

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla <i>Diaporthe vaccinii</i>						
Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska						
Opis obszaru zagrożenia: Obszar całego kraju, w szczególności uprawy borówki wysokiej i żurawiny wielkoowocowej						
<p>Główne wnioski</p> <p><i>Diaporthe vaccinii</i> jest jednym z najważniejszych patogenów roślin z rodzaju <i>Vaccinium</i>. Największe straty powoduje w szkółkach produkujących materiał do nasadzeń (borówka wysoka, żurawina wielkoowocowa) oraz plantacjach owocowych. Istnieje realne ryzyko rozprzestrzenienia się patogenu na terenie całego kraju, tym bardziej, że warunki klimatyczne Polski odpowiadają jego rozwojowi. Obecność patogenu w Polsce została odnotowana już w 2013 roku na doświadczalnej plantacji żurawiny wielkoowocowej. Najważniejszą drogą przenikania jest import zakażonych roślin z Kanady oraz USA lub propagacja zakażonego materiału nasadzeniowego produkowanego w kraju. Poddanie ścisłej kontroli roślin przywożonych z miejsc natywnego występowania choroby oraz szkółek, gdzie patogen występował już wcześniej znacznie redukuje możliwość jego rozprzestrzeniania. W przypadku wystąpienia charakterystycznych objawów chorobowych w szkółkach produkujących rozsady oraz plantacjach owocowych konieczne jest przeprowadzenie oprysków fungicydowych oraz zniszczenie porażonych roślin. Patogen może występować także w postaci małych siedlisk chorobowych na roślinach uprawianych w ogrodach działkowych lub przydomowych. W przypadku przedostania się patogenu do środowiska naturalnego istnieje ryzyko jego przeżycia i rozprzestrzenienia, także na gatunki dziko rosnące w Polsce (ich podatność na porażenie przez <i>D. vaccinii</i> prawdopodobnie nie była poddana szczegółowym analizom).</p>						
Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)	Wysokie	<input type="checkbox"/>	<u>Średnie</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niskie	<input type="checkbox"/>
Poziom niepewności oceny: (uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	Średnia	<input type="checkbox"/>	<u>Niska</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inne rekomendacje:						

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Diaporthe vaccinii*

Przygotowana przez: dr Katarzyna Pieczul, dr Katarzyna Sadowska, 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: k.pieczul@iorpib.poznan.pl

Data: 07.09.2018

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: Stwierdzenie obecności patogenu na terenie Polski oraz państw graniczących, ryzyko wywoływania strat ekonomicznych na plantacjach borówki wysokiej oraz żurawiny wielkoowocowej.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia

Królestwo: *Fungi*

Typ: *Ascomycota*

Podtyp: *Pezizomycotina*

Klasa: *Sordariomycetes*

Rząd: *Diaporthales*

Rodzina: *Diaporthaceae*

Rodzaj: *Diaphorthe*

Gatunek: ***Diaporthe vaccinii* Shear**

Synonimy: *Phomopsis vaccinii* Shear,

Nazwa powszechna: Phomopsis canker and dieback

Inne nazwy: Twig blight, fruit rot, storage rot, viscid rot (ang.), Chancre phomopsien, brûlure phomopsienne (fr.)

2. Informacje ogólne o agrofagu

Jednym z najgroźniejszych patogenów roślin uprawnych i dziko rosnących z rodzaju *Vaccinium*, jest *Diaporthe vaccinii* (anamorfa *Phomopsis vaccinii*) (Udayanga i wsp. 2012; Gomes i wsp.

