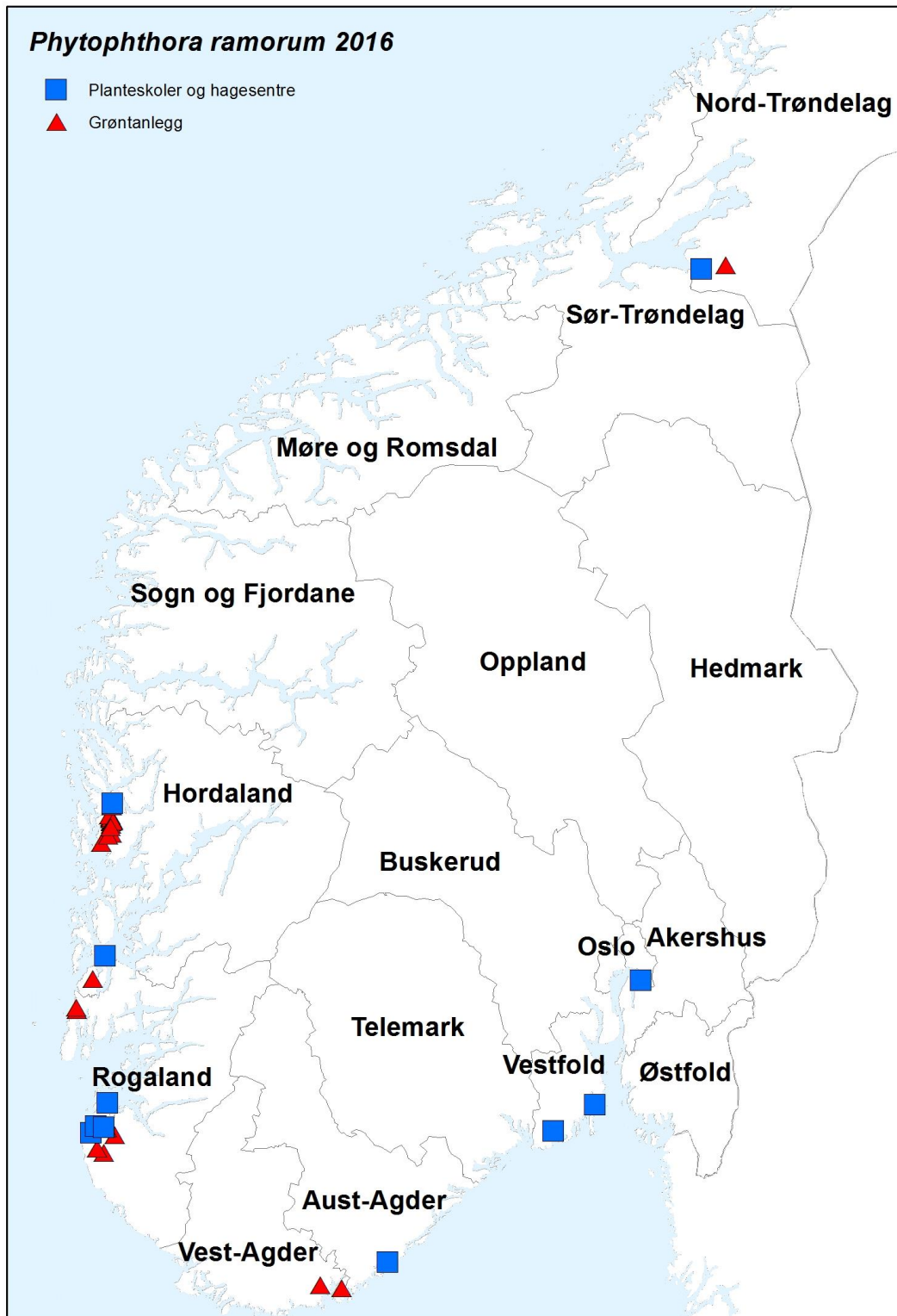
Det har gått 5 år siden siste kartlegging av *P. ramorum* ble gjennomført i Norge. Situasjon ser ikke ut til å ha forandret seg mye sammenlignet med tidligere kartlegging.

Av de 13 analyserte importsendingene, ble *P. ramorum* påvist i 6. Det er et høyt antall hvis vi tar i betraktning at Norge krever sunnhets sertifikat for importerte planter. To andre *Phytophthora*-arter ble også påvist i importsendingene: *P. syringae* på rododendron og *P. cambivora* på bøk. Disse resultatene viser at patogenene ofte følger med importert plantemateriale.

