

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla <i>Fusarium circinatum</i>						
Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska						
Opis obszaru zagrożenia: Zagrożone są obszary, na których naturalnie występują gatunki z rodzaju <i>Pinus</i> .						
<p><i>F. circinatum</i> poraża gatunki rodzaju <i>Pinus</i> oraz daglezję zieloną (<i>Pseudotsuga menziesii</i>), wywołując raki otaczające gałęzie, korzenie powietrzne i strzały. Infekcji często towarzyszy intensywne wydzielanie żywicy. Objawy chorobowe można obserwować o każdej porze roku. Patogen może infekować w ukryty sposób nasiona sosny (Storer i wsp. 1998) i powodować zgniliznę korzeni (Coutinho i wsp. 1997). Gospodarze mający największe znaczenie na obszarze PRA to: <i>P. sylvestris</i>, <i>P. strobus</i>, <i>P. contorta</i> oraz <i>P. menziesii</i>.</p> <p>Obecnie patogen rozprzestrzenił się w obu Amerykach, Azji, Afryce i na południu Europy, gdzie spowodował duże spustoszenie. Najczęściej jego pierwsze ogniska na nowych obszarach odnotowywano w szkółkach.</p> <p>Ze względu na podobieństwo warunków klimatycznych obszaru Polski i niektórych rejonów występowania agrofaga oraz wykrycie go w UE, istnieje ryzyko pojawienia się <i>F. circinatum</i> również na terenie PRA.</p> <p>Najbardziej prawdopodobną drogą jego zawleczenia jest transport porażonych sadzonek, nasion lub drewna sosnowego z regionów naturalnego występowania agrofaga. Opóźnienie pojawienia się można osiągnąć przez kontrole importowanych sadzonek i drewna z obszarów zajętych przez patogen.</p> <p>Prawdopodobieństwo wniknięcia: niskie Prawdopodobieństwo zasiedlenia: średnie Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: niskie, ze względu na kontrole fitosanitarne oraz stosowane procedury importowania materiału roślinnego. Naturalne rozprzestrzenianie się możliwe jest tylko na małe odległości. Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: średni, w przypadku przedostania się materiału roślinnego niezbędna jest kontrola fitosanitarna. Porażony materiał powinien być wycofany i zniszczony w celu zapobiegania rozprzestrzeniania się grzyba.</p>						
Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)	Wysokie	<input type="checkbox"/>	Średnie	<input type="checkbox"/>	<u>Niskie</u>	<u>X</u>
Poziom niepewności oceny: (uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	<u>Średnia</u>	<u>X</u>	Niska	<input type="checkbox"/>

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Fusarium circinatum*

Przygotowana przez: dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Jakub Danielewicz, mgr Magdalena Gawlak, lic Agata Olejniczak, dr Tomasz Kałuski;

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Władysława Węgorka 20,
60-318 Poznań, Polska

e-mail: katasad@poczta.onet.pl

Data: 17.06.2018

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: *F. circinatum* poraża gatunki z rodzaju *Pinus* oraz daglezję zieloną (*Pseudotsuga menziesii*). Obecnie agrofag rozprzestrzenił się w obu Amerykach, Azji, Afryce i na południu Europy. Ze względu na podobieństwo warunków klimatycznych obszaru Polski i niektórych rejonów występowania agrofaga oraz wykrycie go w UE, istnieje ryzyko pojawienia się *F. circinatum* również na terenie PRA.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia

Królestwo: *Fungi*

Typ: *Ascomycota*

Podtyp: *Pezizomycotina*

Klasa: *Sordariomycetes*

Podklasa: *Hypocreomycetidae*

Rząd: *Hypocreales*

Rodzina: *Nectriaceae*

Rodzaj: *Fusarium*

Gatunek: ***Gibberella circinata*** Nirenberg & O'Donnell (stadium teleomorficzne)

Fusarium circinatum Nirenberg & O'Donnell (stadium anamorficzne)

Synonimy:

Fusarium lateritium f. sp. *pini* Snyder et al.

Fusarium subglutinans f. sp. *pini* J.C. Correll et al.

Fusarium moniliforme var. *subglutinans* Wollenw. and Reinking
Fusarium subglutinans (Wollenw. and Reinking) P.E. Nelson et al.
Gibberella fujikuroi var. *subglutinans* E.T. Edwards
Gibberella subglutinans (E.T. Edwards) P.E. Nelson et al.

Nazwa powszechna:

Pine pitch canker, Pitch canker of pine, rak pni sosen

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Gibberella circinata (stadium anamorfy: *Fusarium circinatum*) atakuje wiązki przewodzące wielu gatunków sosen (*Pinus* spp.) oraz daglezie zieloną (*P. menziesii*) (Gordon i wsp. 2006). Obecność grzyba (bezobjawową) stwierdzono również u traw (*Poaceae*) rosnących w pobliżu drzewostanów sosnowych z objawami choroby (Swett i Gordon 2012; Swett i wsp. 2014).

Po raz pierwszy grzyb został opisany w 1945 r. w USA, gdzie uważany był za gatunek endemiczny. Obecnie patogen rozprzestrzenił się do Meksyku, ale również występuje w Ameryce środkowej (Haiti, Honduras), Republice Południowej Afryki, Ameryce Południowej (Chile, Kolumbia, Urugwaj), Azji (Republika Korei, Japonia) oraz w południowym regionie EPPO (EPPO 2005). Pierwszym krajem europejskim, w którym choroba została wykryta była Hiszpania (Landeras i wsp. 2005). Następnie patogen został zidentyfikowany we Włoszech (Carlucci i wsp. 2007), Francji i Portugalii (Braganca i wsp. 2009, EPPO 2005). Zazwyczaj na nowych obszarach grzyb po raz pierwszy był stwierdzany w szkółkach.