2013). Powoduje on zamieranie pędów, plamistości liści oraz zgnilizny owoców. W uprawach występuje głównie na borówce wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) i żurawinie wielkoowocowej (*V. macrocarpon* Aiton), co ze względu na wieloletni charakter tych upraw jest szczególnie niebezpieczne (Farr i wsp. 2002, Tadych i wsp. 2012, Lombard i wsp. 2014). *D. vaccinii* powoduje także objawy chorobowe na europejskich, dziko rosnących gatunkach: borówce czarnej (*V. myrtillus* L.) i żurawinie błotnej (*V. oxycoccus* L.). Patogen występuje powszechnie na dużych obszarach Ameryki Północnej o umiarkowanym klimacie (Kanadzie i jedenastu stanach USA). Zarejestrowane zostały pojedyncze doniesienia wskazujące na obecność patogenu w Europie: Polsce, Rumunii, Litwie, Łotwie, Wielkiej Brytanii i Rosji (część ze stwierdzonych ognisk choroby prawdopodobnie nie została zniszczona) (EFSA 2017).

Opis agrofaga i cykl rozwojowy

Grzyb dobrze rośnie w bardzo szerokim zakresie temperatur 4-32°C (Carlson, 1963, Weingartner i Klos, 1975). Najkorzystniejsza temperatura dla kiełkowania konidiów i wzrostu grzybni wynosi jednak 21-24°C (Wilcox, 1939). *D. vaccinii* zimuje na zainfekowanych, obumarłych szczątkach roślin (pędach, liściach, owocach) leżących na powierzchni gleby (Shear i wsp. 1931, Wilcox 1939). Pierwotnym inokulum patogenu są konidia, produkowane w piknidiach. Piknidia powstają na martwych, porażonych w poprzednim sezonie wegetacyjnym, fragmentach tkanek roślin (Wilcox 1939, Weingartner i Klos 1975, Parker i Ramsdell 1977). Rozwój choroby w dogodnych warunkach jest szybki, sprzyja temu m.in. wysoki odsetek kiełkujących konidiów (ponad 90%). Szczególnie silnie porażane są młode pędy (w wilgotnej komorze o temperaturze 21-24,5°C 4 dni po inokulacji 70% pędów uległo zniszczeniu). Na porażonych pędach i liściach piknidia z konidiami pojawiają się 2-3 tygodnie po inokulacji (Wilcox, 1939, Weingartner i Klos, 1975). Uważa się, że otwarte pąki kwiatowe mogą być ścieżką wejścia patogenu do tkanki naczyniowej (Milholland, 1982). Jagody porażane są na wszystkich etapach rozwoju. Typowe objawy choroby - miękka zgnilizna i wyciek soku - widoczne dopiero podczas dojrzewania owoców (Milholland i Daykin, 1983). Do rozwoju stadium doskonałego patogenu i produkcji askospor konieczne jest zimowanie grzyba na porażonych tkankach.

Rośliny żywicielskie

Głównymi nosicielami są amerykańskie i europejskie żurawiny (*Vaccinium macrocarpon*, *V. oxycoccus*, *V. oxycoccus* var. *intermedium*), borówka wysoka (*V. corymbosum*) i borówka różgowata (*V. ashei*). Dzikie gatunki europejskie np. *V. oxycoccus*, mogą być porażane i stanowić potencjalne źródło patogenu.

Symptomy

Typowe objawy chorobowe powodowane przez *D. vaccinii* mają postać rozległych nekroz, którym towarzyszy pęknięcie kory, odstawanie epidermy i przebarwienie się powierzchni pędów na kolor srebrzysty. Grzyb wnika do tkanek rośliny gospodarza przez pąki kwiatowe, kwiaty, zranienia pędów i uszkodzenia mrozowe. Zakażenie następuje także przez zielone pąki — te porażone stopniowo brązowieją i zamierają, a strzępki grzyba przerastają z nich do pędów. Grzyb przerasta w dół przez łodygę z prędkością średnio 5,5 cm w ciągu 2 miesięcy, towarzyszy temu zamieranie kolejnych gałęzi i często całych roślin (Wilcox, 1939, Daykin i Milholland, 1990). Objawy choroby widoczne są najczęściej już w pierwszej połowie lata, a jesienią nawet połowa powierzchni porażonych pędów przybiera kolor srebrzystoszary. Na starszych pędach *D. vaccinii* często powoduje brązowe przebarwienie ksylemu łodygi poniżej objawów wędnięcia (Weingartner i Klos, 1975). Na zainfekowanych liściach powstają plamy powiększające się do 1 cm, piknidia pojawiają się po 2 tygodniach od momentu infekcji. Piknidia pojawiają się od sierpnia do października, głównie na martwych łodygach 3-5 lat (Weingartner i Klos, 1975). Porażone, dojrzewające owoce pomimo, iż mają niezmienny kształt, stają się czerwonawo-brązowe i miękkie, a po przekrojeniu wycieka z nich lepki sok. (Milholland i Daykin, 1983). Grzyb może również pozostawać w stanie uśpienia, dopóki sprzyjające warunki nie pozwolą mu na wznowienie wzrostu (Wilcox, 1939).

