

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla *Phytophthora kernoviae***Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska**Opis obszaru zagrożenia:** cały kraj

Główne wnioski

Phytophthora kernoviae jest patogenem powodującym nekrozy i zamieranie drzew i krzewów należących do 15 różnych rodzajów. Głównymi żywicielami są *Rhododendron ponticum* i *Fagus sylvatica*. Porażeniu ulegają występujące na wrzosowiskach borówki (*Vaccinium myrtillus*) oraz rośliny rodzajów *Magnolia* sp., *Drimys* sp., *Quercus* sp., *Vaccinium* sp. i kilka innych. Szybkie rozprzestrzenianie się infekcji oraz rozmiar uszkodzeń wielu gatunków drzew, krzewów i roślin wrzosowatych, wskazuje, że choroba stanowi poważne zagrożenie szczególnie na obszarach leśnych i wrzosowiskach.

Pierwsze objawy stwierdzono w 2003 roku, w południowo-zachodniej Anglii. Patogen jest także obecny w Irlandii, Chile i Nowej Zelandii.

Prawdopodobieństwo wniknięcia: **średnie** kontrola importowanego materiału roślinnego z obszarów, gdzie patogen występuje

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: **średnie**

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: **średnie**

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: średnia, w przypadku przedostania się materiału roślinnego niezbędna jest kontrola fitosanitarna. Porażony materiał należy zniszczyć w celu zapobiegania rozprzestrzeniania się agrofaga.

Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru
(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)

Wysokie

Średnie

Niskie

Poziom niepewności oceny:

(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)

Wysoka

Średnia

Niska

Inne rekomendacje:

Brak

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Phytophthora kernoviae*
(Brasier, Beales & S. A. Kirk)

Przygotowana przez: dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Jakub Danielewicz, mgr inż. Weronika Zenelt, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, dr Tomasz Kałuski
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, W. Węgorka 20, 60-318 Poznań

Data: 15.09.2019

Raport został wykonany w ramach Programu Wieloletniego 2016-2020: „Ochrona roślin uprawnych z uwzględnieniem bezpieczeństwa żywności oraz ograniczenia strat w plonach i zagrożeń dla zdrowia ludzi, zwierząt domowych i środowiska”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Etap 1 Wstęp

Powód wykonania PRA: Występowanie *Phytophthora kernoviae* odnotowano w Anglii, Irlandii, Nowej Zelandii i w Chile. Przypuszcza się (choć nie ma na to dowodów), że patogen mógł zostać zawleczony do Europy w ciągu ostatnich 10-15 lat poprzez transport rododendronów z Nowej Zelandii do Wielkiej Brytanii (Brasier i in. 2005).

Głównymi żywicielami agrofaga są buki (*Fagus sylvatica*) i rododendron (*Rhododendron ponticum*). Patogen stanowi zagrożenie nie tylko dla środowiska leśnego i szkółek, ale również dla wrzosowisk, na których atakuje borówkę (*Vaccinium myrtillus*). Transport porażonych roślin, kłód i gałęzi jest najbardziej prawdopodobnym sposobem zawleczenia agrofaga na obszar PRA.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: *Chromista* - grzybopływki

Gromada: *Oomycota* - lęgniowce

Klasa: *Peronosporae*

Podklasa: *Pyrenosporidae*

Rząd: *Peronosporales* - wroślikowce

Rodzina: *Peronosporaceae*

Rodzaj: *Phytophthora*

Gatunek: *Phytophthora kernoviae* Brasier, Beales & S. A. Kirk

Nazwa powszechna:

Фитофтороз декоративных и
древесных культур

2. Informacje ogólne o agrofagu:

W październiku 2003 roku w Anglii (Kornwalia) po raz pierwszy stwierdzono obecność nieznanego nowego gatunku rodzaju *Phytophthora*. Miało to miejsce w czasie inspekcji przeprowadzanych pod kątem obecności *P. ramorum* na rododendronach (Brasier i in., 2005). W tym samym czasie agrofaga wyizolowano z krwawiących nekroz drzew *Fagus sylvatica* i *Rhododendron ponticum* w ogrodach i szkółkach w południowo-zachodniej Anglii. Nowy patogen początkowo zaliczany był do taksonu C *Phytophthora*. Następnie na podstawie badań morfologicznych i filogenetycznych wyodrębniono nowy gatunek *Phytophthora kernoviae*, którego nazwa gatunkowa pochodzi od starożytnej Kornwalii: „Kernow” (Sansford i in., 2004, Brasier i in., 2005). Patogen występuje także na wrzosowiskach porażając borówkę czarną (*Vaccinium myrtillus*).

W kolejnych latach obecność patogena odnotowano w Szkocji, Irlandii (2008 rok) i Nowej Zelandii (2005 rok), gdzie stwierdzono go na zgniłych owocach *Annona cherimola* (EPPO 2006, EPPO 2010).

W 2014 roku po raz pierwszy stwierdzono obecność *P. kernoviae* w Południowej Ameryce (Chile) (Sanfuentes i in., 2014).

P. kernoviae była izolowana z *Quercus robur*, *Liriodendron tulipifera*, *Magnolia* sp., *Camellia* sp., *Pieris formosa*, *Gevuina avellana*, *Michelia doltsopa* i *Quercus ilex*. Szybkie rozprzestrzenianie się infekcji oraz rozmiar uszkodzeń wielu gatunków drzew, krzewów i roślin wrzosowatych, wskazuje, że choroba stanowi poważne zagrożenie szczególnie na obszarach leśnych i wrzosowiskach.

Patogen rozprzestrzenia się podobnie jak inne gatunki tego rodzaju, poprzez sporangia i oospory. Struktury te przenoszone są na inne rośliny żywicielskie podczas ulewnych deszczy i wiejącego wiatru, a także wraz z zakażonym podłożem (Fichtner i in., 2011a). Możliwe jest pojawienie się ukrytych infekcji na liściach, kiedy patogen obecny jest na roślinie i wytwarza zarodniki, ale nie widać objawów chorobowych (Denman i in., 2007; CSL Forest Research 2008).

Badania wykazały, że patogen może być obecny na korzeniach i w glebie sadzonek *R. ponticum*, pomimo braku objawów na częściach naziemnych; dlatego wykrycie patogena w korzeniach, wymaga losowego pobierania próbek z roślin bezobjawowych z obszarów, o których wiadomo, że są porażone (USDA 2008).

Cykl życiowy

Phytophthora kernoviae jest lęgniowcem, rozmnażającym się płciowo poprzez oogonia i bezpłciowo przez sporangia, zoospory i strzępki. Agrofag ma prosty cykl życiowy, wytwarza oospory, grubościennie struktury przetrwalnikowe. Do tej pory zaobserwowano liczną produkcję oospor jedynie w warunkach laboratoryjnych, wytwarzanie ich na naturalnie zainfekowanych tkankach roślinnych prawdopodobnie nie jest znane (Brasier i in., 2005, Brown i Brasier, 2007). W dogodnych warunkach oospory kiełkują na tkance żywiciela i wytwarzają sporangia, które mogą rozprzestrzeniać się na sąsiednie rośliny (Fichtner i in., 2011b).

Sporangia powstają tylko na liściach niektórych żywicieli, na pniach nie zaobserwowano sporulacji (Fichtner i in., 2011b). W sprzyjających warunkach, sporangia mogą być przenoszone przez wiatr i rozpryskującą się wodę, zakażając w ten sposób pobliskie rośliny żywicielskie. Ze sporangiów uwalniane są ruchliwe zoospory, powodujące nowe infekcje (Brasier i in., 2005). Odległość jaką mogą pokonać sporangia w czasie deszczowej pogody jest prawdopodobnie proporcjonalna do wysokości organizmu żywicielskiego i prędkości wiatru. Badania Mascherettiego i współpracowników (2008) wykazały, że sporangia wytwarzane przez pokrewny gatunek *P. ramorum*, porażający drzewa, mogą rozprzestrzenić się na 100-200 m w ciągu jednego sezonu, w środowisku o słabym wietrze i na odległość 1-3 km w środowisku o silnym wietrze. Odległości te są mniejsze w przypadku niższych żywicieli takich jak rododendrony (Tjosvold i in., 2005). Istnieje duże prawdopodobieństwo, że podobna sytuacja może być w przypadku sporangiów produkowanych przez *P. kernoviae*.

W warunkach laboratoryjnych patogen wytwarza sporangia w ciągu 7 dni.

Przemieszczanie się patogena na duże odległości odbywa się poprzez transport roślin oraz przez glebę przenoszoną na pojazdach, zwierzętach i obuwiu.

Wykazano, że *P. kernoviae* kolonizuje i rozprzestrzenia się w ksylemie roślin drzewiastych oraz może tą drogą inicjować nowe zmiany patologiczne w łyku. Agrofaga znajdowano na głębokości nawet 12 mm w głąb ksylemu. Badania potwierdziły, że może on przetrwać tam co najmniej 2 lata po odkorowaniu (Anon, 2006; Brown i Brasier, 2007). Dlatego transport nawet okorowanego drewna, może wiązać się z możliwością przeniesienia agrofaga na nowe obszary.

