

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla 'Gremmeniella abietina'**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska**Opis obszaru zagrożenia:** tereny lesiste oraz wszelkie ze zbiorowiskami roślin żywicielskich (drzewa iglaste, w szczególności sosny i świerki)**Główne wnioski**

Gremmeniella abietina jest workowcem, powodującym groźne zamieranie pędów u drzew iglastych, w szczególności u sosny pospolitej (*P. sylvestris*) i sosny czarnej (*P. nigra*). Występowanie patogenu stwierdzono niemalże w całej Europie, w tym w Polsce. Grzyb atakuje uprawy, młodniki, drągowiny oraz starsze drzewostany. W Polsce występuje szeroki zakres roślin żywicielskich, które stanowią istotny procent składu gatunkowego krajowych lasów. Ryzyko wnikięcia patogenu na obszar PRA, z uwagi na podejmowane środki fitosanitarne i kontrolne określono jako średnie/niskie. W przypadku pojawienia się *G. abietina* na stanowiskach, gdzie do tej pory nie był on notowany, może dojść do porażenia drzewostanów z udziałem roślin żywicielskich. Szczególną uwagę należy zwrócić na ochronę w kontekście drzew z rodzaju *Pinus* (głównie *P. sylvestris*), najczęściej uprawianego rodzaju w leśnictwie i mającego duże znaczenie gospodarcze i ekosystemowe. W przypadku wnikięcia, a dalej zasiedlenia, istnieje ryzyko rozprzestrzenienia się patogenu ze względu na powszechną dostępność żywicieli, nasadzanych na dużych obszarach w monokulturach (leśnictwo). Gwarantuje to stały dostęp do roślin żywicielskich oraz ułatwia przemieszczanie grzyba z rośliny na roślinę, tym samym opanowując nowe obszary. Zaleca się monitorowanie plantacji, w szczególności szkółek leśnych i młodników, a po stwierdzeniu objawów wskazujących na obecność patogenu konieczne jest przeprowadzenie oprysków fungicydowych lub eliminowanie porażonych egzemplarzy i ich resztek. Zabiegi chemiczne powinny być przeprowadzone przy użyciu zarejestrowanych fungicydów dedykowanych do zwalczania *G. abietina* w uprawach określonych roślin. Młode drzewka z importu powinny być wolne od objawów chorobowych i poddane kontrolom, podobnie jak drzewka przeznaczone na choinki oraz produkty drzewne.

Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, 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, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	Średnia	<input type="checkbox"/>	<u>Niska</u>	<input checked="" type="checkbox"/>

Inne rekomendacje:
Brak

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Gremmeniella abietina*

Przygotowana przez: mgr inż. Weronika Zenelt, dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Agata Pruciak, mgr Daria Rzepecka, mgr Magdalena Gawlak, dr Tomasz Kałuski
Data: 16.06.2021

Badania wykonywane na rzecz Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, finansowane w ramach dotacji celowej z budżetu państwa na rok 2021, na realizację zadania pn. „Ochrona roślin dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego kraju oraz bezpieczeństwa żywności”.

Etap 1 Wstęp

Powód wykonania PRA: *Gremmeniella abietina* jest sprawcą zamierania pędów u drzew iglastych, głównie z rodzaju *Pinus* i *Picea*. Są to drzewa powszechnie występujące na terenie Polski, w szczególności w uprawach leśnych, gdzie dominują w składzie drzewostanowym. Występowanie *G. abietina* zostało stwierdzone w niemalże wszystkich krajach Europy, także w Polsce. Pierwsze wzmianki o jego występowaniu w północnej części kraju pojawiły się pod koniec XIX wieku (Schwarz, 1895), a następne od lat 20 wieku XX (Liese, 1922). Istnieje ryzyko wniknięcia i rozprzestrzenienia się patogenu w kraju, zarówno w lasach, szkółkach, roślinności miejskiej jak i w nasadzeniach przydomowych.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: *Fungi*

Gromada: *Ascomycota*

Klasa: *Leotiomycetes*

Rząd: *Helotiales*

Rodzina: *Helotiaceae*

Rodzaj: *Gremmeniella*

Gatunek: *Gremmeniella abietina* (Lagerberg) Morelet

Synonimy: *Ascocalyx abietina* (Lagerberg) Schläpfer-Bernhard, *Brunchorstia destruens* Eriksson, *Brunchorstia pinea* (Karsten) von Höhnel, *Brunchorstia pinea* var. *cembrae* Morelet, *Brunchorstia pinea* var. *pini* Morelet, *Brunchorstia pini* Allescher, *Crumenula abietina* Lagerberg, *Crumenula pinea* (Karsten) Ferdinandsen & C.A.Jørgensen, *Excipulina pinea* Karsten, *Godronia abietina* (Ellis & Everhart) Seaver, *Lagerbergia abietina* (Lagerberg) J.Reid, *Scleroderris abietina* (Lagerberg) Gremmen, *Scleroderris lagerbergii* Gremmen, *Septoria pinea* Karsten, *Septoria ponia* Karsten