Podobne objawy chorobowe na roślinach z rodzaju *Vaccinium* mogą być powodowane przez inne gatunki z rodzaju *Phomopsis* - *P. columnaris*, *P. myrtilli*, *P. conorum*, *P. viticola* lub *Godronia*

cassandrae, *Fusicoccum putrefaciens*, *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp. i *Botryosphaeria dothidea* (Witcher, 1961; Witcher i Clayton, 1963). Gatunki te wykazują różnice w wielkości oraz kształcie konidiów co pozwala na ich identyfikację (Farr, i Rossman, 2018).

Wykrywanie i identyfikacja

Identyfikacja gatunku jest możliwa na podstawie cech morfologicznych grzybni oraz zarodników konidialnych. W przypadku braku obecności zarodników, można stymulować rozwój ciał owocujących inkubując materiał roślinny w wilgotnej komorze. Na pożywce PDA kolonie *D. vaccinii* są białe, watowate, z niewyraźnymi pierścieniami ułożonymi koncentrycznie. Pkniecia występują na łądych, liściach i jagodach i różnią się wielkością od 300 do 500 µm w średnicy. Na pożywkach agarowych są czarne, kuliste, pękają nieregularnie, wydzielając masy konidiów, które są białe lub z lekkim różowym odcieniem. Konidiofory w kształcie wrzeciona, 15-25 µm w młodych konidiomatach, dłuższe w starszych. Grzyb formuje dwa rodzaje zarodników (niekiedy tylko typ A). Konidia typu A są szkliste, jednokomórkowe, elipsoidalne, z dwoma kropelkami tłuszczu o wymiarach, 6-11 x 2-5 µm. Konidia B są szkliste, jednokomórkowe, nitkowate, zakrzywione o wymiarach 14-24 x 0,5-1,5 µm. Perithecia, tworzą się rzadko na łądych między korą a drewnem. Są one kuliste, czarne grubościennie, z ekscentryczną szyjką wystającą z kory, o wymiarach 300-500 x 200-400 µm; Worki podłużne, fusoidalne, o wymiarach 37-51 x 7-12 µm zawierają 8 askospor. Askospory są elipsoidalne, dwukomórkowe, lekko zwężone w przegrodzie o wymiarach 8-12 x 2-3,5 µm. (Shear i wsp., 1931, Ames i wsp. 1988, Chao & Glawe 1985, Wilcox 1940, Farr i wsp. 2002, Guerrero i Godoy 1989, EPPO 2009).

Ze względu na podobieństwa pomiędzy innymi gatunkami patogenów z rodzaju *Diaphorthe* powinna ona być uzupełniona o identyfikację genetyczną przeprowadzoną na podstawie sekwencji rDNA (Michałowska i wsp. 2017, Kačergius i Jovaišiene 2010, EPPO 2009).

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

Diaporthe vaccinii jest zaklasyfikowany jako szkodnik kwarantanny dla Unii Europejskiej, od 2010 roku znajduje się na europejskiej liście patogenów kwarantanny (EPPO 2018, EPPO 2009). Komputerowy kod EPPO: DIAPVA

EPPO A1 list: No. 211

EU Annex II/A1

6. Rozmieszczenie

Obszary rdzenne dla *D. vaccinii* obejmują Amerykę Północną - Kanadę (Nowa Szkocja) i USA (Arkansas, Illinois, Indiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, New Jersey, Karolina Północna, Oregon, Waszyngton, Wisconsin) (Shear i in., 1931; Wilcox, 1939, Wilcox, 1940, Carlson, 1963, Connors, 1967, Weingartner i Klos, 1975, Chao i Glawe, 1985, Ames i wsp., 1988). *D. vaccinii* jest aktualnie obecny na Łotwie i prawdopodobnie w Rosji (Kačergius i Jovaišiene 2010). Opisane zostały także przypadki występowania patogenu w innych państwach europejskich, także w Polsce (ogniska chorobowe zostały zlikwidowane).