Największe spustoszenie w ekosystemie leśnym spowodowane przez *F. circinatum* odnotowano w Portugalii, Hiszpanii i Francji. Szacuje się, że zagrożonych jest ponad 10 mln ha lasów Europy, w tym około 57 różnych gatunków sosen oraz daglezie zielona. Patogen poraża w Ameryce Północnej rodzime gatunki *Pinus*: *P. elliotii*, *P. palustris*, *P. patula*, *P. radiata*, *P. taeda* i *P. virginiana*. W Europie atakuje z kolei rodzime gatunki, m. in. *P. halepensis*, *P. pinaster* i *P. sylvestris* oraz sosny pochodzące z Azji i Ameryki takie jak: *P. densiflora*, *P. thunbergii*, *P. contorta* i *P. strobus* (EPPO 2005).

Grzyb ten przez wiele lat znany był tylko w stadium anamorfy. Oryginalnie opisany jako *F. lateritium* f. sp. *pini* (Snyder i wsp. 1949), potem zmieniony na *F. moniliforme* f. sp. *subglutinans* (Kuhlman i wsp. 1978), *F. subglutinans* f. sp. *pini* (Correll i wsp. 1991) i obecnie zaszeregowany do gatunku *F. circinatum*. Jego teleomorfa została stwierdzona w warunkach testu kojarzeniowego *in vitro* i znana jest jako *G. circinata* (Nirenberg i O'Donnell 1998).

Patogen jest bardzo agresywny, stanowi poważne zagrożenie dla lasów sosnowych (szczególnie dla plantacji *P. radiata*). Początkowo uważano, że w Kalifornii 85% lasów z drzewostanem *P. radiata* jest porażonych tym agrofagiem

(<https://web.archive.org/web/20110225222547/http://ceres.ca.gov/foreststeward/html/PPC.html>).

Wielokrotna infekcja pędów może powodować zamieranie korony drzew i ostatecznie prowadzić do śmierci. Grzyb może również w sposób ukryty, porażać nasiona sosny i być przyczyną zgorzeli siewek. Nasiona mogą być kolonizowane przez agrofaga w sposób wewnętrzny (wtedy grzyb pozostaje w stanie nieaktywnym do czasu kiełkowania) lub zewnętrzny (Storer i wsp. 1998).

G. circinata wnika do roślin żywicielskich poprzez mechaniczne uszkodzenia, ranki i otwory wejściowe powodowane przez owady drążące chodniki w drewnie (*Ips* sp. i *Conophthorus* sp.) lub chrząszcze rodzaju *Pityophthorus*. Patogen może rozprzestrzeniać się poprzez konidia roznoszone z prądami powietrza, z udziałem deszczu lub przez owady żerujące (Gordon i wsp. 2001, Schweigkofler i wsp. 2004). Jednakże na znaczne odległości grzyb przenoszony jest w wyniku transportu porażonych nasion czy porażonego materiału roślinnego oraz przy udziale wektora obecnego w transportowanym drewnie (Storer i wsp. 1998; Tkacz i wsp. 1998). Ciepło i wilgoć sprzyjają rozwojowi choroby, natomiast ograniczają ją chłodniejsze warunki. Zarodniki patogenu mogą dojrzewać w szerokim zakresie temperatur. Tempo dojrzewania jest powolne, w temperaturze ok. 10°C i wzrasta stopniowo, osiągając optimum w warunkach 20°C (Inman i wsp. 2008).

Stwierdzono także, że stadium teleomorfy nie bierze udziału w rozprzestrzenianiu się grzyba. Wśród kalifornijskich szczepów patogenu istniało bardzo niewiele grup zgodności wegetatywnej, co wskazuje, że u grzyba przeważa reprodukcja bezpłciowa.

Czynniki, które mogą sprzyjać pojawieniu się infekcji to: stres roślinny wywołany nadmiarem azotu w glebie, niezrównoważone cykle nawadniania, cieplejsze temperatury oraz rany spowodowane przycinaniem lub uszkodzeniem przez owady.

Objawy

F. circinatum powoduje u gatunków z rodzaju *Pinus* raki, które otaczają gałęzie, korzenie powietrzne i strzały. Raki na strzale są płaskie lub lekko zapadnięte. Infekcji często towarzyszy wyraźne i intensywne wydzielanie żywicy. Patogen może infekować w ukryty sposób nasiona sosny (Storer i wsp. 1998) i powodować zgniliznę korzeni (Coutinho i wsp. 1997). Objawy chorobowe można obserwować o każdej porze roku.

Porażone siewki wykazują objawy zgorzeli, igły przebarwiają się na kolor czerwony, brązowy albo chlorotyczny i zamierają od podstawy ku górze, bądź obumierają całe siewki. Najczęściej w szkółkach obserwuje się infekcję korzeni, rzadziej występuje ona na zewnętrznych korzeniach większych drzew w nasadzeniach terenów zielonych. Objawy na korzeniach to brązowe plamy i dezintegracja kory. Symptomy te nie są jednak charakterystyczne dla *F. circinatum*, lecz przypominają te powodowane przez inne patogeny powodujące zgniliznę korzeni. Objawy w nadziemnej części rośliny początkowo nie są widoczne, dopiero po pewnym czasie można zaobserwować żółknięcie igieł spowodowane porażeniem korony i otoczeniem strzały. W następstwie tego pojawia się intensywne wydzielanie żywicy, widoczne szczególnie po usunięciu kory. Przebarwione igły w końcu opadają, następuje zamieranie gałęzi, ich wierzchołków i na koniec korony. Infekcja może dotyczyć również szyszki żeńskiej, w których powstają słabo rozwinięte nasiona lub w ogóle brak w nich nasion. Na przekrojach poprzecznych widoczne są zmiany chorobowe tkanek drewna. Czasami w miejscu porażenia dochodzi do złamania pnia drzewa.