Badania monitorujące wykazały, że na roślinach *Vaccinium* sp. Można znajdować się ponad 1600 zarodników *P. kernoviae* na cm² łodygi, przy czym najintensywniejsza sporulacja zachodzi w okresie późnej jesieni (listopad). Stąd rośliny borówki mogą być pierwotnym źródłem zarodników i przyczyniać się do dalszego ich rozprzestrzeniania (FERA 2012).

Symptomy

W wielu przypadkach u zainfekowanych żywicieli *Phytophthora kernoviae* wywołuje bardzo podobne objawy do tych powodowanych przez *P. ramorum*.

Objawy chorobowe są zróżnicowane i można je podzielić na 3 grupy:

- a) zamieranie liści, gałęzi i pędów
- b) nekrozy
- c) „krwawiące raki”

Na roślinach z rodziny *Fagaceae* patogen wywołuje „krwawiące raki” na łodygach, a na pozostałych gospodarzach zamieranie pędów i nekrozy (Dick i Parke, 2012).

Krzewy

Rhododendron ponticum, *R. catawbiense*, *R. yakushimanum* i ich mieszańce

Początkowo na liściach widoczne jest czernienie ogonków liściowych, które z czasem rozszerza się u podstawy blaszki liściowej, a w zaawansowanych przypadkach obejmuje cały liść. W niektórych przypadkach obserwuje się tylko czernienie wierzchołka liścia. Nietypowym objawem dla porażenia różaneczników przez rodzaj *Phytophthora* jest jednakowe porażenie zarówno starych jak i młodych liści. Infekcja może występować na każdej wysokości i miejscu krzaka. Chore liście mogą opadać w ciągu kilku tygodni od infekcji. Nekrozy otaczające tkankę pędu powodują więdnienie gałązek i liści. Przy poważnych infekcjach zamierają całe rośliny.

Pieris spp., *Michelia doltsopa*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Prunus laurocerasus*

U *M. doltsopa* charakterystyczne są rozlewające się nekrozy na wierzchołkach liści, które następnie rozszerzają się na obrzeża liścia i obejmują blaszkę liściową. Nekrozy mają zabarwienie ciemno czarno-brązowe. Natomiast typowe nekrozy na liściach *Pieris* spp. Są koloru od jasnego do rudobrazowego i rozszerzają się w kierunku nerwów bocznych i nerwu głównego, powodując zamieranie blaszki liściowej. Na *I. aquifolium* obserwuje się ciemne nekrotyczne plamy. Dla *P. laurocerasus* charakterystyczne jest zamieranie liści i pędów, a *H. helix* tylko infekcja pędów.

Vaccinium myrtillus

Objawy chorobowe dają charakterystyczny pasiasty wygląd zdrowych i nekrotycznych części na pędach. Defoliacja liści występuje wcześniej.

Drzewa

Fagus sylvatica

Wczesne objawy w postaci „krwawiących raków”, pojawiają się na pniach powyżej 12 m od poziomu gruntu. Starsze raki mogą powodować zapadanie tkanek. Objawy są podobne do tych wywoływanych przez *P. ramorum*, są wycieki o zabarwieniu ciemnobrązowym do niebiesko-czarnego. Pod korą widać nekrozy: pomarańczowo-różowe do różowo-brązowych. Zgnilizna czasami obejmuje pierścieniem cały pień drzewa.

Quercus robur

Ze względu na grube łuski i pofałdowania kory zewnętrznej dębu, czasami trudno jest zaobserwować objawy w postaci „krwawiących raków”, są one jednak podobne do tych występujących u *F. sylvatica*. W miejscach pękniętej kory można zaobserwować ciemne wycieki.

Liriodendron tulipifera

Gatunek ten rzadko porażany jest przez patogena. Na pniu tworzą się wielokrotnie „krwawiące raki”, występują one do wysokości ok. 9m od poziomu gruntu. Wewnętrzne nekrozy są zabarwione na kolor od jasno czekoladowego do niebiesko-czarnego. Raki są średniej wielkości ok. 15x20 cm. W wyniku licznych nekroz kora staje się pofałdowana. Objawy chorobowe występują także na liściach, głównie na wierzchołkach (ok. 10-15 mm długości) i brzegach blaszek liściowych. Na skutek defoliacji następuje zamieranie całych gałęzi (Aleksandrov i Arbuzova, 2012).

Castanea sativa/ Aesculus hippocastanum

Objawy pojawiają się tylko na liściach, obejmują nekrozy wzdłuż nerwu głównego, potem rozprzestrzeniają się w kierunku brzegów blaszki liściowej. Symptomy zazwyczaj widoczne są pod koniec sezonu wegetacyjnego.

Quercus ilex

Obserwuje się nekrozy liści i zamieranie związane z powstawaniem pędów przybyszowych. Nie zaobserwowano zapadania kory i „krwawiących raków”.

Magnolia spp.

Porażeniu ulegają pączki i liście. Infekcja rozprzestrzenia się na całej blaszce liściowej, tworząc ciemne nekrotyczne plamy i pryszczatość liści. Obserwuje się tendencję do łączenia się plam i przemieszczania porażenia w kierunku nerwu głównego. Charakterystyczne jest cętkowanie liści, cętki mogą mieć nieregularne kształty. Infekcje występujące na brzegu blaszki liściowej powodują jej zapadanie oraz tworzenie twardej i suchej obręczy. Ogonki liściowe mogą także ulegać infekcji,

gdyż choroba często postępuje w kierunku podstawy liścia. Porażeniu ulegają także pączki, które przybierają jasno szaro-zielone zabarwienie.

Drimys winteri

Objawy są podobne do tych występujących na różaneczniku. Na pniach mogą wystąpić krwawiące raki.

Morfologia

Phytophthora kernoviae nie jest trudnym mikroorganizmem do identyfikacji, jeśli posiew wykonany jest na podłożu z wywaru wiśniowego lub z kawałkami marchwi (Brasier i in., 2005). Średnia temperatura wzrostu patogena wynosi 18°C, temperatura powyżej 26°C stanowi górną granicę wzrostu. Maksymalna temperatura wzrostu dla *P. kernoviae* jest nieco wyższa niż dla *P. hibernalis* i *P. illicis* (25°C) oraz *P. nemorosa* (<25°C), ale znacznie niższa niż w przypadku *P. botryosa*, *P. heveae* i *P. katsurae* (32°C), *P. meadii* (33°C) i *P. megakarya* (30°C) (Gallegly i Hong, 2008).

Na podłożu P₅ARP[H], po upływie 4-6 dni inkubacji w temperaturze pokojowej (ok. 18-23°C), można obserwować typowe cechy dla tego gatunku. Kolonia przyrasta ok 2-4 mm na dzień. Plecha jest lekko guzłkowata rosnąca wewnątrz pożywki, ze słabym wzrostem powierzchniowym, bez zgrubień strzępkowych. Natomiast na agarze z kawałkami marchwi po upływie 3-5 dni w temperaturze ok. 20°C, wzrasta plecha o wzorze podobnym do róży z wyraźnymi koncentrycznymi pierścieniami. Średni wzrost wynosi 3,8-4,6 mm na dzień. Strzępki powierzchniowe są zwarte, bez zgrubień strzępkowych (Brasier i in., 2005).

Zarodnie płytkowe tworzą się licznie, są brodawkowate, regularne, jajowate lub cytrynkowate, czasami asymetryczne, przybierają kształt „myszy”. Zoosporangia mają wielkość 38,5 – 45,5 x 22,5 – 27 μm, a średni stosunek długości do szerokości wynosi 1,5 μm. Zarodnie są odpadające, niektóre z nich mają wyraźną wakuolę.

Nie zaobserwowano występowania chlamydospor. *P. kernoviae* jest gatunkiem homotalicznym, gametangia tworzą się po ok. 10 dniach wzrostu na agarze marchwiowym. Oogonia są wielkości 23,5-25,5 μm (zakres wielkości 21-28 μm). Anteridia są amfigeniczne, o wielkości 10-14 x 9-12 μm. Oospory plerotyczne, od 19 – 25 μm wielkości i o grubości ściany od 3,5 do 5 μm. Oospory mogą przetrwać w wilgotnym piasku, w temperaturze 30°C przez okres co najmniej roku (Widmer, 2011). Optymalna temperatura dla kiełkowania oospor wynosi od 18 do 20°C i nie zachodzi w temperaturze 5°C (Widmer, 2010).

Izolaty pochodzące z Nowej Zelandii rosną wolniej w temperaturze 20°C i różnią się wymiarami oogoniów i sporangiów (Ramsfield i in., 2009).

P. kernoviae często występuje na podobnych siedliskach w Wielkiej Brytanii i poraża tych samych gospodarzy co *P. ramorum*, jednak łatwo jest je odróżnić morfologicznie. *P. kernoviae* jest organizmem homotallicznym a nie heterotallicznym, nie wytwarza chlamydospor, zarodnie mają dłuższy trzonek i są typu *papillate*, a nie *semi-papillate* (Dick i Parke, 2012).