Nazwa powszechna: zamieranie pędów sosny, zamieranie pędów drzew iglastych

Inne nazwy powszechnie: brunchorstia disease of pine (ang.), canker of conifers (ang.), dieback of pine (ang.), shoot blight of pine (ang.), scleroderris canker of conifers (ang.), chancre des résineux (fr.), chancre gremmenielléen (fr.), chancre scléroderrien (fr.), dépérissement des résineux (fr.), dessèchement des rameaux de pin (fr.), Kieferntriebsterben (niem.), Triebspitzenkrankheit: Kiefer (niem.), Triebsterben: Kiefer (niem.), chancro de las resinosas (hiszp.) tristeza de las resinosas (hiszp.)

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Cykl życiowy

Pochodzenie *G. abietina* nie jest do końca jednoznaczne. Utrzymuje się, że gatunek ten wywodzi się częściowo z Europy, a częściowo z Ameryki Północnej. Na podstawie cech serologicznych, morfologicznych i immunologicznych *G. abietina* podzielono na trzy rasy: północnoamerykańską, europejską i azjatycką (Dorworth i Krywienczyk, 1975; Hansson i wsp., 1996). Taksonomia *Gremmeniella* być może w przyszłości będzie podlegała zmianom, gdyż odmiany patogenu będą traktowane tak jak gatunki, o czym świadczą przeprowadzone badania molekularne przez Hamelin i Rail (1997) oraz Dusabenyagasani i wsp. (2002). Zatem gatunek *G. abietina* obejmuje kilka odmian, ras i biotypów, które występują w różnych lokalizacjach geograficznych, na odmiennych żywicielach i różnią się agresywnością (Hamelin i wsp., 2000).

Izolat europejski wykazuje się większą wirulencją i szerszym zasięgiem roślin żywicielskich niż izolat pochodzący z Ameryki, konkretnie z obszarów Krainy Wielkich Jezior. Uważa się, że szczep europejski dodatkowo wytwarza małą liczbę apotecjów i askospor (CAB International), jednakże w rzeczywistości obserwowano obfitą produkcję apotecjów na zarażonych plantacjach *Pinus contorta* na północy Szwecji oraz na *Pinus sylvestris* w południowej części kraju (Jeger i wsp., 2017). W warunkach naturalnych rozprzestrzenianie się patogenu może następować zarówno za pośrednictwem askospor, jak i konidiów. Jeśli zaangażowane są konidia, infekcja zwykle następuje wczesnym latem, podczas gdy askospory infekują w dalszym okresie wegetacji, późną jesienią (Jeger i wsp., 2017). Izolat amerykański produkuje natomiast znacznie więcej askospor, do których uwolnienia dochodzi przeważnie w maju i czerwcu.

Rozwojowi choroby (infekcja i inkubacja) sprzyjają zarówno cechy drzewostanu (jego skład gatunkowy, zadrzewienie poszczególnych warstw, kondycja biologiczna, ilość materiału zakaźnego), warunki pogodowe (obfite opady, wysoka wilgotność powietrza), jak i ukształtowanie terenu (np. zagłębienia sprzyjające zmrozowiskom i zmniejszające przewietrzanie dna lasu) (Instrukcja Ochrony Lasu, 2012). Liczba uwalnianych zarodników zależy od temperatury otoczenia i momentu rozpoczęcia tego procesu. Najbardziej sprzyjającymi warunkami do infekcji jest wielogodzinny deszcz i temperatura ok. 17°C. Sprzyjającym okresem do infekcji jest chłodna i wilgotna wiosna. W takich warunkach grzyb najlepiej wnika przez stożek wzrostu do rozwijających się pędów za pośrednictwem zarodników konidialnych i askospor. W dużej mierze na infekcje narażone są pąki, pędy i igły, które uległy uszkodzeniu (CAB International). Dalsze rozprzestrzenianie się na pęd nie rozpoczyna się, dopóki drzewa nie osiągną stanu uśpienia podczas zimy, kiedy to grzyb zaczyna kolonizować pęd i tkankę korową (Patton i wsp., 1984).