Kontynent	Rozmieszczenie	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania	Źródła
Ameryka Południowa	Chile	Sadzonki importowane z USA	Guerrero i Godoy, 1989, EFSA 2017
Ameryka	USA	Natywny, rozpowszechniony	Shear i in., 1931; Wilcox,

Północna.	Washington, Massachusetts, Oregon, Arkansas, Michigan, North Carolina, New Jersey, Florida, Illinois, Indiana, Ohio, Wisconsin		1939, Wilcox, 1940, Carlson, 1963, Conners, 1967, Weingartner i Klos, 1975, Chao i Glawe, 1985, Ames i wsp., 1988, EFSA 2017
	Kanada	Natywny, rozpowszechniony	EFSA 2017
Europa	Holandia	zlikwidowany	EFSA 2017
	Litwa	zlikwidowany	EFSA 2017
	Łotwa	obecny	EFSA 2017
	Niemcy	zlikwidowany	EFSA 2017
	Polska	zlikwidowany	Michałęcka i wsp. 2017, EFSA 2017
	Rumunia	zlikwidowany	Teodorescu i wsp., 1985, EFSA 2017
	Wielka Brytania	zlikwidowany	Wilcox i Falconer, 1961, Baker, 1972, EFSA 2017
	Rosja	Nieobecny, niepewne dane	EFSA 2017

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)
Arctostaphylos uva-ursi (mącznica lekarska)	tak	Roślina dziko rosnąca na obszarze PRA – objęta ochroną ścisłą.	Farr i Roszman 2018
Gaultheria shallon	tak	Możliwa uprawa na obszarze PRA jako roślina ozdobna.	Farr i Roszman 2018
Rhododendron sp. (rózaniecnik, azalia)	tak	Rośliny uprawiane na obszarze PRA jako ozdobne.	Farr i Roszman 2018
Vaccinium ashei (borówka różgowata)	nie	Gatunek pochodzący z Ameryki Północnej. Możliwa uprawa przez hobbystów.	Farr i Roszman 2018
Vaccinium corymbosum* (borówka wysoka, borówka amerykańska)	tak	Rośliny występują na obszarze PRA jako gatunek uprawny.	Farr i Roszman 2018
Vaccinium	tak	Roślina uprawna na obszarze	Farr i Roszman 2018

macrocarpon* = Oxycoccus macrocarpus (żurawina wielkoowocowa)		PRA. Gatunek pochodzący z Ameryki Północnej.	
Vaccinium oxycoccos (żurawina błotna)	tak	Roślina dziko rosnąca na obszarze PRA	Farr i Rossman 2018
Vaccinium sp. (borówka)	tak	Pospolicie dziko rosnące rośliny na całym obszarze PRA, także gatunki uprawiane.	Farr i Rossman 2018

* żywiciel główny

8. Drogi przenikania

Naturalne rozprzestrzenianie się zarodników *D. vaccinii* występuje na krótkich dystansach polega na roznoszeniu konidiów z rozpryskującą się wodę deszczową. W przenoszeniu patogenu na dalsze odległości ma znaczenie przewożenie porażonych roślin lub ich owoców.