P. kernoviae można odróżnić od innych homotalicznych gatunków rodzaju *Phytophthora*. Patogen ten ma inny rodzaj sporangiów, inną średnią długości trzonka (pediceli) i różni się optymalną temperaturą wzrostu w przeciwieństwie do *P. botryosa* i *P. hevea*.

P. nemerosa charakteryzuje się niższą optymalną temperaturą wzrostu, a *P. meadii*, *P. megakarya* i *P. nemerosa* nie mają asymetrycznych sporangiów (Brasier i in., 2005; Dick i Parke, 2012).

Widmer (2010) opracował klucz diagnostyczny pozwalający odróżnić *P. kernoviae* od innych gatunków *Phytophthora*, porażających rośliny rodzaju *Rhododendron*.

W celu czułego i szybkiego wykrywania *P. kernoviae* stosuje się reakcję duplex-real time PCR, opracowaną przez Schlenzig (2011), pozwala ona na jednoczesne odróżnienie tego gatunku od *P. ramorum*.

OEPP/EPPO (2013) opublikowało protokół diagnostyczny dla *P. kernoviae*, który obejmuje:

- wykrywanie objawów na krzewach, drzewach oraz w próbkach gleby i wody
- identyfikację na poziomie gatunku poprzez jego charakterystykę wzrostu w kulturze i morfologii, albo metodami molekularnymi (testy PCR i RT-PCR).

3. Czy agrofag jest wektorem?	Tak	<u>Nie X</u>
-------------------------------	-----	---------------------

4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor?	Tak	<u>Nie X</u>
--	-----	---------------------

5. Status regulacji agrofaga

Maroko – organizm kwarantannowy od 2018 roku.

Kazachstan – lista A1 od 2017 roku

EAEU na liście A1 od 2016 roku

EPPO na liście A2 od 2013 roku

6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie (<i>lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka</i>)	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania (<i>np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.</i>)	Źródła
Ameryka Pd.	Chile	Obecny, kilka wystąpień	Sanfuentes I in., 2014; Sanfuentes I in., 2016
Europa			
	Irlandia	Obecny, kilka wystąpień	EPPO 2010; EPPO 2014
	Wielka Brytania, Szkocja	Obecny	EPPO 2014
Oceania	Nowa Zelandia	Obecny	EPPO 2006; EPPO 2014

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA.

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA (<i>Tak/Nie</i>)	Komentarz (<i>np. główne/poboczne siedliska</i>)	Źródła (<i>dotyczy występowania agrofaga na roślinie</i>)
<i>Aesculus hippocastanum</i> (kasztanowiec pospolity, kasztanowiec zwyczajny)	<i>Tak</i>	Występuje w nasadzeniach parkowych, alejach, na obrzeżach dróg. Jedno z częściej spotykanych drzew ozdobnych na obszarze PRA. Roślina lecznicza, miododajna i kosmetyczna.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Annona cherimola</i> (flaszowiec peruwiański)	Tak?	Gatunek pochodzący z Ameryki Południowej. Bardzo rzadko uprawiane przez hobbystów na obszarze PRA drzewko. Nie zimuje w warunkach obszaru PRA.	Dick i Parke, 2012
<i>Castanea sativa</i> (Kasztan jadalny)	Tak	Drzewo uprawiane na obszarze PRA, głównie w cieplejszych regionach kraju, w pozostałych może przemarzać.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014

<i>Drimys winteri</i> (Winter's bark)	Nie	Krzew pochodzący z Ameryki Południowej. Roślina użytkowa – ozdobna, lecznicza i przyprawowa.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Fagus sylvatica</i> (buk zwyczajny)	Tak	Rodzimy gatunek drzewa na obszarze PRA, naturalnie występujący głównie w południowo-zachodniej części kraju, często nasadzany jako drzewo ozdobne. Ważny gatunek lasotwórczy.	Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014; Brasier i in., 2004
<i>Gevuina avellana</i> (chilijski orzech laskowy; chilean hazelnut)	Nie	Drzewo rosnące naturalnie w Chile i Argentynie. Roślina użytkowa.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Hedera helix</i> (bluszcz pospolity)	Tak	Roślina występująca w naturze na całym obszarze PRA, a także uprawiana jako ozdobna w gruncie i w warunkach pokojowych. Często stosowana roślina okrywowa.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Ilex aquifolium</i> (ostrokrzew kolczasty)	Tak	Gatunek uprawiany na obszarze PRA jako roślina ozdobna. Może przemarzać w surowe zimy.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Leucothoe fontanesiana</i> (kiścień wawrzynowy)	Tak	Roślina pochodząca z Ameryki Północnej, na obszarze PRA uprawiana jako ozdobna. Nie jest w pełni mrozoodporna i może przemarzać.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Liriodendron tulipifera</i> (tulipanowiec amerykański)	Tak	Drzewo ozdobne nasadzone w ogrodach, parkach, kolekcjach botanicznych na obszarze PRA. Młode okazy mogą przemarzać w surowe zimy.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014

<i>Magnolia</i> sp. (magnolia)	Tak	Roślina ozdobna sadzona w parkach, ogrodach botanicznych i przydomowych.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Pieris formosa</i>	Tak	Gatunek introdukowany, występuje rzadko na obszarze PRA, wrażliwy na niskie temperatury – może przemarzać.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Pieris japonica</i> (pieris japoński)	Tak	Pochodząca z Chin i Japonii roślina uprawiana na obszarze PRA jako ozdobna.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Podocarpus salignus</i> (podokarp, zastrzalin)	Tak	Roślina rzadko uprawiana na obszarze PRA jako ozdobna. Obecna w ogrodach botanicznych i prywatnych kolekcjach. Wrażliwa na mrozy, może przemarzać.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Quercus ilex</i> (dąb ostrolistny)	Tak	Bardzo rzadko występujący na obszarze PRA gatunek dębu, głównie w ogrodach botanicznych i prywatnych kolekcjach. Gatunek wrażliwy na mróz.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Quercus robur</i> (dąb szypułkowy)	Tak	Rodzimy gatunek o dużym znaczeniu lasotwórczym. Powszechnie nasadzany w lasach i parkach.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014; Brasier i in., 2004
<i>Rhododendron macrophyllum</i> (róžanecznik wielkolistny)	Tak	Roślina pochodząca z Ameryki Północnej. Rzadko nasadzany na obszarze PRA, głównie w ogrodach botanicznych.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014

<i>Rhododendron occidentale</i> (różanecznik zachodni)	Tak	Gatunek uprawiany jako ozdobny na obszarze PRA, w ogrodach botanicznych i arboretach, kolekcjach prywatnych.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Rhododendron ponticum</i> (różanecznik pontyjski)	Tak	Gatunek uprawiany jako ozdobny na obszarze PRA. Spotykany w ogrodach botanicznych, arboretach, kolekcjach prywatnych, ogrodach przydomowych.	Aleksandrov I Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Sequoiadendron giganteum</i> (mamutowiec olbrzymi)	Tak	Roślina rzadko nasadzana na obszarze PRA ze względu na wrażliwość na niskie temperatury. Uprawy głównie w zachodniej (cieplejszej) części obszaru PRA.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Umbellularia californica</i> (wawrzyn kalifornijski)	Tak	Pojedyncze okazy w ogrodach botanicznych i kolekcjach na obszarze PRA.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014
<i>Vaccinium myrtillus</i> (borówka czarna)	Tak	Pospolicie rosnące rośliny na całym obszarze PRA.	USDA 2008; Aleksandrov i Arbuzova, 2012; EPPO 2014

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Rośliny do sadzenia
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen zasiedla liście i łodygi roślin, może zostać przyniesiony z zainfekowanym materiałem
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Częściowo, zamknięta dla <i>Quercus</i> L..
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Prawdopodobnie nie, ale jest to najbardziej prawdopodobna droga przenikania patogena.

Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy i zoospory na porażonych roślinach. Oospory - struktury zdolne do przetrwania niekorzystnych warunków (np.: niska temperatura, susza)		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Podobne warunki klimatyczne, kraj pochodzenia		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak Agrofag łatwo rozprzestrzenia się na krótkie dystanse poprzez wodę: deszcz, irygację, podlewanie (chlapanie).		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych na temat wielkości przemieszczania.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych na temat częstotliwości przemieszczania.		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Podłoże		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen zasiedla korzenie roślin i glebę, często nie wywołując objawów na częściach nadziemnych rośliny (dotyczy głównie <i>Rhododendron</i> sp.), może zostać przyniesiony z zainfekowanym podłożem w czasie transportu roślin lub poprzez zwierzęta i ludzi (resztki ziemi na obuwiu, na sprzęcie ogrodniczym)		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Tak		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie jest to potwierdzone dla tego gatunku, ale inne gatunki rodzaju <i>Phytophthora</i> rozprzestrzeniają się w ten sposób.		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy, zoospory, oospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		

Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	<u>Wysoka X</u>

Wysoka ocena niepewności związana jest z brakiem danych dotyczących importu podłoża z Wielkiej Brytanii, w której patogen był notowany.