W warunkach klimatycznych występujących w Europie Środkowej zaobserwowano uwalnianie konidiów i askospor w okresie od listopada do lipca. Po wnikięciu do tkanek żywiciela grzyb poraża stożek wzrostu po czym infekcja postępuje w dół rośliny, zajmując kolejno pędy i pęczki igieł. Wiosną następnego roku pędy zaczynają powoli zamierać, poczynając od wierzchołków (CAB International).

Grzyb może przetrzymać w formie grzybni lub niedojrzałych struktur zarodnikujących w tkankach roślin żywicielskich. *G. abietina* poraża swoich gospodarzy w momencie ich aktywnego wzrostu, natomiast intensywny rozwój symptomów chorobowych obserwuje się w czasie spoczynku roślin. W przypadku wystąpienia epidemii jednym z kluczowych czynników warunkujących jej przebieg i nasilenie jest wielkość drzew w momencie infekcji (CAB International).

G. abietina jest w stanie przemieszczać się za pomocą konidiów powstałych na porażonych tkankach roślin żywicielskich w warunkach wysokiej wilgotności przez krople wody.

Rozprzestrzenianie na duże odległości odbywa się natomiast za pośrednictwem askospor, które przemieszczają się wraz z wiatrem. Mała liczba apotecjów i askospor u rasy europejskiej wpływa na zjawisko rozprzestrzeniania się patogenu, które może nie być intensywne, jednakże transport lokalny i międzynarodowy potencjalnie porażonego materiału szkółkarskiego lub obrót towarowy zainfekowanymi drzewami (np. w okresie świąt) może stanowić alternatywną drogę rozprzestrzeniania (CAB International). *G. abietina* jest w stanie przetrwać do 10 dni w gałęziach 9-letnich drzew *P. sylvestris*, bez względu na to, czy panują warunki zewnętrzne, czy suche i ciepłe warunki pokojowe (Magasi i Manley, 1974). Okres przeżycia konidiów *G. abietina* rasy europejskiej wynosi ponad 18 miesięcy na ciętym drewnie *P. sylvestris* (Szwecja) (Witzell i wsp., 2006) oraz 2 lata na ciętym drewnie *P. resinosa* (Kanada) (Laflamme i Rioux, 2015).

Rośliny żywicielskie

Żywicielami *G. abietina* są drzewa iglaste, szczególnie z rodzaju *Pinus*: *P. banksiana*, *P. cembra*, *P. contorta*, *P. densiflora*, *P. flexilis*, *P. griffithii*, *P. halepensis*, *P. koraiensis*, *P. monticola*, *P. mugo*, *P. nigra*, *P. nigra* var. *austriaca*, *P. nigra* var. *corsicana*, *P. nigra* var. *maritima*, *P. pinaster*, *P. pinaster* subsp. *escarena*, *P. pinea*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. resinosa*, *P. rigida*, *P. sabiniana*, *P. strobus*, *P. sylvestris*, *P. thunbergii*, *P. wallichiana*; z rodzaju *Picea*: *P. abies*, *P. glauca*, *P. mariana*, *P. rubens*; z rodzaju *Larix*: *L. kaempferi*, *L. leptolepis*. Odnotowano także pojaw na *Abies sachalinensis* i *Pseudotsuga menziesii*. *Pinus sylvestris* i *Picea abies* uważane są za główne rośliny żywicielskie (CAB International; CABI 2021; EPPO 2021; Santamaria i wsp., 2003).

Symptomy

G. abietina jest sprawcą groźnego zamierania pędów, w szczególności sosny pospolitej (*P. sylvestris*) i czarnej (*P. nigra*). Porażenie może wystąpić w uprawach, młodnikach i drągowinach, niekiedy także w starszych drzewostanach (Instrukcja Ochrony Lasu, 2012). Pierwsze objawy choroby można zauważyć już zimą w postaci wycieków żywicy na pączkach. W konsekwencji wiosną następnego roku znaczna część zainfekowanych pączków nie rozwija się. Obserwuje się także przebarwienie jednorocznych igieł od nasady po wierzchołek na kolor od pomarańczowego do brązowego (CAB International). Mogą pojawić się kropelki żywicy na korze tegorocznych przyrostów. Nekrozy obejmujące wpięrow zamarłe pączki rozszerzają się w kierunku pędów, które mogą również zamierać, w szczególności te jednoroczne. W przypadku starszych pędów obserwuje się pojawienie miejscowych zrakowaceń oraz obkurczanie i zasychanie kory. Igły, które uległy porażeniu, łatwo odchodzą od pędów, a te całkowicie brązowe z czasem samoistnie odpadają. Z pączków, które nie zostały całkowicie porażone rozwijają się zdeformowane i w złej kondycji pędy, które po czasie mogą zamierać (PIORIN, 2021). U silnie porażonych drzew obumarłe pędy odznaczają się na tle korony. Niekiedy całe drzewo zamiera. W roku następnym u zainfekowanych osobników mogą pojawić się jasnozielone „czarcie miotły”, spontanicznie rozwinięte z pączków przybyszowych powstałych u nasady zamarłych pędów. Silnie porażone, dorosłe drzewa są w stanie utrzymywać się przy życiu – z pączków przybyszowych znajdujących się poniżej zamarłej części rośliny mogą rozwijać się nowe pędy (CAB International). Raki powstałe na skutek obecności patogenu na gałęziach i pniu (kora) młodych sosen są zwykle określane jako owalne „znaki kciuka”. Mogą rosnąć dość szybko, zwłaszcza w pionie i rozciągać się na ponad 20 cm (Witzell, 2001).