Objawy chorobowe na starszych drzewach mogą być mylone z tymi powodowanymi przez *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyco & Sutton (*Diplodia pinea*), dlatego ostateczna diagnoza powinna zostać poprzedzona określonymi badaniami.

Morfologia

Na pożywce PDA grzyb rośnie szybko, średnio 4,7 mm na dzień w temperaturze 20°C. Po 10 dniach kolonie są całobrzegie, grzybnia powietrzna jest biała, watawata lub brudnobiała. W centrum widoczne jest łososiowe zabarwienie oraz purpurowy albo ciemnofioletowy pigment w agarze. Proliferacja mikrokonidoforów połączona z lekkim skrzywieniem grzybni powietrznej, na której są one przenoszone, daje charakterystyczną morfologię kolonii. Kolonie są często sektorowate.

Na podłożu SNA, mikrokonidia są skupione w fałszywych główkach, z rozgałęzionymi konidioforami, mono- i polifialidami. Mikrokonidia są jajowate, jednokomorowe, rzadziej przedzielone 1 przegrodą. Makrokonidia o wymiarach 32-48×3,3-3,8 μm, posiadają trzy septy z lekko zakrzywionymi ścianami. Brak chlamydospor. Na pożywce mogą wytwarzać się jajowate, ciemnofioletowe lub czarne perytecja o wymiarach 332-396-453 μm wysokości i 288-337-358 μm szerokości (Britz i wsp. 2002). Strzępki sterylne (skręcone lub niewyraźnie skręcone) są charakterystyczne dla *F. circinatum* (określenie „*circinatum*” odnosi się do tych typowych, skręconych strzępek). Identyfikacja *F. circinatum* opiera się na podstawie cech morfologicznych opisanych przez Nirenberg i O'Donnell (1998) oraz Britz i wsp. (2002). W przypadku wątpliwości identyfikację należy potwierdzić technikami molekularnymi, poprzez konwencjonalny PCR, SyBr green real-time PCR lub real-time PCR z podwójnie znakowaną sondą.

3. Czy agrofag jest wektorem?	Tak	<u>Nie X</u>
4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga	Tak	<u>Nie X*</u>

potrzebny jest wektor?		
-------------------------------	--	--

* - patogen może rozprzestrzeniać się z pomocą wektora jednak nie jest on niezbędny

Niektóre owady biorą udział w rozprzestrzenianiu się agrofaga, są to: korniki (*Coleoptera: Scolytidae*) rodzaju: *Pityophthorus*, *Ips* i *Conophthorus* oraz *Ernobius* (*Coleoptera: Anobiidae*). Patogen wyizolowano także z drapieżnego chrząszcza *Lasconotus* spp., oraz z *Pissoides nemorensis* i *Rhyacionia* spp. Nie wiadomo jednak czy są one ważne w rozprzestrzenianiu choroby.

5. Status regulacji agrofaga

Od 2002 roku agrofag znajduje się na liście EPPO A2 (EPPO 2018c).

EPPO	Lista A2	2002
EU	Środki nadzwyczajne	2007
NAPPO	Lista alertowa	2002

6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania	Źródła	
Afryka	Republika Południowej Afryki	Ograniczone występowanie	Viljoen i wsp. 1994; Coutinho i wsp. 2007; EPPO 2018a	
Ameryka Południowa	Chile	Ograniczone występowanie	Wingfield i wsp. 2002; EPPO 2018a	
	Urugwaj	Incydentalnie w szkółce	Alonso i Bettucci 2009	
Ameryka Północna	Haiti	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953	
	Meksyk	Obecny w kilkunastu stanach	Britz i wsp. 2001	
	USA	Alabama	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953; Enebak i Carey 2003;
		Arkansas	Ograniczone występowanie	EPPO 1999; EPPO 2018a
		Kalifornia	Ograniczone występowanie	McCain i wsp. 1987; Gordon i wsp. 2001; Swett i Gordon 2012
		Floryda	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953; EPPO 1999;
		Georgia	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953; EPPO 1999
		Luizjana	Ograniczone występowanie	Dwinell i wsp. 1985; EPPO 1999
		Mississippi	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953; Dwinell 1978
		Karolina Północna	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1946; Kuhlman i Cade 1985

	Karolina Południowa	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1946; Kraus i Witcher 1977
	Tennessee	Ograniczone występowanie	Hepting i Roth 1953; Dwinel i wsp. 1978
	Teksas	Ograniczone występowanie	Dwinel 1985; EPPO 1999
	Wirginia	Ograniczone występowanie	EPPO 1999; EPPO 2018a
Azja	Japonia Kyushu	Ograniczone występowanie	Muramoto i wsp. 1993
	Archipelag Ryukyu	Występowanie rozpowszechnione	Kobayashi i Kawabe 1992
	Korea Południowa	Ograniczone występowanie w zachodniej części kraju na plantacjach miejskich i leśnych (Gongju, Taean, Gapyeong)	Han i wsp. 2015; EPPO 2018a
Europa (UE)	Francja	Wykryty w 2005 roku na kilku drzewach w ogrodach prywatnych w południowej Francji, od 2011 roku uznany za zwalczony	EPPO 2010; EPPO 2018a
	Hiszpania	Obecny w szkółkach i w lasach, ostatnio wykryty w 2015 roku	Dwinell 1999; EPPO 2016
	Portugalia	Wykryty w 2007 r. obecny w kilku ośrodkach (szkółki)	EPPO 2009a; EPPO 2018a
	Włochy	Wykryty w 2005 r., obecny w miejskich parkach i ogrodach, obecnie uznany za zwalczony	EPPO 2009b; EPPO 2018a

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA.