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Drewno i kora (nie przeznaczona do spalania)		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen zasiedla drewno, floem i ksylem, w związku z tym nawet okorowane drewno może być zagrożeniem		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj pochodzenia, warunki klimatyczne		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych na temat wielkości przemieszczania.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych na temat częstotliwości przemieszczania.		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie X	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Liście i obcięte gałęzie		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może przetrwać w opadłych liściach oraz fragmentach łądyg.		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie (trudna do wdrożenia w praktyce)		

Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki patogena
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Warunki klimatyczne
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	tak
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	tak
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u> Średnie Wysokie
Ocena niepewności	Niska Średnia <u>Wysoka X</u>

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Nasiona
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Nie ma dowodów na to, że <i>P. kernoviae</i> może być przenoszona wraz z nasionami roślin gospodarzy, jednak istnieje prawdopodobieństwo, że patogen może zasiedlać zewnętrzną osłonkę nasion.
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Podobne przypadki odnotowano wobec innych gatunków <i>Phytophthora</i> : <i>P. sojae</i> i <i>P. cinnamomi</i> (Durbin i in., 1957)
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki plechy
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj pochodzenia
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	tak
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	tak
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	tak

Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	<u>Wysoka X</u>

9. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych (środowisko naturalne i zarządzane oraz uprawy) na obszarze PRA

Na terenie PRA występuje wiele gatunków roślin porażanych przez *P. kernoviae*. W rejonie EPPO, jak i w Polsce, występują drzewa często nasadzone w lasach, parkach i ogrodach, takie jak: *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Magnolia* sp., *Rhododendron* sp. Pospolicie spotykane są także rośliny występujące na naturalnych siedliskach jak *Hedera helix* i *Vaccinium myrtillus*, ważni żywiciiele agrofaga.

Patogen rośnie w wąskim zakresie temperatur, temperatura optymalna wynosi 18°C, przy czym w temperaturze 26° C nie obserwuje się wzrostu.

W naszym kraju nie odnotowano dotychczas wystąpienia *P. kernoviae*.

Zgodnie z mapami stref klimatycznych Köppen-Geiger, 31,9 % obszaru Polski tj. część wschodnia, znajduje się w strefie wilgotnego kontynentalnego klimatu z surowymi zimami, brakiem pory suchej i ciepłym latem (Dfb). Pozostała część (68,1% powierzchni) to klimat łagodny, pozbawiony pory suchej, z gorącym latem (Cfb).

W przypadku Anglii i Nowej Zelandii strefa klimatyczna Cfb zajmuje większość powierzchni tych obszarów. Natomiast Chile znajduje się m. in. w obszarze stref klimatycznych Cfb i BWk.

Biorąc pod uwagę podobne warunki klimatyczne, możliwość zasiedlenia terenu Polski (szczególnie środkowa i zachodnia część kraju) przez *P. kernoviae* jest wysoka (jeżeli nie uwzględni się środków zapobiegawczych).

Ocena prawdopodobieństwa zadomowienia w warunkach zewnętrznych	Niskie	Średnie	<u>Wysokie X</u>
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Wiele roślin żywicielskich dla tego gatunku uprawianych jest na obszarze PRA na plantacjach otwartych. Brak danych na temat obecności patogena w warunkach chronionych.

Ocena prawdopodobieństwa zasiedlenia w uprawach chronionych	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Naturalne rozprzestrzenianie: w razie przeniesienia agrofaga na obszar PRA może on rozprzestrzeniać się w ograniczony sposób, na niewielkie odległości (poprzez zoospory) z kropelkami wody, zwykle na skutek deszczu.

Rozprzestrzenianie z udziałem człowieka: w razie przeniesienia patogena na obszar PRA istnieje wysokie ryzyko przetrwania i zdomowienia agrofaga w kraju. Patogen rozprzestrzenia się głównie poprzez transport porażonych sadzonek. Istnieje prawdopodobieństwo przeniesienia *P. kernoviae* także przez transport nasion, gałęzi, listowia i ziemi.

Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA	Niska	Średnia	<u>Wysoka X</u>
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

P. kernoviae stanowi poważne zagrożenie zarówno dla środowisk leśnych jak i wrzosowisk, gdzie występuje na porażonych roślinach *Vaccinium myrtillus*.

Zaburzenia w strukturze drzewostanu, tworzonego przez różne gatunki żywicieli, mogą skutkować zmianami w funkcjonowaniu całego zbiorowiska roślinnego, a co za tym idzie całego ekosystemu (USDA 2008).

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na obecnym obszarze zasięgu	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i>	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Obniżenie jakości i ilości materiału rozmnożeniowego.	DEFRA 2008
Regulująca	Tak	Zmniejszenie bioróżnorodności przez uszkodzenie roślin. Może to mieć katastrofalne skutki dla ekosystemów (flora i fauna leśna są od siebie bardzo zależne)	DEFRA 2008
Wspomagająca	Tak	Zniszczenie siedlisk dla ptaków i owadów, bytujących na roślinie żywicielskiej.	Ocena ekspercka
Kulturowa	Tak	Obniżenie walorów turystycznych i pogorszenie doznań estetycznych poprzez uszkodzenie roślin, np. w parkach, arboretach, ogrodach. Zmniejszenie liczby buków może wiązać się z brakiem materiału do produkcji podłóg, mebli, wiązań kolejowych.	DEFRA 2008

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na obecnym obszarze zasięgu	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Straty można odnotować w szkółkach i sektorze leśnym, wynikają one z niszczenia drzewostanów (*Fagus sylvatica*), strat w szkółkach (*Rhododendron* sp.) i na wrzosowiskach (*Vaccinium myrtillus*) (USDA 2008).

Ocena wielkości wpływu socjoekonomicznego na obecnym obszarze zasięgu	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Ze względu na warunki klimatyczne oraz występowanie większości roślin żywicielskich na obszarze PRA, można przypuszczać, że wpływ na obszarze PRA będzie podobny jak na terenach pierwotnego występowania agrofaga.

Zaburzenia w strukturze drzewostanu, tworzonego przez gatunki żywicielskie, mogą skutkować zmianami w funkcjonowaniu zbiorowiska roślinnego. Możliwe są znaczne straty ekonomiczne w przemyśle szkółkarskim.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Większość aktualnie odnotowanych roślin żywicielskich tego patogena to gatunki obce naszej florze, nasadzone jako drzewa ozdobne w ogrodach, parkach i przestrzeni miejskiej. Jednak ze względu na możliwość rozwoju *P. kernoviae* na buku zwyczajnym i dębie szypułkowym – ważnych gatunkach lasotwórczych, rozprzestrzenienie tego patogena może znacząco wpłynąć na stan ekosystemów leśnych. Podatne na porażenie są także bluszcz zwyczajny i borówka czarna – rośliny również związane z siedliskami leśnymi.

Taki sam jak na obecnym obszarze.

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Pogorszenie doznań estetycznych klienta poprzez uszkodzenia i obumieranie roślin w parkach ogrodach i lasach. Kasztanowce, rododendrony i magnolie są jednym z głównych nasadzeń w zabytkowych ogrodach pałacowych i parkach. Dęby i buki są ważnymi drzewami lasotwórczymi.

Taki sam jak na obecnym obszarze.

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na	Niska	Średnia	Wysoka
--	-------	---------	--------

potencjalnym obszarze zasiedlenia			
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Potencjalny wpływ socjoekonomiczny ocenia się jako średni i związany on będzie z koniecznością usunięcia chorych roślin, nasadzenia nowych i przeprowadzenia kontroli fitosanitarnych. Niekorzystne ekonomicznie może być zmniejszenie ilości buków, jako głównego materiału do produkcji mebli, podłóg, podkładów kolejowych, masy celulozowej czy drewna opałowego.

Taki sam jak na obecnym obszarze.

Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Zagrożony jest cały obszar kraju, na którym występują rośliny żywicielskie. Szczególnie takie siedliska jak lasy, ogrody i wrzosowiska.

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego w latach 1986–2015. Najbardziej optymistyczny, RCP 2.6, prognozuje przyrost o około 1,3°C w perspektywie każdej z pór roku. Według optymistycznego scenariusza RCP 4.5, nastąpi ocieplenie o 1,6-1,7°C w latach 2036–2065 i o około 2,3°C w okresie 2071–2100, w sezonie zimowym i letnim. Prawdopodobny scenariusz RCP 6.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7°C dla 2036–2065 i 2,7°C dla 2071–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5, spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3°C w przedziale 2036–2065 i o około 4,3°C dla lat 2071–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

Największe wzrosty opadów prognozowane są w zimie (2036-2065 od 13,8% do 18,4%, 2071-2100 od 18% do 33,9%), natomiast najmniejsze w lecie (2036-2065 od -1,3% do 2,1%, 2071-2100 od -7,8% do 0,1%).