Dla sosen typowym objawem porażenia przez *G. abietina* są martwe pączki otoczone igłami, które przybierają kolor od czerwonego do brązowego. Niekiedy zabarwienie to obejmuje tylko podstawę liści, podczas gdy pozostała część jest dalej zielona. Obserwuje się też częstsze pojawienie się piknidiów (~1 mm) niż apotecjów, które tworzą się na igłach, najczęściej blisko ich podstawy oraz na gałązkach przy zamarłych pączkach. Piknidia zazwyczaj ułożone są pojedynczo, zdarza się jednak też ich występowanie w grupach. W przypadku *P. sylvestris*, *P. resinosa* czy *P. banksiana*

zaobserwowano tworzenie się piknidiów pod korą. Stwierdzenie ich obecności możliwe jest jedynie po wcześniejszym usunięciu zewnętrznej warstwy kory z gałązek. Powstała apotecja można zaobserwować na korze i u podstawy igieł. Charakterystyczne dla hymenium jest jego kremowe do jasnozielonego zabarwienie, które pojawia się przy dużej wilgotności (PIORIN, 2021).

Małe drzewka, jak np. te w szkółkach leśnych, są szczególnie wrażliwe na porażenie i mogą zamierać w krótkim okresie po infekcji, przeważnie w pierwszym roku. Drzewa starsze są w stanie opierać się chorobie przez kilka lat, gdzie obumierają tylko pojedyncze gałęzie. Podczas lustracji szkółek w okresie maja na młodych siewkach sosen obserwować można pomarańczowe do brązowych przebarwienia u nasady igieł. Z czasem przebarwienia obejmują dalsze partie roślin – w lipcu obserwuje się zbrązowienie wierzchołków igieł i gałązek. Igły wierzchołkowe są wrażliwe na dotyk i mogą z łatwością odpadać. Obserwuje się także zielone przebarwienia pod warstwą kory obumarłych gałęzi młodych drzew (CAB International).

Wykrywanie i identyfikacja

G. abietina może być zidentyfikowane *in vivo* na podstawie morfologii struktur owocujących. Można wspomóc produkcję zarodników poprzez przeniesienie porażonej próbki roślinnej do wilgotnej komory i inkubację. Przy zarodnikującej kulturze grzyba wskazane jest posłużenie się klasycznymi technikami mikroskopowymi w oparciu o klucz. Identyfikację można oprzeć również o techniki molekularne. Biorąc jednak pod uwagę wątpliwości związane z pozycją taksonomiczną odmian *G. abietina*, metody molekularne mogą okazać się mało precyzyjne i nie są zalecane.

W okresie późnowiosennym (maj) zalecane są inspekcje w szkółkach w celu wczesnego wykrycia obecności patogenu (PIORIN, 2021).

Dostępny jest protokół diagnostyczny sporządzony przez PIORiN, zatwierdzony do stosowania we wrześniu 2009 roku. Protokół dostępny jest w Internecie na stronie PIORiN, w dziale Standardy Eppo.