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA	Komentarz	Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie)
<i>Pinus contorta</i> (sosna wydmowa)	Tak	Introdukowana, rozpowszechniona w północnej i środkowej Europie. W Polsce najstarsze nasadzenia z lat 1930-1933. Aktualnie rzadko nasadzana w parkach i ogrodach.	Bellon i wsp. 1977, EPPO 2018b
<i>Pinus densiflora</i> (sosna gęstokwiatowa)	Tak	Rzadko nasadzana na obszarze PRA w ogrodach przydomowych i orientalnych.	EPPO 2018b
<i>Pinus elliotii</i> (sosna Elliotta)	Nie	Gatunek pochodzący z Ameryki Północnej, introdukowany w rejonach subtropikalnych.	EPPO 2018b

<i>Pinus halepensis</i> (sosna alepska)	Nie/Tak?	Gatunek wrażliwy na mrozy, teoretycznie nie powinien zimować na obszarze PRA. W ofercie niektórych szkółek i na platformach internetowych dostępne są jednak sadzonki opisywane jako sosna alepska.	EPPO 2018b
<i>Pinus palustris</i> (sosna długoigielna)	Nie/Tak?	Bardzo rzadko uprawiana w warunkach domowych, ogrodach zimowych, zabudowanych tarasach, nieogrzewanych szklarniach jako roślina kolekcjonerska. Gatunek wrażliwy na mrozy, nie zimuje na obszarze PRA.	EPPO 2018b
<i>Pinus patula</i>	Nie	Brak odporności na niskie temperatury. Roślina występuje na terenie Meksyku	EPPO 2018b
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>escarena</i> (sosna nadmorska)	Nie	Brak odporności na niskie temperatury	EPPO 2018b
<i>Pinus radiata</i> (sosna kalifornijska, sosna radiata)	Nie/Tak?	Prawdopodobnie bardzo rzadko uprawiana w warunkach domowych, ogrodach zimowych, zabudowanych tarasach, nieogrzewanych szklarniach jako roślina kolekcjonerska. Gatunek wrażliwy na mrozy, nie zimuje na obszarze PRA.	EPPO 2018b
<i>Pinus strobus</i> (sosna wejmutka)	Tak	Gatunek nasadzany na obszarze PRA w ogrodach, parkach, lasach. Najbardziej powszechne drzewo parkowe spośród sosen obcych florze Polski.	EPPO 2018b
<i>Pinus sylvestris</i> (sosna zwyczajna)	Tak	Najpospolitsza z rodzimych sosen, składnik borów sosnowych i mieszanych. Drzewo powszechnie uprawiane.	The Gymnosperm Database 2018; EPPO 2018b
<i>Pinus taeda</i> (sosna tadea)	Nie	Występuje na terenie Ameryki Północnej	EPPO 2018b
<i>Pinus thunbergii</i> (sosna Thunberga)	Tak	Drzewo dotychczas głównie spotykane na obszarze PRA w ogrodach botanicznych, arboretach i u kolekcjonerów drzew iglastych. Aktualnie znajduje się w ofercie kilku szkółek i jest coraz częściej nasadzana. Młode drzewa są	EPPO 2018b

		wrażliwe na mrozy i mogą przemarzać w warunkach Polski.	
<i>Pinus virginiana</i> (sosna wirginijska)	Tak	Gatunek rzadko nasadzany na obszarze PRA w arboretach, ogrodach botanicznych, prywatnych kolekcjach.	EPPO 2018b
<i>Holcus lanatus</i> (kłosówka wełnista)	Tak	Trawa pospolicie występująca w zbiorowiskach łąkowych na całym obszarze PRA.	Swett i Gordon 2012; EPPO 2018b;
<i>Festuca arundinacea</i> (syn. <i>Schedonorus arundinaceus</i>) (kostrzewa trzciniowa)	Tak	Pospolita bylina (trawa), liczne odmiany, występuje powszechnie na całym nizu.	Swett i Gordon 2012; EPPO 2018b;
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (daglezja zielona)	Tak	Drzewo introdukowane, nasadzone w parkach, ogrodach, zadrzewieniach krajobrazowych, arboretach i leśnych uprawach eksperymentalnych	Gordon i wsp. 2006

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Nasiona
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może infekować nasiona roślin gospodarzy. Często są to infekcje bezobjawowe.
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki konidialne i strzępki
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?	Brak danych
Czy częstotliwość przemieszczania tą	Tak

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

Możliwa droga przenikania	Sadzonki roślin		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może infekować bezobjawowo sadzonki (Storer i wsp. 1998)		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Tak – dla krajów pozaeuropejskich – za wyjątkiem <i>H. lanatus</i> i <i>S. arundinaceus</i>		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Tak		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki konidialne i strzępki		
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?	Brak danych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie	<u>Wysokie X</u>
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Kwiatostany		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w kwiatostanach		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
Jakie są ważne czynniki do	Kraj pochodzenia		

powiązania z tą drogą przenikania?			
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?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Szyszki		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w szyszkach		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
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?	Brak danych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	<u>Średnie X</u>	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Pnie		
---------------------------	-------------	--	--

Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w pniach. Patogen jest przenoszony przez kilka gatunków owadów żyjących w drewnie, szczególnie pod korą		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj pochodzenia Zaleca się okorowanie transportowanego drewna		
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?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	<u>Średnie X</u>	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Gałęzie		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w zainfekowanych gałęziach. Patogen jest przenoszony przez kilka gatunków owadów żyjących w drewnie, szczególnie pod korą		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj pochodzenia Zaleca się okorowanie transportowanego drewna		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać	Tak		

przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?			
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	<u>Średnie X</u>	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Igliwie		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w igliwiu.		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
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?	Brak danych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Drewno nieobrobione		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może być obecny w nieobrobionym drewnie. Patogen jest przenoszony przez kilka gatunków owadów żyjących w drewnie, szczególnie pod korą		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Tak		

Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki i strzępki		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Kraj pochodzenia Zaleca się okorowanie transportowanego drewna		
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?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Wiatr (naturalne rozprzestrzenianie się)
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Zarodniki mogą przenosić się z prądami powietrza na niewielkie odległości, w obszarach źródła zakażenia. Prawdopodobieństwo przemieszczania się agrofaga na duże odległości jest znikome.
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Tak
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Brak
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	Tak

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

Nasiona oraz zainfekowane sadzonki roślin (szczególnie te porażone bezobjawowo) są najbardziej prawdopodobną drogą przenikania *F. circinatum*. Bez żadnych środków fitosanitarnych grzyb z łatwością może zostać wprowadzony na obszar PRA i bez przeszkód się rozprzestrzenić i zadomowić.

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

W rejonie EPPO, w tym na terenie Polski, występuje wiele gatunków porażanych przez *F. circinatum* - są to rośliny pospolicie występujące w lasach (*P. sylvestris*, *P. strobus*) jak i nasadzone w parkach, ogrodach przydomowych (*Pseudotsuga menziesii*) oraz występujące rzadko, głównie w arboretach (*P. virginiana*, *P. palustris*, *P. radiata*).

W Polsce nie odnotowano dotychczas wystąpienia *F. circinatum*. 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 kraju (68,1% powierzchni) to klimat łagodny, pozbawiony pory suchej, z gorącym latem (Cfb). Natomiast strefa klimatyczna Dfb stanowi znaczny procent powierzchni Japonii (35,3%) i Stanów Zjednoczonych (22,9%), obszarów, w których stwierdzono obecność agrofaga. Biorąc pod uwagę tylko podobne uwarunkowania klimatyczne możliwość zasiedlenia terenu Polski przez *F. circinatum* jest wysoka. Jednak rozporządzenia UE w sprawie kontroli i nadzoru nad pojawianiem się patogena, znacznie zmniejszają ryzyko wejścia *F. circinatum* do Polski.

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

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Rośliny żywicielskie dla tego gatunku uprawiane są głównie na plantacjach otwartych, dlatego nie stwierdzono obecności *F. circinatum* 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 patogenu na obszar PRA może on rozprzestrzeniać się naturalnie (z prądami powietrza) na niewielkie odległości.

Rozprzestrzenianie z udziałem człowieka: jeśli środki fitosanitarne nie będą podejmowane, wówczas patogen może łatwo rozprzestrzenić się poprzez transport materiału siewnego i sadzeniowego. W razie przeniesienia patogenu na obszar PRA istnieje średnie ryzyko przetrwania i zadomowienia agrofaga w kraju.

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

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Patogen występuje głównie w szkółkach, gdzie nie ma wpływu na środowisko naturalne. W lasach sosnowych (z przewagą *P. radiata*) występowanie agrofaga jest stosunkowo niedawnym zjawiskiem (od 1992 r.) – jest to zbyt krótki czas, by jednoznacznie ocenić wpływ *F. circinatum* na środowisko. W obszarach, w których rak pni sosen występował częściej, obserwowano stopniowe przekształcenie lasu sosnowego na dębowy. Nie udokumentowano także znaczących wpływów na bioróżnorodność w rodzimych lasach Meksyku, w których wykrywano agrofaga (Guerra-Santos 1999).

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę?	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Obniżenie ilości i jakości materiału rozmnożeniowego. Zmniejszenie produkcji drewna używanego w meblarstwie, straty w sprzedaży drzewek świątecznych	EPPO 2005
Regulująca	Nie	Zmniejszenie bioróżnorodności w niewielkim stopniu.	Guerra-Santos 1999
Wspomagająca	Tak	Zniszczenie siedlisk dla ptaków i owadów.	Brak w tej kategorii
Kulturowa	Tak	Obniżenie walorów turystycznych i pogorszenie doznań estetycznych poprzez uszkodzenie roślin, np. w parkach, arboretach, ogrodach	Brak w tej kategorii

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Największy problem patogen stanowi w południowo-wschodnich Stanach Zjednoczonych, gdzie poraża rośliny na plantacjach i w szkółkach. W związku z tym regularnie zwiększa koszty produkcji, chociaż swego czasu nie powodował bardzo dużych strat finansowych (Barnard i Blakeslee 1980). Jedną z większych strat wiązała się z porażeniem *P. elliotii* na Florydzie w latach 70. ubiegłego wieku. Stratę oszacowano w milionach kubików rocznie (Dwinell i wsp. 1985).

Agrofag powoduje znaczne uszkodzenia, a nawet śmiertelność *P. radiata* w Kalifornii, zarówno w lasach rodzimych, jak i w nasadzeniach miejskich. Koszty usuwania i zastępowania drzew mogą ostatecznie sięgać kilku milionów dolarów w obszarach poważnie dotkniętych chorobą rakową (Templeton i wsp. 1997). Jednak w ostatnich latach zastosowanie mniej podatnych genotypów oraz zmian w technikach hodowlanych znacznie zmniejszyło straty.

F. circinatum był poważnym problemem w szkółkach w Południowej Afryce (Viljoen i wsp. 1994), Chile i Hiszpanii, ale zakres problemu nie jest dostatecznie znany.