Możliwa droga przenikania	Rośliny do sadzenia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Zainfekowane sadzonki roślin borówki oraz żurawiny lub innych gatunków roślin		
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 oraz grzybnia rozwijająca się w porażonych tkankach roślinnych		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import porażonych roślin, identyfikacja porażonych roślin, produkcja porażonych roślin		
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	Niskie	Średnie X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Import owoców
---------------------------	---------------

Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Rozprzestrzenianie zainfekowanych owoców importowanych lub krajowych, kompostowanie porażonych tkanek roślin lub ich wyrzucanie		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	b.d.		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki oraz grzybnia rozwijająca się na porażonych owocach		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Sprzedaż porażonych owoców		
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	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

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

Pierwsze doniesienie o obecności patogenu w Polsce pochodzi z roku 2013, owe ognisko grzyba zostało zlikwidowane w 2015 r (Michałowska i wsp. 2017). Istnieje jednak realne ryzyko, że ognisk chorobowych może być więcej, lecz nie zostały one dotychczas stwierdzone. Polska znajduje się w strefie klimatycznej sprzyjającej rozwojowi grzyba, czynnikiem decydującym jest jego duża tolerancja na występujące temperatury oraz optimum temperaturowe do jego wzrostu w okresie letnim. Szczególnie narażone są rejony powszechnego występowania upraw borówki wysokiej oraz żurawiny wielkoowocowej. Ze względu na wysoki poziom upraw takich plantacji można spodziewać się, że porażone rośliny będą starannie niszczone. Możliwość porażenia rodzimych gatunków z rodzaju *Vaccinium* (*V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. gaultherioides*) nie została dotychczas jednoznacznie wykazana.

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

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

W uprawie szklarniowej patogen stanowi niewielkie zagrożenie, ogranicza się ono właściwie do zainfekowania materiału produkowanego do nasadzenia, w specjalistycznych gospodarstwach szkółkarskich, oraz gatunków kolekcjonerskich. Obecność patogenu można regulować poprzez wyłączenie z produkcji zainfekowanych roślin.

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 rozprzestrzenienie

Ze względu na niewielkie dystanse na jakie przenoszone są zarodniki konidialne rozprzestrzenianie patogenu w ten sposób ma raczej ograniczony zasięg. Nie można wykluczyć roznoszenia zarodników przez dzikie zwierzęta, np. ptaki zjadające zainfekowane jagody.

Z udziałem człowieka

Istnieje realne ryzyko przeniesienia patogenu wraz z materiałem roślinnym. Dotyczy to szczególnie importu materiału do nasadzenia z miejsc występowania patogenu lub szkółek propagujących zainfekowany materiał do nasadzeń. Ze względu na to że borówka wysoka oraz żurawina należą do roślin chętnie sadzonych w ogrodach działkowych i przydomowych istnieje realne ryzyko występowania wielu, niewielkich ognisk chorobowych na terenie kraju. Ze względu na to, że inne gatunki grzybów powodują podobne objawy chorobowe identyfikacja sprawcy choroby przez osoby nie posiadające odpowiedniej wiedzy jest trudna.

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

Choroba powszechnie występuje w USA (Friend i Boone, 1968, Farr i wsp., 1989) jednak przez wiele lat uważana była za mniej istotną (Wilcox, 1939). W pojedynczych przypadkach powodowała poważniejsze straty (Friend i Boone, 1968). W Wielkiej Brytanii stwierdzona ponad 30 lat temu, zniknęła bez powodowania większych strat.

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę?	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	tak	Straty w uprawie borówki wysokiej i żurawiny	Tadych i wsp. 2012, EPPO 2009, EPPO 2018, EFSA 2017

Regulująca	tak	Możliwość porażania gatunków dziko rosnących	Farr i wsp. 2002, EPPO 2009, EPPO 2018, EFSA 2017
Wspomagająca	tak	Obniżanie kondycji gatunków dziko rosnących w środowisku naturalnym	EPPO 2009, EPPO 2018, EFSA 2017
Kulturowa	tak	Straty roślin w ogrodach prywatnych	Tadych i wsp. 2012, EPPO 2009, EPPO 2018, EFSA 2017