Prognozowany wzrost średnich temperatur nie powinien mieć znaczącego wpływu na rozwój i rozprzestrzenianie się patogenu. Jedynie w przypadku najbardziej pesymistycznego scenariusza RCP 8.5 występowanie patogenu może być wręcz ograniczone, gdyż nie rośnie on w temperaturze powyżej 26°C.

15.01 Który scenariusz zmiany klimatu jest uwzględniony na lata 2050 do 2100*

Scenariusz zmiany klimatu: RCP 4.5, 6.0, 8.5 (patrz załącznik 1) (IPPC 2014).

15.02 Rozważyć wpływ projektowanej zmiany klimatu na agrofaga. W szczególności rozważyć wpływ zmiany klimatu na wejście, zasiedlenie, rozprzestrzenienie oraz wpływ na obszarze PRA. W szczególności rozważyć poniższe aspekty:

Czy jest prawdopodobne, że drogi przenikania mogą się zmienić na skutek zmian klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie. Drogi przenikania nie zmieniają się na skutek zmian klimatu (zależą od regulacji prawnych)	Opinia ekspercka
Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
W przypadku scenariusza RCP 8.5 zmiany klimatu możliwy jest negatywny wpływ na rozwój agrofaga w obszarze PRA. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych może się zmienić na średnie, przy średniej ocenie niepewności.	Opinia ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Nie. Zmiana klimatu nie powinna znacząco wpłynąć na wielkość rozprzestrzeniania	Opinia ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
Nie.	Opinia ekspercka

16. Ogólna ocena ryzyka

Phytophthora kernoviae jest patogenem powodującym nekrozy i zamieranie drzew i krzewów, należących do 15 różnych rodzajów. Głównymi żywicielami są *Rhododendron ponticum* i *Fagus sylvatica*. Porażane są także występująca na wrzosowiskach *Vaccinium myrtillus* oraz niektóre

gatunki rodzajów: *Magnolia* sp., *Drimys* sp., *Quercus* sp., *Vaccinium* sp. i kilka innych. Choroba może stanowić poważne zagrożenie dla środowiska leśnego, szkółek, ogrodów i wrzosowisk. Pierwsze objawy stwierdzono w roku 2003 w południowo-zachodniej Anglii. Patogen jest także obecny w Chile, Irlandii i Nowej Zelandii.

Prawdopodobieństwo przeniknięcia na obszar PRA bez podjęcia środków fitosanitarnych jest średnie. Najbardziej prawdopodobną drogą wejścia agrofaga jest transport porażonych roślin. Rozprzestrzenianie się patogena w warunkach naturalnych, jest możliwe, ale bardzo powolne. W przypadku sprowadzenia materiału roślinnego zalecana jest kontrola fitosanitarna. Porażony materiał powinien być wycofany i zniszczony, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się agrofaga. Największe straty ekonomiczne byłyby w sektorze drzewnym (porażone buki i dęby). Istnieje prawdopodobieństwo, że liczba roślin żywicielskich z czasem może się zwiększyć.

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

17.01 Opisać potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania i ich oczekiwaną efektywność na zapobieganie wprowadzenia (wejście i zasiedlenie) oraz/lub na rozprzestrzenienie.

Opcje w miejscu produkcji

- zniszczenie roślin, najlepiej poprzez spalanie
- dezynfekcja doniczek i sprzętu używanego w szkółkach
- zaleca się utylizację ziemi w promieniu 2m
- nasadzanie nowych roślin (nie gospodarzy) w miejscu występowania agrofaga dopiero po upływie 4 lat, alternatywnie- usunięcie gleby do głębokości 0,5 m (EPPO 2013)

Opcje po zbiorach, przed odprawą lub w trakcie transportu

- zniszczenie roślin

Opcje po wejściu przesyłek

- w przypadku roślin/ sadzonek- zniszczenie roślin, najlepiej przez spalanie
- w przypadku drewna, gałęzi, liści – zniszczenie materiału, najlepiej przez spalanie

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
rośliny/sadzonki	Kontrola importowanego materiału rozmnożeniowego
drewno i kora	Kontrola importowanego drewna nie przeznaczonego do spalania
liście i obcięte gałęzie	Kontrola importowanego materiału
podłoże	Kontrola importowanego materiału
nasiona	Kontrola importowanego materiału

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

Podstawowym działaniem zabezpieczającym jest kontrola roślin transportowanych z obszarów, na których odnotowano występowanie agrofaga. Środki zapobiegawcze dotyczące importu roślin

żywicielskich w krajach EPPO nie mają zastosowania w Nowej Zelandii, kraju, w którym potwierdzono obecność *P. kernoviae*.

Kontrola może być jednak niewystarczająca, gdy mamy do czynienia z infekcjami utajonymi (bezobjawowymi), jak w przypadku *P. ramorum*, która może przetrwać na korzeniach rododendronów przez co najmniej 8 miesięcy (Vercauteren i in., 2013).

Istotną rolę odgrywa niszczenie opadających porażonych liści.

W przypadku stwierdzenia patogena na istniejących plantacjach, konieczna jest utylizacja porażonych roślin i ich fragmentów.

18. Niepewność

Niepewność dotyczy informacji związanych z transportem i handlem roślinami żywicielskimi, szczególnie pomiędzy krajami należącymi do EU i krajami spoza EU (mało danych).

Zainfekowane rośliny mogą nie mieć widocznych objawów choroby.

19. Uwagi

Zalecany bieżący monitoring.

Ograniczenia w transporcie materiału rozmnożeniowego z rejonów, w których patogen powszechnie występuje, mogą zapobiec wniknięciu agrofaga.

20. Źródła

Aleksandrov I. N., Arbuzova E. N. 2012. New Pathogen of Ornamental and Tree Crops: *Phytophthora kernoviae*. Plant Health Research and Practice 1: 34-40.

Anon. 2006. Investigation of eradication and control strategies for *Phytophthora kernoviae* (PtC) in natural environments. Defra Research Project Final Report – in draft (SID 5), Project number PH0318.

Brasier C.M., Denman S., Brown A.V., Webber J.F. 2004. Sudden Oak Death
bj (*Phytophthora ramorum*) discovered on trees in Europe. Mycol. Res. 108. 1108–1110.

Brasier C.M., Beales P.A., Kirk S.A., Denman S., Rose J. 2005. *Phytophthora kernoviae* sp. nov., an invasive pathogen causing bleeding stem lesion on forest trees and foliar necrosis of ornamentals in the UK. Mycol. Res. 109: 853-859.

- Brown A.V., Brasier C.M. 2007. Colonization of tree xylem by *Phytophthora ramorum*, *P. kernoviae* and other *Phytophthora* species. *Plant Pathology*, 55, 227-241.
- CSL Forest Research. 2008. Revised summary pest risk analysis for *Phytophthora kernoviae*.
- DEFRA. 2008. Department for Environment, Food and Rural Affairs. Consultation on future management of risk from *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae*.
- Denman S., Kirk S., Whybrow A., Orton E., Webber J.F. 2007. Sporulation of *Phytophthora ramorum* and *P. kernoviae* on asymptomatic foliage. Platform presentation and abstract. Sudden Oak Death Science Symposium III. March 5-9, 2007.
- Dick M., Parke J.L. 2012. *Phytophthora kernoviae*. *Forest Phytophthoras* 2(1).
doi: 10.5399/osu/fp.2.1.3051
- Durbin R.D., Frolich E.F., Zentmyer G.A. 1957. Eradication of *Phytophthora cinnamomi* in avocado seed by hot water treatment. *California Avocado Society. Yearbook* 41:141-142.
- EPPO. 2006. First report of *Phytophthora kernoviae* in New Zealand (2006/060). EPPO Reporting Service 3: 8. Paris: European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- EPPO. 2010. First report of *Phytophthora kernoviae* in Ireland (2010/148). EPPO Reporting Service, 9: 3. Paris: European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- EPPO. 2013. Pest risk management for *Phytophthora kernoviae* and *Phytophthora ramorum*. EPPO, Paris. http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_intro.htm
- EPPO. 2014. PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>
- FERA. 2012. *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae* diseases on bilberry (*Vaccinium myrtillus*). A threat to our woodlands, heathlands and historic gardens.
- Fichtner E.J., Rizzo D.M., Kirk S.A., Webber J.F. 2011a. Root infections may challenge management of invasive *Phytophthora* spp. in U.K. woodlands. *Plant Disease* 95:13-18. doi: [10.1094/PDIS-03-10-0236](https://doi.org/10.1094/PDIS-03-10-0236)
- Fichtner E.J., Rizzo D.M., Kirk S.A., Webber J.F. 2011b. Infectivity and sporulation potential of *Phytophthora kernoviae* to select North American native plants. *Plant Pathol.* **61** (2): 224–233. doi:[10.1111/j.1365-3059.2011.02506.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02506.x)
- Gallegly M.C., Hong C. 2008. *Phytophthora*: Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints. APS Press –The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 158 pp. ISBN 978-0-89054-364-1
- Mascheretti P.J.P., Croucher A., Vettraino S., Prospero Y, Garbelotto M. 2008. Reconstruction of the Sudden Oak Death epidemic in California through microsatellite analysis of the pathogen *Phytophthora ramorum*. *Molecular Ecology* 17: 2755-2768.