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

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Na podstawie aktualnej wiedzy dotyczącej *F. circinatum* i występowania drzew-żywcicieli można stwierdzić, że wpływ tego patogenu na terenie PRA będzie porównywalny do obszaru pierwotnego występowania.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na potencjalnym obszarze zasiedlenia	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

W przypadku dostępnego inokulum patogen może pojawić się na terenie całego kraju na obszarach występowania lasów sosnowych. Ze szczególnym uwzględnieniem województw kujawsko-pomorskiego, lubuskiego, łódzkiego i wielkopolskiego, w których sosna stanowi $\frac{3}{4}$ lub więcej drzewostanu leśnego oraz Pomorza, gdzie dominują nasadzenia daglezi zielonej (GUS 2016, Lasy w Polsce 2017).

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,3°C w perspektywie każdej pory roku. Według optymistycznego RCP 4.5 nastąpi

ocieplenie o 1,6/1,7°C w przedziale 2036–2065 i o ok. 2,3°C dla 2071–2100, dla okresów zimowego i letniego. Z 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 okresie 2036–2065 i o około 4,3°C dla 2071–2100, w letnim 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%). Równie istotne są duże różnice pomiędzy 9 i 95 percentylem projekcji (w niektórych przypadkach sięgające nawet 100mm) utrudniające oszacowanie zmian opadów w przyszłości.

Zaobserwowano, że infekcjom sprzyja większa wilgotność powietrza i wyższa temperatura, takie warunki panują w południowo-wschodnich stanach USA i Kalifornii- w bliskim sąsiedztwie wybrzeża (Dwinell i wsp. 1985).

Zbyt niskie temperatury ograniczają rozwój patogenu i pojawianie się infekcji (Gordon i wsp. 2001).

W umiarkowanych temperaturach patogen potrafi przetrwać w drewnie rok lub dłużej. Natomiast zarodniki mogą przetrwać w glebie od kilku miesięcy do roku lub dłużej, w zależności od warunków.

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 w dużej mierze 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
Wraz ze wzrostem temperatury wzrasta prawdopodobieństwo rozwoju infekcji a wraz a nim prawdopodobieństwo zasiedlenia.	Opinia ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Jeśli patogen dostanie się do Polski i będzie w stanie się rozwijać to rozprzestrzeni się na większość obszaru PRA, gdyż jeden z jego żywicieli jest powszechna w Polsce sosna zwyczajna. Nie jest jasne jednak, w jaki sposób przewidywane zmiany w opadach będą miały wpływ na możliwość zasiedlenia.	Opinia ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą	Źródła

klimatek? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	
Nie	Opinia ekspercka

16. Ogólna ocena ryzyka

Prawdopodobieństwo przeniknięcia na obszar PRA bez podjęcia środków fitosanitarnych może być średnie (transport sadzonek i materiału siewnego). Jednak agrofag znajduje się na liście A2 EPPO, podlega kontroli, oraz nie był dotąd wykrywany w krajach sąsiadujących z Polską. W związku z tym jego pojawienie się w najbliższym czasie na terenie naszego kraju jest mało prawdopodobne.

Obecnie kończą się badania pilotażowe prowadzone we współpracy Instytutu Badawczego Leśnictwa (Sękocin Stary), Państwowej Służby Ochrony Lasu (Charków/Ukraina) i Centrum Badań Organizmów Kwarantannowych IOR-PIB (Poznań), które wskazują na możliwość infekcji polskich pochodzeń sosny zwyczajnej przez hiszpańskie szczepy *F. circinatum*.

Prawdopodobieństwo wniknięcia: średnie – bez podjęcia środków fitosanitarnych, **niskie** – przy kontroli fitosanitarnej.

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: średnie – warunki klimatyczne mogą sprzyjać zasiedleniu agrofaga

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: niskie – naturalne przenoszenie możliwe jest na niewielkie odległości, natomiast kontrole materiału szkółkarskiego w dużym stopniu zapobiegają rozprzestrzenianiu się agrofaga na większe dystanse w transporcie materiału rozmnożeniowego. Przy braku kontroli fitosanitarnych prawdopodobieństwo może być średnie.

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: średni, w przypadku przedostania się materiału roślinnego niezbędna jest kontrola fitosanitarna. Porażony materiał powinien zostać wycofany i zniszczony w celu zapobiegania rozprzestrzeniania się grzyba.

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 w przypadku pojawienia się w obszarze wolnym od występowania agrofaga. Obsadzanie „ognisk zapalnych” przez gatunki niewrażliwe na agrofaga zapobiega rozprzestrzenianiu się infekcji.

Program certyfikacji nasion i szkółek sosnowych.

Zachowanie odpowiedniej przestrzeni pomiędzy sadzonkami na plantacjach i w szkółkach.

Opcje po zbiorach, przed odprawą lub w trakcie transportu

W przypadku wykrycia agrofaga w materiale roślinnym przeznaczonym do nasadzeń, należy poinformować producenta i zniszczyć materiał roślinny.

Usuwanie z plantacji porażonych sadzonek obniża prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się choroby.

Opcje po wejściu przesylek

W przypadku sadzonek – zniszczenie roślin.

W przypadku innych części rośliny - zniszczenie ich.

Możliwe drogi przenikania	Możliwe środki
sadzonki	Kontrola importowanego materiału roślinnego
nasiona	Kontrola importowanego materiału siewnego
kwiatostany	Kontrola importowanego materiału
szyszki	Kontrola importowanego materiału
pnie	Kontrola importowanego materiału
gałęzie	Kontrola importowanego materiału
igliwie	Kontrola importowanego materiału
nieobrobione drewno	Kontrola importowanego materiału

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

W ograniczaniu rozprzestrzeniania się choroby decydujące znaczenie ma kontrola materiału siewnego, roślinnego i drewna z krajów, w których patogen występuje. Drewno z drzew iglastych, pochodzące z rejonów występowania agrofaga, musi być okorowane w celu ograniczenia liczby siedlisk zajmowanych przez owady, które mogą stanowić wektor dla grzyba.