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na obecnym obszarze zasięgu	Niska	Średnia X	Wysoka
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Ocena wielkości wpływu socjoekonomicznego na obecnym obszarze zasięgu	Niska X	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Patogen stanowi główne zagrożenie dla plantacji borówki wysokiej i żurawiny wielkoowocowej. Istnieją jednak doniesienia wskazujące na możliwość porażania innych, dziko rosnących gatunków rodzaju *Vaccinium*. Ich podatność na zakażenie nie była prawdopodobnie obiektem szczegółowych badań. W przypadku znacznej podatności przedostanie się patogenu do środowiska naturalnego może negatywnie wpływać na bioróżnorodność różnych zbiorowisk roślinnych, jednak stwierdzenie to opatrzone jest dużą niepewnością. Ze względu na sposób rozprzestrzeniania się zarodników konidialnych prawdopodobne jest, że ogniska chorobowe będą miały zakres rozproszony, za przenoszenie choroby na dalsze dystanse mogą odpowiadać dzikie zwierzęta zjadające zainfekowane jagody oraz osoby trudniące się zbieraniem runa leśnego.

Czy wpływ będzie równie duży, co na obecnym obszarze występowania? Tak/**Nie**

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

W przypadku, jeśli rodzime gatunki z rodzaju *Vaccinium* okażą się podatne na zakażenie *D. vaccinii* rozwój patogenu może potencjalnie wpłynąć negatywnie na ekosystemy leśne i torfowiskowe (w dużej mierze objęte ochroną w ramach sieci Natura 2000) gdzie borówki i żurawiny stanowią istotny element warstwy zielonej. Trudno jednak określić w jakim tempie i z jakim nasileniem patogen mógłby oddziaływać na rośliny żywicielskie w ich naturalnych siedliskach. Z powodu braku danych pokazujących negatywny wpływ na środowisko analiza jest spekulacyjna i niepewność określa się na poziomie średnim.

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

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Plantacje owocowe upraw borówki wysokiej i żurawiny, szkółki materiału do nasadzeń, ogrody i działki indywidualne, potencjalnie rośliny dziko rosnące – składniki runa leśnego.

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. 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.

Ze względu na dużą tolerancję patogenu dotyczącą temperatury nie wydaje się, aby zmiany klimatu odgrywały istotną rolę w jego rozprzestrzenianiu. Czynnikiem ograniczającym występowanie może być brak wystarczającej wilgotności w trakcie infekcji.

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	Opinia ekspercka

Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie	Opinia ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Tak, czynnikiem sprzyjającym rozprzestrzenianiu patogenu są opady deszczu. W przypadku wzrostu opadów warunki będą dodatkowo sprzyjały rozprzestrzenieniu patogenu.	Opinia ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
Tak, w przypadku wzrostu opadów warunki będą dodatkowo sprzyjały rozwojowi patogenu, co może skutkować większą intensywnością porażania roślin.	Opinia ekspercka

16. Ogólna ocena ryzyka

Prawdopodobieństwo wniknięcia *D. vaccinii* na teren PRA jest ściśle związane z importem zakażonych roślin, głównie borówki wysokiej oraz żurawiny wielkoowocowej. Opisane doniesienia zasiedlenia patogenu na obszarze PRA nie wskazują, aby grzyb rozprzestrzenił się gwałtownie i wywoływał istotne gospodarczo straty. Sposób propagacji zarodników konidialnych nie skutkuje roznoszeniem ich na dalsze odległości (z wyjątkiem udziału ludzi). W przypadku importu z miejsc występowania choroby konieczne jest przeprowadzenie działań fitosanitarnych jak kontrola sprowadzanego materiału oraz niszczenie porażonych roślin. Import roślin produkowanych poza obszarem występowania choroby nie wymaga podejmowania specjalnych środków fitosanitarnych. Możliwe jest zwalczanie patogenu poprzez opryski chemiczne, co ułatwia jego wyeliminowanie z miejsc występowania. W przypadku roślin dziko rosnących, nie będących głównymi gospodarzami, potencjalna skala rozprzestrzeniania choroby ze względu na sposób propagacji zarodników wydaje się mieć charakter lokalny. Nie ma obecnie danych, które pozwoliłyby na prawidłową ocenę podatności tych gatunków na porażenie.