- Ramsfield T.D., Dick M.A., Beaver R.E., Horner I.J., McAlonan M.J., Hill C.F. 2009. *Phytophthora kernoviae* in New Zealand. Pages 47-53 in: Goheen E, Frankel S.J., tech. cords. Proceedings of the fourth meeting of the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems. Gen. Tech. Rep. PSW- GTR-221. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.
- Sanfuentes E.A., Fajardo S.N., Sabag M.A., Hansen E., Gonzalez M.G. 2014. *Phytophthora kernoviae* detection in *Drimys winteri* (Winter's Bark) forest of southern Chile. In: 7th meeting, IUFRO, *Phytophthora* in Forests and Natural Ecosystems, Patagonia, Argentina, November 10-14, 2014: p45.
- Sanfuentes E.; Fajardo S.; Sabag M.; Hansen E.; González M., 2016. *Phytophthora kernoviae* isolated from fallen leaves of *Drymis winteri* in native forest of southern Chile. Australasian Plant Disease Notes, 11(1):19. <http://link.springer.com/article/10.1007/s13314-016-0205-6>
- Sansford C., Brasier C., Inman A.J. 2004. Pest Risk Analysis: *Phytophthora* taxon C sp. nov. (*P. taxon C*). <http://www.defra.gov.uk/plant/pr/forest.pdf>
- Schlenzig A. 2011. A duplex PCR method for the simultaneous identification of *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 41(1):27-29. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-2338](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-2338)
- Tjosvold S.A., Chambers D.L., Fitchner E. 2005. Epidemiology of *Phytophthora ramorum* infecting rhododendrons under simulated nursery conditions. 459-461 pp. In: Proceedings of the sudden oak death second symposium: the state of our knowledge Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-196. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; Monterey, CA.
- USDA. 2008. Recovery Plan for *Phytophthora kernoviae*. Cause of Bleeding Trunk Cankers, Leaf Blight and Stem Dieback in Trees and Shrubs. November, 2008, retrieved from, <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/opmp/P.%20kernoviae%2081100.pdf>
- Vercauteren A., Riedel M., Maes M., Werres S., Heugens K. 2013. Survival of *Phytophthora ramorum* in Rhododendron root balls and rootless substrates. Plant Pathol. 62:166-176
- Widmer T.L. 2010. *Phytophthora kernoviae* oospore maturity, germination, and infection. Fungal Biology 114:661-668.
- Widmer T.L. 2011. Effect of temperature on survival of *Phytophthora kernoviae* oospores, sporangia, and mycelium. New Zealand Journal of Forestry Science 41:S15-S23.

Załącznik 1

Tabela 1. Modele zmiany temperatury w okresie zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2036-2065 IX-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	II
CanESM2	9,85	9,80	0,54	0,65
CNRM-CM5	9,69	9,82	1,03	0,93
GISS-E2-H	8,95	8,67	1,04	0,30
GISS-E2-R	8,71	8,54	-0,26	-0,88
HadGEM2-AO	10,28	10,01	0,92	0,54
HadGEM2-ES	10,58	10,49	0,58	1,06
IPSL-CM5A-LR	10,24	10,08	2,24	1,73
IPSL-CM5A-MR	9,99	9,71	0,52	-0,08
MIROC5	10,38	10,52	0,69	1,28
MIROC-ESM	10,58	10,83	1,39	1,76
MPI-ESM-LR	9,08	8,75	-0,49	-0,14
MPI-ESM-MR	8,89	9,12	0,37	0,43
MRI-CGCM3	8,79	9,06	-0,63	0,20
NorESM1-M	9,69	9,84	0,65	0,31
NorESM1-ME	9,75	10,10	0,24	0,62
ŚREDNIA:	9,70	9,69	0,59	0,58
5,00%	8,77	8,63	-0,53	-0,36
95,00%	10,58	10,61	1,65	1,74
RCP4.5	2036-2065 IX-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	II
ACCESS1-0	10,11	11,01	0,08	1,43
ACCESS1-3	10,52	11,14	1,31	1,79
CanESM2	9,84	10,44	1,04	1,59
CCSM4	9,65	10,20	0,17	-0,15
CMCC-CM	10,79	11,92	3,07	4,43
CMCC-CMS	10,14	11,27	2,72	2,99
CNRM-CM5	9,85	10,53	1,15	2,68
GISS-E2-H	9,38	10,22	1,31	2,70
GISS-E2-H-CC	9,41	9,64	0,73	0,79
GISS-E2-R	9,49	9,77	0,65	0,67
GISS-E2-R-CC	9,34	9,62	0,30	0,69
HadGEM2-AO	10,60	11,65	1,48	2,55
HadGEM2-CC	10,26	11,40	1,70	3,28
HadGEM2-ES	10,93	11,86	2,00	2,19
inmcm4	8,64	9,00	-0,12	1,07
IPSL-CM5A-LR	10,54	11,15	2,74	3,11
IPSL-CM5A-MR	10,38	11,10	1,25	1,91
IPSL-CM5B-LR	10,29	10,47	0,55	2,74
MIROC5	11,00	11,54	1,34	2,52
MIROC-ESM	10,89	11,44	1,58	2,24
MPI-ESM-LR	9,22	9,52	-0,40	0,18

MPI-ESM-MR	9,52	9,56	1,12	1,04
MRI-CGCM3	9,19	9,90	-0,67	0,78
NorESM1-M	9,90	10,45	1,02	1,43
NorESM1-ME	9,61	10,21	0,43	1,52
ŚREDNIA:	9,98	10,60	1,06	1,85
5,00%	9,20	9,53	-0,34	0,28
95,00%	10,92	11,82	2,74	3,25
RCP6.0	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII- II	2071-2100 XII- II
CCSM4	9,65	10,27	0,28	0,57
GISS-E2-H	9,79	10,41	1,54	1,66
GISS-E2-R	9,48	9,87	0,99	0,96
HadGEM2-AO	10,13	11,52	0,99	1,54
HadGEM2-ES	10,40	12,95	1,66	2,32
IPSL-CM5A- LR	10,47	11,55	2,42	3,20
IPSL-CM5A- MR	10,29	11,83	0,55	1,94
MIROC5	10,65	11,84	0,71	2,74
MIROC-ESM	10,76	12,26	1,55	2,80
MRI-CGCM3	9,25	10,05	-0,14	1,01
NorESM1-M	9,57	10,92	0,78	2,01
NorESM1-ME	9,59	11,22	0,12	1,88
ŚREDNIA:	10,00	11,22	0,95	1,89
5,00%	9,38	9,97	0,00	0,78
95,00%	10,70	12,57	2,00	2,98
RCP 8.5	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII- II	2071-2100 XII- II
ACCESS1-0	10,38	13,39	1,93	4,04
ACCESS1-3	10,85	13,19	1,61	3,66
CanESM2	10,62	13,05	1,39	2,99
CCSM4	9,91	11,83	0,40	1,96
CMCC-CESM	11,06	12,78	3,55	6,50
CMCC-CM	11,33	14,06	3,45	6,83
CMCC-CMS	10,82	13,73	2,69	5,96
CNRM-CM5	10,58	11,79	2,21	4,41
GISS-E2-H	10,02	11,82	1,40	3,63
GISS-E2-H-CC	10,15	11,38	1,23	2,91
GISS-E2-R	9,80	11,33	1,32	3,17
GISS-E2-R-CC	10,27	11,23	1,90	2,42
HadGEM2-AO	10,92	13,59	1,87	4,34
HadGEM2-CC	11,51	14,29	3,76	5,87
HadGEM2-ES	11,89	14,48	2,13	4,54
inmcm4	9,00	10,12	0,70	2,19
IPSL-CM5A- LR	11,25	13,83	3,29	5,85
IPSL-CM5A- MR	11,25	13,12	1,13	3,52
IPSL-CM5B- LR	10,93	13,00	3,23	5,84
MIROC5	11,47	13,48	1,99	4,46
MIROC-ESM	11,67	13,97	2,36	4,55

MPI-ESM-LR	9,99	11,95	0,33	2,47
MPI-ESM-MR	10,02	11,69	1,02	2,80
MRI-CGCM3	10,12	11,28	0,48	2,34
MRI-ESM1	9,85	11,61	0,63	2,83
NorESM1-M	10,40	12,00	1,11	2,63
NorESM1-ME	10,25	11,77	1,55	2,96
ŚREDNIA:	10,60	12,58	1,80	3,91
5,00%	9,82	11,25	0,42	2,24
95,00%	11,62	14,22	3,52	6,34