W celu wyeliminowania agrofaga można stosować fungicydy lub insektycydy (w celu zniszczenia wektora). Jednak te metody bardziej sprawdzą się w przypadku szkółek czy gospodarstw prywatnych. Na dużych obszarach leśnych i w parkach staje się to nieekonomiczne.

18. Niepewność

Patogen może przetrwać w rozdrobnionym drewnie, co utrudnia wykrycie podczas inspekcji wizualnej. Zainfekowane sadzonki mogą nie mieć widocznych objawów choroby.

Objawy wywołane przez *F. circinatum* na młodych siewkach są bardzo podobne do tych powodowanych przez inne patogeny np.: *Pythium*.

Obumieranie starszych siewek (w wieku 1-3 lat) spowodowane przez agrofaga, może być mylone z gniciem korzeni typowym dla *Phytophthora*.

Objawy chorobowe na starszych drzewach mogą być mylone z tymi powodowanymi przez *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyco & Sutton (*Diplodia pinea*) oraz *Peridermium harknessii* [*Endocronartium harknessii*].

19. Uwagi

Zalecany bieżący monitoring.

Efektywność kontroli fitosanitarnych, ograniczenia w transporcie materiału siewnego i rozmnożeniowego z rejonów, w których patogen występuje powszechnie, mogą zdecydowanie zapobiec wniknięciu agrofaga.

Opracowanie szybszych i skutecznych metod diagnostycznych opartych na identyfikacji DNA patogena w materiale szkółkarskim umożliwi wydawanie certyfikatów dla zdrowych sadzonek.

Zwrócenie uwagi na możliwość przeniesienia agrofaga na żywych roślinach nie przeznaczonych do sadzenia (np. na ozdobnych drzewkach iglastych w pojemnikach przeznaczonych dla odbiorcy ostatecznego).

20 Źródła

Alonso R., Bettucci L. 2009. First report of the pitch canker fungus *Fusarium circinatum* affecting *Pinus taeda* seedlings in Uruguay. Australasian Plant Dis. Notes 4, 91–92.

Bellon S., Tumiłowicz J., Król S. 1977. Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. 111-115.

Barnard E.L., Blakeslee G.M., 1980. Pitch canker of slash pine seedlings: a new disease in forest tree nurseries. Plant Dis. 64(7):695-696.

Bragança H., Diogo E., Moniz F., Amaro P. 2009. First report of pitch canker on pines caused by *Fusarium circinatum* in Portugal. Plant Dis. 93(10): p 1079.

Britz H., Coutinho T.A., Gordon T.R., Wingfield M.J. 2001. Characterization of the pitch canker fungus, *Fusarium circinatum*, from Mexico. South African Journal of Botany 67: 609-614.

Britz H.; Coutinho T.A. Wingfield M.J., Marasas W.F.O. 2002. Validation of the description of *Gibberella circinata* and morphological differentiation of the anamorph *Fusarium circinatum*. Sydowia. 54(1): 9-22.

Carlucci A., Colatruglio L., Frisullo S. 2007. First report of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus halepensis* and *P. pinea* in Apulia (Southern Italy). Plant Dis. 91: 1683.

Correll J.C., Gordon T.R., McCain A.H., Fox J.W., Koehler C.S., Wood D.L., Schultz M.E. 1991. Pitch canker disease in California: pathogenicity, distribution, and canker development on Monterey pine (*Pinus radiata*). Plant Dis. 75(7): 676-682.

Coutinho T.A., Wingfield M.J., Viljoen A., Britz H., Marasas W.F.O. 1997. Pitch canker of pines: a Southern African Perspective, in Prochazkova Z., Sutherland J.R. (Ed.), 1997. Proceedings of the ISTA Tree Seed Pathology Meeting, Opocno, Czech Republic, 9-11 October 1996. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland: 1997: 29-35.

Coutinho T.A., Steenkamp E.T., Mongwaketsi K., Wilmot M., Wingfield M.J. 2007. First outbreak of pitch canker in a South African pine plantation. Australasian Plant Pathology 36(3): 256-261.