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

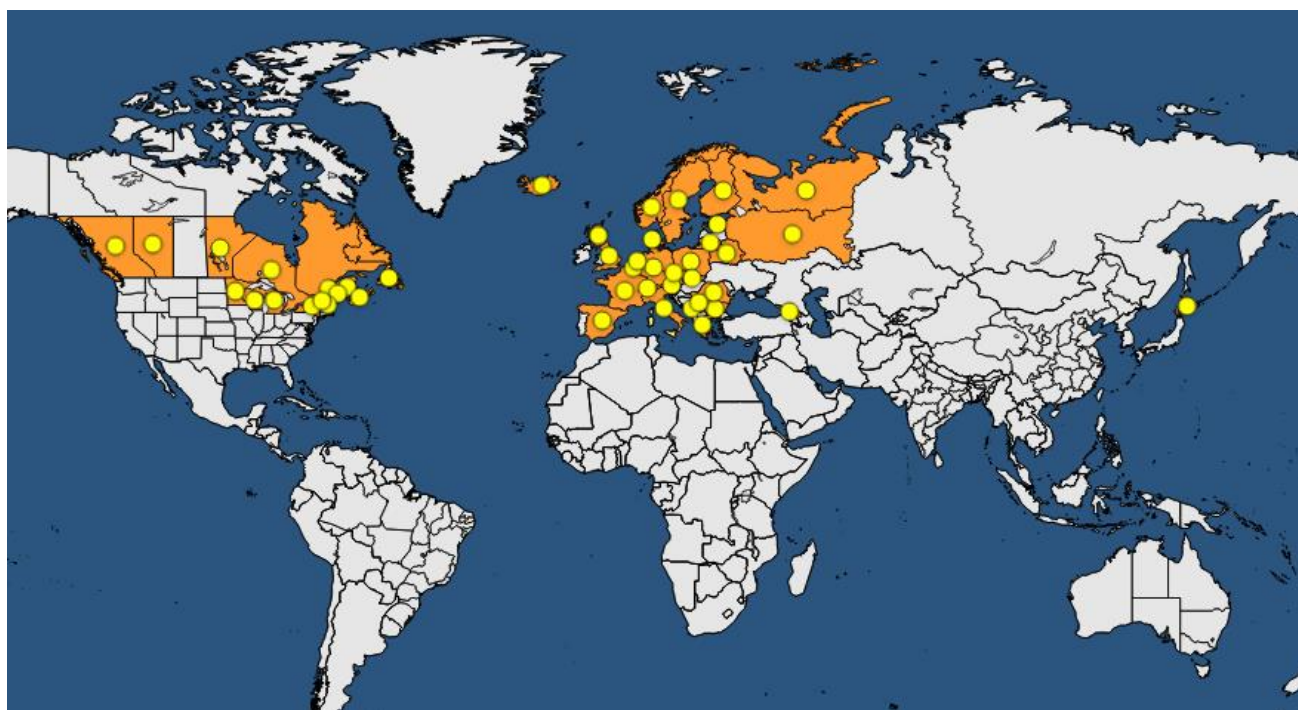
Kontynent	Kraj	Lista	Rok dodania
Afryka	Maroko	Quarantine pest	2018
	Tunezja	Quarantine pest	2012
Ameryka	Kanada	Quarantine pest	2019
	Chile	A1 list	2019
Azja	Izrael	Quarantine pest	2009
RPPO/EU	UE	PZ Quarantine pest (Annex III)	2019

Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE) 2019/2072 z dnia 28 listopada 2019 r. Załącznik III pkt. b. 4.

6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie (<i>lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka</i>)	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania (<i>np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.</i>)	Źródła	
Ameryka Pn.	Kanada	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021	
	Kanada, Alberta	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Kolumbia Brytyjska	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Manitoba	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Nowy Brunzwik	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Nowa Funlandia	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Nowa Szkocja	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Ontario	Obecny	EPPO, 2021	
	Kanada, Quebec	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, Maine	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, Michigan	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, Minnesota	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, New Hampshire	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, New York	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, Vermont	Obecny	EPPO, 2021	
	Stany Zjednoczone, Wisconsin	Obecny	EPPO, 2021	
	Azja	Japonia	Obecny	EPPO, 2021
		Japonia, Hokkaido	Obecny	EPPO, 2021
Europa	Austria	Obecny	EPPO, 2021	
	Białoruś	Obecny	EPPO, 2021	
	Belgia	Obecny	EPPO, 2021	
	Bułgaria	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021	
	Republika Czeska	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021	
	Dania	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021	
	Estonia	Obecny	EPPO, 2021	