Tabela 2. Modele zmiany temperatury w okresie letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
CanESM2	9,11	9,20	18,69	18,77
CNRM-CM5	9,26	9,14	18,05	18,35
GISS-E2-H	9,12	8,08	18,12	17,88
GISS-E2-R	8,95	7,80	17,90	17,28
HadGEM2-AO	9,61	9,74	20,84	20,41
HadGEM2-ES	10,00	9,87	20,38	20,66
IPSL-CM5A- LR	10,00	9,51	19,34	19,17
IPSL-CM5A- MR	9,31	8,89	19,13	18,63
MIROC5	10,91	11,14	19,71	19,53
MIROC-ESM	10,27	9,98	19,65	20,22
MPI-ESM-LR	8,52	8,61	17,82	17,99
MPI-ESM-MR	8,24	8,40	18,12	18,07
MRI-CGCM3	8,25	8,91	17,65	17,57
NorESM1-M	9,63	9,81	18,85	18,97
NorESM1-ME	9,26	9,72	18,85	19,00
ŚREDNIA:	9,36	9,25	18,87	18,83
5,00%	8,25	8,00	17,78	17,50
95,00%	10,46	10,33	20,50	20,47
RCP4.5	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
ACCESS1-0	9,34	10,14	19,96	20,91
ACCESS1-3	9,37	10,64	20,53	21,36
CanESM2	9,44	9,75	19,30	19,68
CCSM4	9,35	9,79	19,63	20,25
CMCC-CM	10,18	11,18	18,87	19,48
CMCC-CMS	9,42	9,89	18,99	19,68
CNRM-CM5	9,36	10,48	18,24	19,43
GISS-E2-H	9,27	10,01	18,63	19,48
GISS-E2-H-CC	10,47	10,95	19,00	19,32
GISS-E2-R	8,81	9,38	18,29	18,52
GISS-E2-R-CC	9,09	9,43	18,45	18,46
HadGEM2-AO	9,85	10,50	21,97	22,00
HadGEM2-CC	9,84	10,73	20,26	20,64
HadGEM2-ES	10,58	10,97	21,20	21,93
inmcm4	8,38	8,80	17,94	18,26

IPSL-CM5A-LR	9,96	10,85	19,56	20,00
IPSL-CM5A-MR	9,63	9,93	19,58	20,39
IPSL-CM5B-LR	9,77	10,19	19,03	19,97
MIROC5	11,59	11,88	19,54	20,30
MIROC-ESM	10,50	10,66	20,23	21,24
MPI-ESM-LR	8,79	9,17	18,58	18,90
MPI-ESM-MR	9,09	9,33	18,88	19,17
MRI-CGCM3	8,46	9,00	17,89	18,07
NorESM1-M	10,02	10,29	19,49	19,96
NorESM1-ME	9,43	10,46	18,79	19,89
ŚREDNIA:	9,60	10,18	19,31	19,89
5,00%	8,53	9,03	18,00	18,30
95,00%	10,56	11,14	21,07	21,82
RCP6.0	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
CCSM4	9,06	9,59	19,21	20,03
GISS-E2-H	9,41	10,07	18,84	19,61
GISS-E2-R	8,86	9,53	18,41	19,02
HadGEM2-AO	9,30	10,54	20,61	22,90
HadGEM2-ES	10,05	11,25	20,62	22,83
IPSL-CM5A-LR	10,11	11,10	19,41	20,46
IPSL-CM5A-MR	9,37	10,58	19,15	20,67
MIROC5	10,99	12,75	19,58	20,42
MIROC-ESM	10,11	11,39	19,83	21,80
MRI-CGCM3	8,57	8,96	17,64	18,49
NorESM1-M	9,43	10,78	18,80	20,31
NorESM1-ME	9,19	10,47	18,73	20,21
ŚREDNIA:	9,54	10,58	19,24	20,56
5,00%	8,73	9,27	18,06	18,78
95,00%	10,51	12,00	20,61	22,86
RCP 8.5	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
ACCESS1-0	10,25	12,42	21,62	24,39
ACCESS1-3	10,26	11,55	21,48	23,92
CanESM2	9,43	11,26	20,12	23,17
CCSM4	9,96	10,77	20,02	21,56
CMCC-CESM	10,34	11,89	18,76	20,17
CMCC-CM	10,24	13,20	18,89	21,40
CMCC-CMS	9,48	11,44	19,25	21,66
CNRM-CM5	9,79	10,99	19,07	20,76
GISS-E2-H	9,63	11,51	19,30	20,88
GISS-E2-H-CC	10,62	12,43	19,27	21,05
GISS-E2-R	10,23	11,11	18,97	19,88
GISS-E2-R-CC	9,86	11,39	18,87	20,35
HadGEM2-AO	10,49	12,31	22,44	25,87
HadGEM2-CC	11,36	12,65	21,41	24,62
HadGEM2-ES	10,80	12,63	22,08	25,74

inmcm4	8,52	9,71	18,23	19,96
IPSL-CM5A-LR	10,70	13,23	20,11	22,81
IPSL-CM5A-MR	9,97	11,78	20,10	22,71
IPSL-CM5B-LR	10,45	11,98	19,87	22,07
MIROC5	11,76	14,07	20,43	22,37
MIROC-ESM	10,84	12,46	21,01	23,90
MPI-ESM-LR	9,32	10,66	18,86	20,85
MPI-ESM-MR	8,63	10,11	19,15	20,94
MRI-CGCM3	9,09	10,20	18,49	19,77
MRI-ESM1	8,53	10,39	18,47	20,39
NorESM1-M	9,97	11,62	19,65	22,23
NorESM1-ME	9,75	11,32	19,36	21,54
ŚREDNIA:	10,01	11,67	19,83	22,04
5,00%	8,56	10,14	18,48	19,90
95,00%	11,20	13,22	21,94	25,40

Tabela 3. Modele zmiany opadu w okresie zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2036-2065 IX-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	II
CNRM-CM5	149,2	142,3	116,2	112,6
GISS-E2-H	137,9	137,1	119,5	108,2
GISS-E2-R	149,5	140,8	110,6	98,0
HadGEM2-AO	122,7	121,7	101,7	89,7
HadGEM2-ES	133,7	123,3	107,1	98,9
IPSL-CM5A-LR	140,7	148,7	109,5	119,3
IPSL-CM5A-MR	128,2	143,3	105,0	116,2
MIROC5	147,7	154,2	103,7	111,2
MIROC-ESM	166,9	180,7	146,0	166,7
MPI-ESM-LR	128,3	142,1	101,9	100,3
MPI-ESM-MR	125,6	145,3	96,6	109,0
MRI-CGCM3	111,4	122,3	90,8	107,4
NorESM1-M	144,4	139,6	110,7	109,1
NorESM1-ME	135,0	136,1	120,8	103,4
ŚREDNIA:	137,2	141,2	110,0	110,7
ZMIANA (%):	2,4	5,4	11,0	11,7
5,00%	118,745	122,09	113,62	114,675
95,00%	155,59	163,475	153,01	158,885
RCP 4.5	2036-2065 IX-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	II
ACCESS1-0	140,9	127,2	111,3	119,0
ACCESS1-3	137,9	135,9	116,3	122,9
CCSM4	158,0	155,3	101,7	107,1
CMCC-CM	128,2	121,1	124,7	128,3
CMCC-CMS	131,5	152,1	119,0	127,5
CNRM-CM5	157,2	157,1	110,5	121,3
GISS-E2-H	148,5	146,4	113,4	114,8

GISS-E2-H-CC	134,4	145,4	106,7	116,9
GISS-E2-R	138,8	142,9	107,2	95,4
GISS-E2-R-CC	143,3	140,2	110,7	99,8
HadGEM2-AO	120,3	117,4	103,2	113,3
HadGEM2-CC	129,8	125,0	130,1	129,4
HadGEM2-ES	119,1	138,2	115,4	116,4
inmcm4	157,3	146,3	99,4	114,5
IPSL-CM5A-LR	133,5	152,0	107,6	111,6
IPSL-CM5A-MR	136,7	121,8	113,6	115,7
IPSL-CM5B-LR	153,2	159,1	108,4	118,1
MIROC5	160,6	156,6	102,8	120,5
MIROC-ESM	165,4	175,6	159,6	174,0
MPI-ESM-LR	148,7	136,2	101,6	96,9
MPI-ESM-MR	146,7	153,7	102,1	101,3
MRI-CGCM3	120,0	136,2	109,4	100,6
NorESM1-M	140,0	144,5	113,4	114,4
NorESM1-ME	144,5	140,6	119,0	125,3
ŚREDNIA:	141,4	142,8	112,8	116,9
ZMIANA (%):	5,5	6,6	13,8	18,0
5,00%	120,045	121,205	101,615	97,335
95,00%	160,21	158,8	129,29	129,235
RCP 6.0	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII- II	2071-2100 XII- II
CCSM4	145,2	151,7	106,2	110,2
GISS-E2-H	138,5	145,2	100,3	121,2
GISS-E2-R	161,1	147,1	116,7	102,5
HadGEM2-AO	120,0	130,4	104,8	100,0
HadGEM2-ES	138,9	119,8	119,5	115,4
IPSL-CM5A-LR	141,3	135,4	113,6	123,3
IPSL-CM5A-MR	123,2	133,0	113,0	124,6
MIROC5	160,6	181,9	109,0	119,4
MIROC-ESM	158,3	170,6	162,3	170,0
MRI-CGCM3	126,8	131,7	113,7	113,4
NorESM1-M	135,6	129,3	113,9	131,4
NorESM1-ME	137,3	127,1	119,5	121,4
ŚREDNIA:	140,6	141,9	116,0	121,1
ZMIANA (%):	4,9	5,9	17,1	22,2
5,00%	121,76	123,815	102,775	101,375
95,00%	160,825	175,685	138,76	148,77
RCP 8.5	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII- II	2071-2100 XII- II
ACCESS1-0	132,2	125,1	111,9	129,5
ACCESS1-3	139,5	137,1	129,6	142,1
CCSM4	170,6	150,0	115,4	130,5
CMCC-CESM	145,8	185,1	148,7	185,7
CMCC-CM	133,9	133,6	123,2	136,4
CMCC-CMS	140,6	145,6	114,2	142,9