- Dwinell L.D., Barrows-Braddus J.B., Kuhlman E.G., 1985. Pitch canker: a disease complex of southern pines. *Plant Dis.* 69(3): 270-276.
- Dwinell L.D., 1978. Susceptibility of southern pines to infection by *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. *Plant Dis. Rep.* 62(2): 108-111.
- Dwinell L.D. 1999. Global distribution of the pitch canker fungus. In: Devey M.E., Matheson A.C., Gordon T.R., eds. *Current and Potential Impacts of Pitch Canker in Radiata Pine*, Proceedings of the IMPACT Monterey Workshop, Monterey, CA, USA: CSIRO Australia, 54-57.
- Enebak S.A., Carey W.A. 2003. Pitch canker caused by *Fusarium circinatum* identified on spruce pine in Alabama. *Plant Dis.* 87(4): 449.
- EPPO 2005. Bulletin OEPP/EPPO 35: 383-386.
- EPPO 2009a. Reporting Service no. 10 – 2009
- EPPO 2009b. Reporting Service no. 03 – 2009
- EPPO 2010. Reporting Service no. 02 - 2010
- EPPO 1999. Reporting Service no. 04 – 1999
- EPPO 2016. Reporting Service no. 11 – 2016
- EPPO 2018a <https://gd.eppo.int/taxon/GIBBCI/distribution> (dostęp 8.05.2018)
- EPPO 2018b <https://gd.eppo.int/taxon/GIBBCI/hosts> (dostęp 8.05.2018)
- EPPO 2018c. <https://gd.eppo.int/taxon/GIBBCI/categorization> (dostęp: 20.08.2018)
- Gordon T.R., Kirkpatrick S.C., Aegerter B.J., Wood D.L., Storer A.J. 2006. Susceptibility of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) to pitch canker, caused by *Gibberella circinata* (anamorph = *Fusarium circinatum*). *Plant Pathol.* 55: 231–237.
- Gordon T.R., Storer A.J., Wood D.L. 2001. The pitch canker epidemics in California. *Plant Dis.* 85(11): 1128-1139.
- Guerra-Santos J.J. 1999. Pitch canker on Monterey pine in Mexico. In: Devey M.E., Matheson A.C., Gordon T.R., eds. *Current and Potential Impacts of Pitch Canker in Radiata Pine* Proceedings of the IMPACT Monterey Workshop, Monterey, CA, USA: CSIRO Australia, 58-61.
- GUS.http://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5510/1/12/1/lesnictwo_2016.pdf (dostęp 20.08.2018)
- Han KyungSook, Park JongHan, Back ChangGi, Park MiJeong. 2015. First report of *Fusarium subglutinans* causing leaf spot disease on *Cymbidium* orchids in Korea. *Mycobiology*, 43(3):343-346.
<http://mycobiology.or.kr/search.php?where=aview&id=10.5941/MYCO.2015.43.3.343&code=0184MB&vmode=FULL>
- Hepting G.H., Roth E.R. 1953. Host relations and spread of the pine pitch canker disease. *Phytopathology* 43: 475.
- Hepting G.H., Roth E.R. 1946. Pitch canker, a new disease of some southern pines. *J. Fores.* 44:742-744.
- Inman A.R., Kirkpatrick S.C., Gordon T.R., Shaw D.V. 2008. Limiting effects of low temperature on growth and spore germination in *Gibberella circinata*, the cause of pitch canker in pine species. *Plant Dis.* 92: 542-545.
- Kobayashi T., Kawabe Y. 1992. Tree diseases and their causal fungi in Miyako Island. *Japanese J. Tropical Agri.* 36: 195-206.
- Kraus Sch H., Witcher W. 1977. Survey of pine pitch canker in South Carolina. *Plant Dis. Rep.* 61(11): 976-978.
- Kuhlman E.G., Dwinell L.D., Nelson P.E., Booth C. 1978. Characterization of the *Fusarium* causing pitch canker of southern pines. *Mycologia*, 70(6): 1131-1143.
- Kuhlman E.G., Cade S. 1985. Pitch canker disease of loblolly and pond pines in North Carolina plantations. *Plant Dis.* 69(2):175-176.
- Landeras E., Garcia P., Fernandez Y., Brana M., Fernando-Alonso O., Mendez-Lodos S., Perez-Sierra A., Leon M., Abad-Campos P., Berbegal M., Beltran R., Garcia- Jimenez J., Armengol

- J. 2005. Outbreak of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in Northern Spain. *Plant Dis.* 89: 1015.
- Lasy w Polsce 2017. Centrum informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- McCain A.H., Koehler C.S., Tjosvold S.A. 1987. Pitch canker threatens California pines. *California Agriculture* 41(11-12): 22-23.
- Muramoto M., Tashiro T., Minamihashi H. 1993. Distribution of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* in Kagoshima Prefecture and its pathogenicity to pines. *Journal of the Japanese Forestry Society.* 75(1): 1-9.
- Nirenberg H.I., O'Donnell K. 1998. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, 90(3): 434-458.
- Schweigkofler W., O'Donnell K., Garbelotto M. 2004. Detection and quantification of airborne conidia of *Fusarium circinatum*, the casual agent of pine pitch canker, from two California sites by using a Real-time PCR approach combined with a simple spore trapping method. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 3512- 3520.
- Snyder W.C., Toole E.R., Hepting G.H. 1949. Fusaria associated with mimosa, sumac wilt, and pine pitch canker. *J. Agri. Res.* 78: 365-382.
- Storer A.J., Gordon T.R., Clark S.L. 1998. Association of the pitch canker fungus, *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*, with Monterey pine seeds and seedlings in California. *Plant Path.* 47(5): 649-656.
- Swett C.L., Gordon T.R. 2012. First report of grass species (*Poaceae*) as naturally occurring hosts of the pine pathogen *Gibberella circinata*. *Plant Dis.* 96: 908.
- Swett C. L., Porter B., Fourie G., Steenkamp E.T., Gordon T.R., Wingfield M.J. 2014. Association of the pitch canker pathogen *Fusarium circinatum* with grass hosts in commercial pine production areas of South Africa. *Southern Forests: A Journal of Forest Science.* 76: 161-166.
- Templeton S.R., Wood D.L., Storer A.J., Gordon T.R. 1997. Economic damages of pitch canker. *Fremontia*, 25: 10-14.
- Tkacz B.M., Burdsall H.H., DeNitto G.A., Eglitis A., Hanson J.B., Kliejunas J.T., Wallner W.E., O'Brien J.G., Smith E.L. 1998. Pest risk assessment of the importation into the United States of unprocessed *Pinus* and *Abies* logs from Mexico. General Technical Report FPL-GTR-104. Madison, WI, United States Department of Agriculture, forest Service, forest Products Laboratory, 116 ss.
- The Gymnosperm Database 2018 http://www.conifers.org/pi/Pinus_sylvestris.php (dostęp 8.05.2018)
- Viljoen A., Wingfield M.J., Marasas W.F.O. 1994. First report of *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* on pine seedlings in South Africa. *Plant Dis.* 78(3): 309-312.
- Wingfield M.J., Jacobs A., Coutinho T.A., Ahumada R., Wingfield B.D. 2002. First report of the pitch canker fungus, *Fusarium circinatum*, on pines in Chile. *Plant Pathol.* 51: 397.

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-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-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-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-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-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-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-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-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 →		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
RCP 6.0	2036-2065	1,5	1,65	1,44	1,64
	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