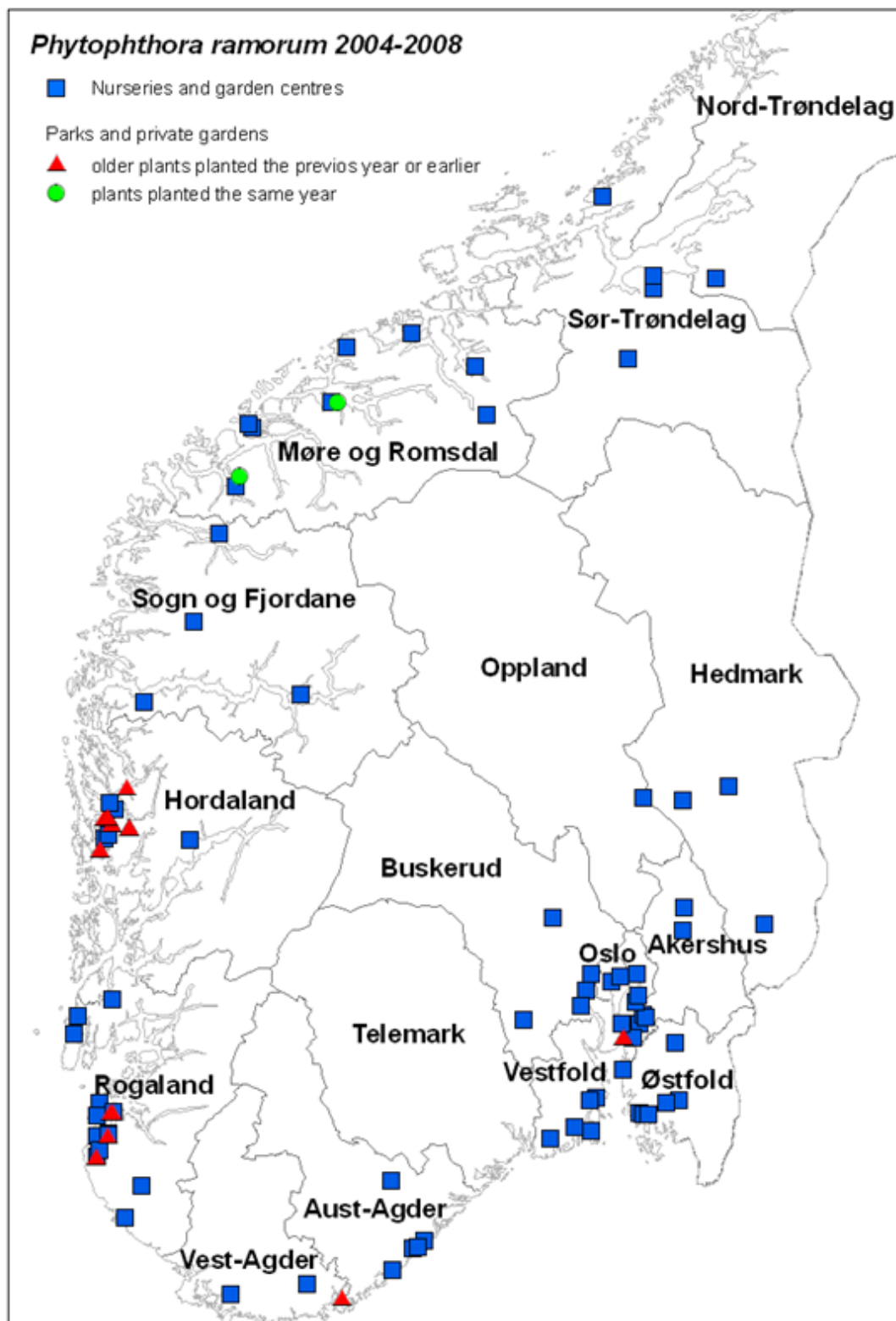
Av de 40 planteskolene og hagesentre som ble undersøkt, ble det påvist *P. ramorum* i 11. Etter at tiltak, som destruksjon av infiserte planter og plantene i nærheten, var gjennomført ble det påvist *P. ramorum* i 3 av planteskolene i etterkontroller. Det viser at det er vanskelig å utrydde patogenet når det først har infisert en lokalitet.

Ved 'baiting'-undersøkelser av rotklumper ble det påvist *P. ramorum* i 6 rododendronprøver. Disse plantene hadde ikke synlige symptomer og hadde muligens blitt lagret for så å selges senere i 2017. 'Pocket Diagnostic'-kitet har vist seg nyttig og kan anbefales til egenkontroll i planteskoler. Kitet til hurtigtesting av *Phytophthora* kan også anbefales selv om bekreftelse av resultatet må gjøres ved laboratoriet. Uansett bør ikke planter smittet med *Phytophthora*-arter selges.