CNRM-CM5	169,3	171,9	120,0	131,9
GISS-E2-H	154,4	158,5	99,6	119,0
GISS-E2-H-CC	133,8	144,9	107,8	112,2
GISS-E2-R	148,5	140,0	111,6	106,2
GISS-E2-R-CC	147,9	136,4	107,8	109,4
HadGEM2-AO	114,6	125,8	106,0	117,9
HadGEM2-CC	125,9	117,6	121,0	144,0
HadGEM2-ES	121,4	121,6	120,2	141,6
inmcm4	146,0	153,5	99,6	130,9
IPSL-CM5A-LR	150,4	144,3	108,8	118,4
IPSL-CM5A-MR	119,4	145,3	130,7	134,5
IPSL-CM5B-LR	150,0	162,1	114,1	130,9
MIROC5	157,1	173,5	119,5	129,7
MIROC-ESM	167,7	182,5	163,9	195,1
MPI-ESM-LR	129,8	123,4	107,0	118,0
MPI-ESM-MR	125,8	150,6	129,2	133,1
MRI-CGCM3	133,9	128,8	102,7	135,0
MRI-ESM1	142,7	146,8	97,0	111,7
NorESM1-M	140,5	151,3	114,8	128,9
NorESM1-ME	136,2	150,1	126,1	135,6
ŚREDNIA:	141,5	146,4	117,3	132,7
ZMIANA (%):	5,6	9,3	18,4	33,9
5,00%	119,9	122,05	99,6	109,975
95,00%	168,9	180,25	144,2	175,275

Tabela 4. Modele zmiany opadu w okresie letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI-VIII	2071-2100 VI-VIII
CNRM-CM5	148,0	143,2	245,0	239,9
GISS-E2-H	111,5	102,8	219,1	224,3
GISS-E2-R	140,1	127,8	248,3	244,2
HadGEM2-AO	118,2	118,4	140,0	173,4
HadGEM2-ES	125,3	141,0	186,6	172,8
IPSL-CM5A-LR	129,3	126,9	238,0	243,0
IPSL-CM5A-MR	122,4	132,0	212,0	229,4
MIROC5	135,8	134,1	218,7	216,9
MIROC-ESM	142,6	145,4	242,0	257,1
MPI-ESM-LR	144,3	141,4	201,4	191,9
MPI-ESM-MR	127,8	130,1	199,5	181,1
MRI-CGCM3	112,4	117,4	214,6	227,8
NorESM1-M	118,8	120,2	214,0	227,7
NorESM1-ME	131,7	135,0	206,2	195,2
ŚREDNIA:	129,2	129,7	213,2	216,1
ZMIANA (%):	7,3	7,7	2,7	4,1
5,00%	112,085	112,29	170,29	173,19
95,00%	145,595	143,97	246,155	248,715

RCP 4.5	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
ACCESS1-0	146,2	152,3	186,7	159,9
ACCESS1-3	154,0	157,1	172,1	174,4
CCSM4	116,9	127,8	193,9	187,7
CMCC-CM	127,9	127,2	199,1	195,3
CMCC-CMS	135,7	159,2	214,3	216
CNRM-CM5	141,7	160,1	239,4	235,2
GISS-E2-H	113,5	113,1	225,9	212,3
GISS-E2-H-CC	130,5	146,8	223,7	202,3
GISS-E2-R	141,2	134,1	234,1	222,2
GISS-E2-R-CC	125,7	132,3	209,3	241,1
HadGEM2-AO	122,9	135,2	141	140,5
HadGEM2-CC	159,1	147,0	158,3	173
HadGEM2-ES	135,9	146,2	160,9	162,6
inmcm4	100,4	109,8	204	184,1
IPSL-CM5A- LR	129,9	131,9	247,4	237
IPSL-CM5A- MR	126,2	127,6	208,2	206,6
IPSL-CM5B- LR	114,3	129,0	232,5	226
MIROC5	134,8	150,5	237,8	225,8
MIROC-ESM	147,4	154,1	256,5	236,9
MPI-ESM-LR	145,9	140,0	182,8	171,3
MPI-ESM-MR	120,8	128,4	172,8	181,1
MRI-CGCM3	116,0	123,6	223,2	231,3
NorESM1-M	120,9	127,8	195,4	190,7
NorESM1-ME	140,1	135,2	208,7	188,4
ŚREDNIA:	131,2	137,3	205,3	200,1
ZMIANA (%):	9,0	14,0	-1,1	-3,6
5,00%	113,62	114,675	158,69	160,305
95,00%	153,01	158,885	246,2	236,985
RCP 6.0	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
CCSM4	135,1	126,9	199,1	210,6
GISS-E2-H	101,7	105,9	208,5	208,6
GISS-E2-R	136,1	143,2	212,3	224,0
HadGEM2-AO	134,6	124,3	158,1	124,0
HadGEM2-ES	132,3	135,7	177,9	159,7
IPSL-CM5A- LR	132,3	129,9	231,4	239,7
IPSL-CM5A- MR	120,2	116,9	230,0	191,5
MIROC5	141,4	145,4	217,8	236,3
MIROC-ESM	154,5	159,9	264,9	265,0
MRI-CGCM3	107,8	122,4	237,3	240,3
NorESM1-M	129,6	125,3	202,5	201,5
NorESM1-ME	128,7	126,1	204,4	193,4
ŚREDNIA:	129,5	130,2	212,0	207,9
ZMIANA (%):	7,6	8,1	2,1	0,1
5,00%	105,055	111,95	168,99	143,635

95,00%	147,295	151,925	249,72	251,415
RCP 8.5	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI-VIII	2071-2100 VI-VIII
ACCESS1-0	152,4	139,4	152,2	133,6
ACCESS1-3	145,4	176,8	160,9	151,8
CCSM4	123,2	133,4	197,0	176,6
CMCC-CESM	165,4	169,6	230,6	228,9
CMCC-CM	148,0	130,3	208,4	181,8
CMCC-CMS	150,3	161,7	211,2	188,4
CNRM-CM5	158,5	171,7	241,1	246,8
GISS-E2-H	124,4	117,7	203,8	206,6
GISS-E2-H-CC	145,9	133,5	250,2	215,3
GISS-E2-R	146,0	138,4	253,7	220,3
GISS-E2-R-CC	128,6	132,0	226,1	216,9
HadGEM2-AO	122,0	128,3	134,0	93,9
HadGEM2-CC	144,6	175,4	158,0	133,5
HadGEM2-ES	137,4	142,3	156,1	132,4
inmcm4	119,9	117,3	177,2	163,0
IPSL-CM5A-LR	121,4	120,4	233,1	213,0
IPSL-CM5A-MR	126,8	136,3	194,8	175,2
IPSL-CM5B-LR	130,3	142,0	220,0	220,0
MIROC5	154,4	145,0	214,3	232,2
MIROC-ESM	148,2	178,3	263,4	264,2
MPI-ESM-LR	139,0	147,4	182,5	152,4
MPI-ESM-MR	150,1	151,0	182,2	151,0
MRI-CGCM3	125,9	152,5	229,5	246,9
MRI-ESM1	140,5	160,7	224,5	235,6
NorESM1-M	127,6	129,7	205,6	192,8
NorESM1-ME	131,7	147,7	213,4	204,5
ŚREDNIA:	138,8	145,3	204,8	191,4
ZMIANA (%):	15,3	20,7	-1,3	-7,8
5,00%	121,55	118,375	153,175	132,675
95,00%	157,475	176,45	252,825	246,875

Tabela 5 Wartości referencyjne (okres 1986-2015) i zmiany w stosunku do przewidywanej wartości temperatury wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5

		IX-XI	XII-II	III-VI	VII-X
1986-2015 à		8,5	-0,7	8,1	17,6
RCP 2.6	2036-2065	1,2	1,29	1,26	1,27
	2071-2100	1,19	1,28	1,15	1,23
RCP 4.5	2036-2065	1,48	1,76	1,5	1,71
	2071-2100	2,1	2,55	2,08	2,29
	2036-2065	1,5	1,65	1,44	1,64

RCP 6.0	2071-2100	2,72	2,59	2,48	2,96
RCP 8.5	2036-2065	2,1	2,5	1,91	2,23
	2071-2100	4,08	4,61	3,57	4,44