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.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
Propagacja porażonych sadzonek	Zabiegi chemiczne, niszczenie fragmentów lub całych roślin
Sprzedż porażonych owoców	Skuteczna utylizacja porażonych owoców

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

Ryzyko rozwoju choroby z wyrzuconych zarażonych jagód jest znacznie niższe niż z zakażonych roślin do sadzenia, mimo to powinny one zostać podane utylizacji. Podstawowym działaniem zabezpieczającym jest kontrola roślin przywożonych z obszarów natywnego występowania choroby. Stwierdzenie obecności patogenu na istniejących plantacjach wymaga utylizacji porażonych roślin. Ze względu na podobne objawy chorobowe powodowane przez inne gatunki grzybów patogenicznych zalecana jest chemiczna ochrona plantacji w chwili wystąpienia ww. objawów. Do zwalczania chorób pędów borówki zarejestrowanych jest kilkanaście fungicydów (m.in. Switch 62,5 WG, Topsin M 500 SC, Kapelan 80 WG, Yamato 303 SE).

18. Niepewność

Nie jest znany zakres możliwości porażania krajowych, dziko rosnących roślin z rodzaju *Vaccinium*. W razie ich wysokiej podatności na porażanie kontrola patogenu będzie właściwie niemożliwa.

20 Źródła

- Ames, G.K.; Gergerich, R.C.; Weidemann, G.J.; Patterson, C.A. (1988) First report of *Diaporthe vaccinii* on blueberry in Arkansas. *Plant Disease* 72, 362.
- Baker, J.J. (1972) Report on diseases of cultivated plants in England and Wales for the years 1957-1968. *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Technical Bulletin* No. 25, 148.
- Carlson, L.W. (1963) Physiology, pathogenicity, and control of fungi causing cranberry diseases. *Dissertation Abstracts* 24, 1331.
- Chao, C.P.; Glawe, D.A. (1985) Studies on the taxonomy of *Diaporthe vaccinii*. *Mycotaxon* 23, 371-381.
- Connors, I.L. (1967) *An annotated index of plant diseases and fungi recorded on plants in Alaska, Canada and Greenland. Publication, Research Branch, Canada Department of Agriculture* No. 1251.
- Daykin, M.E.; Milholland, R.D. (1990) Histopathology of blueberry twig blight caused by *Phomopsis vaccinii*. *Phytopathology* 80, 736-740.
- EPPO 2009, *Diaporthe vaccinii*. EPPO Bulletin, 39: 18-24. online: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2338.2009.02245.x> (dostęp 12.07.2018)
- EPPO 2018, Data Sheets on Quarantine Pests *Diaporthe vaccinii* https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/fungi/DIAPVA_ds.pdf (dostęp 18.07.2018)
- EFSA 2017, EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Jeger M, Bragard C, Caffier D, Candresse T, Chatzivassiliou E, Dehnen-Schmutz K, Gilioli G, Grégoire J-C, Jaques Miret JA, MacLeod A, Navarro MN, Niere B, Parnell S, Potting R, Rafoss T, Rossi V, Urek G, Van Der Werf W, West J, Winter S, Gardi C, Mosbach-Schulz O, Koufakis I and Van Bruggen A, 2017. Scientific Opinion on the pest risk assessment of *Diaporthe vaccinii* for the EU territory. *EFSA Journal* 2017;15(9):4924, 185 pp. , dostęp online: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4924> (dostęp: 12.07.2018)
- Farr, D.F.; Bills, G.F.; Chamuris, G.P.; Rossman, A.Y. (1989) *Fungi on plants and plant products in the United States*. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA.
- Farr, D. F., Castlebury, L. A., & Rossman, A. Y. (2002). Morphological and molecular characterization of *Phomopsis vaccinii* and additional isolates of *Phomopsis* from blueberry and cranberry in the Eastern United States. *Mycologia*, 94(3), 494–504. online: <https://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/> , (dostęp: 12.07.2018)
- Farr, D.F. i Rossman, A.Y. (2018) Fungal databases, Systematic mycology and microbiology laboratory, ARS, USDA. Available from: <http://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES> (accessed 1 March 2018)
- Friend, R.J.; Boone, D.M. (1968) *Diaporthe vaccinii* associated with dieback of cranberry in Wisconsin. *Plant Disease Reporter* 52, 341-344.
- Gomes, R. R., Glienke, C., Videira, S. I. R., Lombard, L., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2013). *Diaporthe*: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi. *Persoonia*, 31, 1–41.
- Guerrero, C., J.; Godoy, A. (1989) [Detection of *Phomopsis vaccinii* (Shear, Stevens and Bein) in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)]. *Agricultura Técnica (Santiago)* 49, 220-223.
- IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, et al.,(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf

- Kačergius, A., Jovaišiene, Z. (2010). Molecular characterization of quarantine fungus *Diaporthe/Phomopsis vaccinii* and related isolates of *Phomopsis* from *Vaccinium* plants in Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 16(4), 177–182.
- Lombard, L., van Leeuwen, G. C. M., Guarnaccia, V., Polizzi, G., van Rijswick, P. C. J., Rosendahl, K. C. H. M., Gabler, J., & Crous, P. (2014). *Diaporthe* species associated with *Vaccinium*, with specific reference to Europe. *Phytopathologia Mediterranea*, 53(2), 287–299.
- Milholland, R.D. (1982) Blueberry twig blight caused by *Phomopsis vaccinii*. *Plant Disease* 66, 1034-1036.
- Milholland, R.D.; Daykin, M.E. (1983) Blueberry fruit rot caused by *Phomopsis vaccinii*. *Plant Disease* 67, 325-326.
- Michałeczka M., Bryk H., Seliga H. (2017), Identification and characterization of *Diaporthe vaccinii* Shear causing upright dieback and viscid rot of cranberry in Poland. *European journal of Plant Pathology* 148(3): 595–605
- Parker, P.E.; Ramsdell, D.C. (1977) Epidemiology and chemical control of phomopsis canker of highbush blueberry. *Phytopathology* 67, 1481-1484.
- Shear, C.L.; Stevens, N.E.; Bain, H.F. (1931) *Fungus diseases of the cultivated cranberry. Technical Bulletin, United States Department of Agriculture No. 258, 7-8.*
- Tadych, M., Bergen, M. S., Johnson-Cicalese, J., Polashock, J. J., Vorsa, N., & White, J. F., Jr. (2012). Endophytic and pathogenic fungi of developing cranberry ovaries from flowers to mature fruit: diversity and succession. *Fungal Diversity*, 54(1), 101–116.
- Teodorescu, G.; Copaescu, V.; Florea, S. (1985) The behaviour of some blueberry cultivars to the main mycoses in Romania. *Acta Horticulturae* No. 165, 159-165.
- Udayanga, D., Liu, X. Z., Crous, P. W., McKenzie, E. H. C., Chukeatirote, E., & Hyde, K. D. (2012). A multi-locus phylogenetic evaluation of *Diaporthe* (*Phomopsis*). *Fungal Diversity*, 56, 157–171.
- Weingartner, D.P.; Klos, E.J. (1975) Etiology and symptomatology of canker and dieback diseases on highbush blueberries caused by *Godronia* (*Fusicoccum*) *cassandrae* and *Diaporthe* (*Phomopsis*) *vaccinii*. *Phytopathology* 65, 105-110.
- Wilcox, M.S. (1939) Phomopsis twig blight of blueberry. *Phytopathology* 29, 136-142.
- Wilcox, M.S. (1940) *Diaporthe vaccinii*, the ascigerous stage of *Phomopsis*, causing a twig blight of blueberry. *Phytopathology* 30, 441-443.
- Wilcox, H.J.; Falconer, M.A. (1961) New or uncommon plant pests. *Plant Pathology* 10, 123-124.
- Witcher, W. (1961) Blueberry stem blight caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Dissertation Abstracts* 22, 23.
- Witcher, W.; Clayton, C.N. (1963) Blueberry stem blight caused by *Botryosphaeria dothidea* (*B. ribis*). *Phytopathology* 53, 705-712.

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