	Finlandia	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021
	Francja	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Gruzja	Obecny	EPPO, 2021
	Niemcy	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Grecja	Obecny	EPPO, 2021
	Islandia	Obecny	EPPO, 2021
	Irlandia	Nieobecny, potwierdzone wywiadem	EPPO, 2021
	Włochy	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Litwa	Obecny	EPPO, 2021
	Czarnogóra	Obecny	EPPO, 2021
	Niderlandy	Obecny	EPPO, 2021
	Norwegia	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021
	Polska	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Rumunia	Obecny	EPPO, 2021
	Rosja	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Rosja, Rosja Centralna	Obecny	EPPO, 2021
	Rosja, Rosja Północna	Obecny	EPPO, 2021
	Serbia	Obecny	EPPO, 2021
	Słowacja	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021
	Hiszpania	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Szwecja	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021
	Szwajcaria	Obecny, szeroko rozpowszechniony	EPPO, 2021
	Wielka Brytania	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Wielka Brytania, Anglia	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021
	Wielka Brytania, Północna Irlandia	Nieobecny, potwierdzone wywiadem	EPPO, 2021
	Wielka Brytania, Szkocja	Obecny, ograniczone występowanie	EPPO, 2021



Źródło: <https://gd.eppo.int/taxon/GREMAB/distribution>

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA (Tak/Nie)	Komentarz (np. główne/poboczne siedliska)	Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie)
<i>Abies sachalinensis</i> (jodła sachalińska)	Tak	Roślina uprawiana na obszarze PRA. Sadzona w ogrodach i przestrzeni miejskiej – raczej rzadka.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Larix kaempferi</i> (= <i>Larix leptolepis</i> , modrzew japoński)	Tak	Gatunek pochodzący z Japonii. Drzewo uprawiane na obszarze PRA jako ozdobne w kolekcjach prywatnych i przestrzeni miejskiej.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Picea abies</i> (świerk pospolity)	Tak	Jedyny gatunek z rodzaju <i>Picea</i> występujący naturalnie na obszarze PRA. Także nasadzany.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Picea glauca</i> (świerk biały)	Tak	Gatunek uprawiany na obszarze PRA, nasadzany w ogrodach,	EPPO, 2021; CAB International

		parkach, zieleni miejskiej.	
<i>Picea mariana</i> (świerk czarny)	Tak	Gatunek uprawiany na obszarze PRA, niezbyt często spotykany w ogrodach, parkach, zieleni miejskiej.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Picea rubens</i> (świerk czerwony)	Tak	Gatunek raczej rzadko uprawiany na obszarze PRA, w ogrodach, parkach, zieleni miejskiej. Pochodzi z Ameryki Północnej.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus banksiana</i> (sosna Banksa)	Tak	Gatunek rzadko nasadzany w parkach, ogrodach botanicznych, ogrodach przydomowych.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus cembra</i> (sosna limba)	Tak	Drzewo występujące naturalnie w Tatrach, objęte na obszarze naturalnego zasięgu na obszarze PRA ochroną. Rzadko nasadzane na niżu.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus contorta</i> (sosna wydmowa)	Tak	Gatunek raczej rzadko nasadzany na terenie PRA.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus densiflora</i> (sosna gęstokwiatowa)	Tak	Rzadko nasadzana na obszarze PRA w ogrodach przydomowych i orientalnych. Uprawiana także jako bonsai.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus flexilis</i> (sosna giętka)	Tak	Gatunek raczej rzadko nasadzany w ogrodach i kolekcjach na obszarze PRA.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus griffithii</i> (= <i>Larix griffithii</i>)	Nie	Gatunek pochodzący z Azji.	CAB International
<i>Pinus halepensis</i> (sosna alepska)	Tak?	Gatunek wrażliwy na mrozy, teoretycznie nie powinien zimować na obszarze PRA. W ofercie niektórych szkółek i na	Santamaria i wsp., 2003

		platformach internetowych dostępne są jednak sadzonki opisywane jako sosna alepska.	
<i>Pinus koraiensis</i> (sosna koreańska)	Tak	Roślina uprawiana na obszarze PRA. Sadzona w ogrodach i przestrzeni miejskiej.	CABI, 2021
<i>Pinus monticola</i> (sosna zachodnia)	Tak	Rzadko nasadzana w ogrodach i parkach.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus mugo</i> (kosodrzewina)	Tak	Roślina spotykana naturalnie w pasmach górskich obszaru PRA, a także nasadzana na całym obszarze PRA.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus nigra</i> (sosna czarna)	Tak	Gatunek nasadzany w ogrodach, parkach i lasach na całym obszarze PRA.	EPPO, 2021
<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>	Tak	Roślina uprawiana na obszarze PRA jako ozdobna.	CAB International
<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i> (<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>laricio</i>)	Nie	Brak danych o uprawie tej odmiany na obszarze PRA.	CAB International
<i>Pinus nigra</i> var. <i>maritima</i>	Tak	Odmiana rzadko uprawiana na obszarze PRA.	CAB International
<i>Pinus pinaster</i> (sosna nadmorska)	Tak	Rzadko uprawiana na obszarze PRA, głównie jako bonsai. Wrażliwa na mrozy.	CAB International
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>escarena</i>	Nie	Odmiana sosny spotykana w obszarze śródziemnomorskim.	EPPO, 2021
<i>Pinus pinea</i> (sosna pinia)	Tak	Roślina uprawiana w warunkach szklarniowych, ogrodach zimowych. Gatunek wrażliwy na mrozy, nie zimuje na obszarze PRA.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus ponderosa</i> (sosna żółta)	Tak	Drzewo nasadzone często w parkach i ogrodach na obszarze PRA.	EPPO, 2021; CAB International