Kartlegging gjennomført i grøntanlegg tyder på at kysten i Sør-Vestlandet er mest utsatt for infeksjoner av *P. ramorum*. I mange av områder hvor det ble påvist *P. ramorum* i 2016 var patogenet påvist også tidligere år. En unntak er Stjørdal hvor *P. ramorum* ikke hadde vært påvist tidligere. Hovedvertplanta for *P. ramorum* i Norge er fortsatt rododendron.



Figur 1. Lokalteter hvor *P. ramorum* ble påvist i 2016.



Figur 2. Lokalteter hvor *P. ramorum* ble påvist i perioden 2004-2008.

Litteraturreferanser

- Donahoo, R., Blomquist, C. L., Thomas, S. L., Moulton, J. K., Cooke, D. E., & Lamour, K. H. 2006. *Phytophthora foliorum* sp. nov., a new species causing leaf blight of azalea. Mycological research, 110(11), 1309-1322 EPPO 2006. *Phytophthora ramorum*. EPPO Bulletin 36 (1): 145-155.
- Jeffers, S.N. & Martin, S.B. 1986. Comparison of two media selective for *Phytophthora* and *Pythium* species. Plant Disease 70: 1038-1043.
- Herrero, M.L. & Sletten, A. 2005. *Phytophthora ramorum*. Grønn kunnskap 9 (12):100-107.
- Herrero, M.L., Toppe B., Brurberg, M.B., Rafoss, T. & Sletten, A. 2010. Kartlegging av *Phytophthora ramorum* i 2008 og 2009. Bioforsk rapport 5 (45).
- Herrero, M.L., Toppe, B., Klemsdal, S.S., & Stensvand, A. 2006. First report of *Phytophthora ramorum* in ornamental plants in Norway. Plant Disease 90:1458
- Herrero, M.L., Toppe, B. & Brurberg, M.B. 2011. First report of *Phytophthora ramorum* causing shoot dieback on bilberry (*Vaccinium myrtillus*) in Norway. Plant Disease 95:355.
- Hughes, K.J.D., Griffin, R.L., Tomlinson, J.A., Boonham, N., Inman, A.J. & Lane, C.R. 2006. Development of a one-step real-time PCR assay for diagnosis of *Phytophthora ramorum*. Phytopathology 96:975-981.
- King, K. M., Harris, A.R. & Webber, J.F. 2015. *In planta* detection used to define the distribution of the European lineages of *Phytophthora ramorum* on larch (*Larix*) in the UK. Plant Pathology 64(5): 1168-1175.
- Kox, L.F.F., Brouwershaven, I.V., Vossenbergh, B.V.D., Beld, H.V.D., Bonants, P.J.M. & Gruyter, J.D. 2007. Diagnostic values and utility of immunological, morphological, and molecular methods for *in planta* detection of *Phytophthora ramorum*. Phytopathology, 97(9): 1119-1129.
- Rizzo, D.M., Garbelotto M., Davidson, J.M., Slaughter, G.W. & Koike S.T. 2002. *Phytophthora ramorum* as the cause of extensive mortality of *Quercus* spp. and *Lithocarpus densiflorus* in California. Plant Disease 86: 205-14.
- Sansford, C.E, Inman, A.J., Baker, R., Brasier, C., Frankel, S., de Gruyter, J., Husson, C., Kehlenbeck, H., Kessel, G., Moralejo, E., Steeghs, M., Webber, J. & Werres, S. 2009. Report on the risk of entry, establishment, spread and socio-economic loss and environmental impact and the appropriate level of management for *Phytophthora ramorum* for the EU. Deliverable Report 28. EU Sixth Framework Project RAPRA. <http://rapra.csl.gov.uk/>
- Sundheim, L., Herrero, M.L., Rafoss T. & Toppe, B. 2009. Pest risk assessment of *Phytophthora ramorum* in Norway. Opinion of the Panel of Plant Health of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 74. s. <http://www.vkm.no/dav/e494131ac6.pdf>
- Sutton, W., Hansen, E.M., Reeser, P.W. & Kanaskie, A. 2009). Stream monitoring for detection of *Phytophthora ramorum* in Oregon tanoak forests. Plant Disease, 93(11): 1182-1186.
- Vercauteren, A., Riedel, M., Maes, M., Werres, S. & Heungens, K. 2013. Survival of *Phytophthora ramorum* in *Rhododendron* root balls and in rootless substrates. Plant pathology 62(1): 166-1.
- Werres, S., Marwitz, R., De Cock, A. W., Bonants, P. J., De Weerd, M., Themann, K., Ilie, E. & Baayen, R. P. 2001. *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. Mycological Research, 105(10): 1155-1165.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S.J.W.T. & Taylor, J.W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR protocols: a guide to methods and applications (M. Innis, D. Gelfand, J. Sninsky and T. White, eds.), pp 315-322, Academic Press, Orlando, Florida.

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.