<i>Pinus radiata</i> (sosna kalifornijska)	Prawdopodobnie 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, 2021; CAB International
<i>Pinus resinosa</i> (sosna czerwona)	Tak	Gatunek raczej rzadko nasadzany na terenie PRA.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus rigida</i> (sosna smołowa)	Tak	Drzewo pochodzące z Ameryki Północnej. Roślina pionierska bardzo odporna na warunki środowiskowe. Na obszarze PRA uprawiana na obszarach wymagających rekultywacji, czasem w lasach i ogrodach.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus sabiniana</i>	Tak	Drzewo pochodzące z Ameryki Północnej. Gatunek raczej rzadko uprawiany na obszarze PRA przez kolekcjonerów i w ogrodach dendrologicznych.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus strobus</i> (sosna wejmutka)	Tak	Gatunek nasadzany na obszarze PRA w ogrodach, parkach, lasach.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus sylvestris</i> (sosna zwyczajna)	Tak	Pospolicie spotykany gatunek w parkach i lasach na całym obszarze PRA. Jeden z głównych gatunków uprawianych drzew.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pinus thunbergii</i> (sosna Thunberga)	Tak	Drzewo dotychczas głównie spotykane na obszarze PRA	EPPO, 2021; CAB International

		w ogrodach botanicznych, arboretach i u kolekcjonerów drzew iglastych. Aktualnie znajduje się w ofercie kilku szkółek i jest coraz częściej nasadzana. Młode drzewa są wrażliwe na mrozy i mogą przemarzać w warunkach Polski.	
<i>Pinus wallichiana</i> (sosna himalajska)	Tak	Gatunek nasadzany na obszarze PRA jako ozdobny.	EPPO, 2021; CAB International
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (daglezja zielona)	Tak	Gatunek uprawiany na obszarze PRA, bardzo często nasadzany w ogrodach, parkach, przestrzeni miejskiej, a także w lasach.	EPPO, 2021; CAB International

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: naturalne rozprzestrzenienie
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może rozprzestrzeniać się drogą powietrzną za pomocą zarodników. Izolat europejski <i>G. abietina</i> wytwarza mniej askospor w przeciwieństwie do izolatu amerykańskiego, dlatego jego rozprzestrzenianie przy pomocy zarodników workowych (askospor) nie jest intensywne. Grzyb może rozprzestrzeniać się na krótkie dystanse (w obrębie wystąpienia infekcji) za pomocą zarodników konidialnych w czasie wilgotnej pogody. Dodatkowo stwierdzenie obecności patogenu w krajach sąsiadujących wpływa na ocenę prawdopodobieństwa przeniknięcia tą drogą.
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie dotyczy
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki konidialne i askospory
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Odpowiednia pogoda i warunki atmosferyczne. Do rozsiewania zarodników konidialnych niezbędna jest

	wysoka wilgotność i krople wody. Askospory do przeniesienia potrzebują prądów powietrza, jednakże należy zaznaczyć, iż w przypadku izolatu europejskiego rozprzestrzenianie tym sposobem jest ograniczone z uwagi na mniejszą produkcję zarodników workowych.		
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 dotyczy		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie dotyczy		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	<u>Średnie X</u>	Wysokie
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: transport roślin przeznaczonych do sadzenia
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Grzyb może być obecny w porażonym materiale szkółkarskim w postaci strzępek grzybni i/lub zarodników. Patogen może przedostać się wraz z zasiedloną rośliną przeznaczoną dla odbiorcy ostatecznego jako roślina na plantację bądź jako ozdobna w pojemniku.
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Częściowo tak: <i>Abies</i> Mill., <i>Larix</i> Mill., <i>Picea</i> A. Dietr., <i>Pinus</i> L. - Rozp. KE 2019/2072, Zał. VI, poz. 1
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki bądź zarodniki konidialne i askospory znajdujące się na porażonej roślinie lub jej fragmentach.
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import roślin z miejsc występowania <i>G. abietina</i> .
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 dotyczących wielkości importu roślin przeznaczonych do sadzenia.		
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	Droga przenikania: transport i obrót zainfekowanymi drzewkami przeznaczonymi na choinki		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Wykazano, że <i>G. abietina</i> jest zdolne przetrwać okres 10 dni w gałęziach 9-letnich drzew sosny zwyczajnej <i>P. sylvestris</i> , przeznaczonych na choinki, bez względu na to czy drzewka pozostają na zewnątrz, czy znajdują się w ciepłych i suchych warunkach pokojowych (Magasi i Manley, 1974).		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Częściowo tak: <i>Abies</i> Mill., <i>Larix</i> Mill., <i>Picea</i> A. Dietr., <i>Pinus</i> L. - Rozp. KE 2019/2072, Zał. VI, poz. 1		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki i zarodniki konidialne i askospory bądź owocniki (apotecja)		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import roślin z miejsc występowania <i>G. abietina</i> , zła praktyka fitosanitarna.		
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?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie X	Średnie X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: transport drewna i produktów drzewnych		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	<p>Patogen może przedostać się wraz z zasiedlonymi fragmentami roślin, takimi jak kora, liście (igły), gałęzie cięte, szyszki, drewno okrągłe z korą, drewno okrągłe bez kory, drewno przetarte, wióry, trociny, drewniane materiały opakowaniowe itp.</p> <p>Możliwość rozprzestrzeniania się poprzez przemieszczanie porażonego drewna jest jednak ograniczona, ponieważ większość owocników powstaje na pędach i gałęziach pozostawionych na ziemi podczas zbioru; jeśli na pniu znajdują się owocniki (rzadko), ze względu na swoje małe rozmiary młode porażone drzewa nie są komercjalizowane. W przypadku większych drzew, widoczne zrakowacenia powodują, że kłody nie nadają się do zbioru i są zaklasyfikowane jako odpady lub przynajmniej jako części z wadami (Jeger i wsp., 2017).</p>		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki i zarodniki konidialne i askospory bądź owocniki (apotecja)		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import roślin z miejsc występowania <i>G. abietina</i> , zła praktyka fitosanitarna.		
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?	<p>Tak, poniżej skala importu drewna i produktów drzewnych z miejsc występowania agrofaga w roku 2020 (data dostępu do bazy Eurostat 13.07.2021):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Abies</i> spp. oraz <i>Picea</i> spp.: 10226 ton z Białorusi, 235731 ton z Czech, 113525 ton z Niemiec, 13796 ton ze Słowacji; - <i>Pinus</i> spp.: 228780 ton z Białorusi, 1364 tony z Czech, 1751 ton z Danii, 1413 ton z Finlandii, 28643 tony z Niemiec, 5436 ton ze Szwecji. 		
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
Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: transport nasion przeznaczonych do wysiewu		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen jest w stanie przemieścić się za pośrednictwem nasion w postaci zarodników.		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Zarodniki		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Zbiór i import nasion z miejsc występowania <i>G. abietina</i> , zła praktyka fitosanitarna.		
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	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

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

Warunki klimatyczne, które panują w Polsce, w szczególności deszczowe wiosny i lata, umożliwiają patogenowi wniknięcie, zasiedlenie i rozprzestrzenianie się. Czynnikiem, który potęguje możliwość zasiedlenia się *G. abietina* na obszarze PRA jest powszechna dostępność roślin żywicielskich. *P. sylvestris* (sosna zwyczajna), jeden z gatunków żywicielskich, jest drzewem dominującym w uprawach leśnych na obszarze PRA o dość regularnym rozmieszczeniu i występującym w różnego typu biocenozach.

Dodatkowo wcześniejsze stwierdzenie występowania patogenu na obszarze PRA oraz jego obecność w państwach sąsiednich sprzyja zasiedleniu się patogenu na obszarze PRA.

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

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Istnieje prawdopodobieństwo zasiedlenia patogenu w uprawach pod osłonami. Szkółki leśne prowadzone pod folią mogą być narażone na obecność grzyba. Także uprawy i obrót drzewek bonsai może być zagrożony. Warto zaznaczyć, iż grzyb jest zdolny do przeżycia i rozwoju tak samo w warunkach wewnętrznych (pokojowych), jak i na zewnątrz.

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

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Do tej pory na obszarze PRA potwierdzono występowanie patogenu. Pierwsze doniesienia o występowaniu *G. abietina* w Polsce w jej północnej części pojawiły się pod koniec XIX wieku, a następne od lat 20. XX wieku. W latach 80. XX w. w tymże rejonie odnotowano porażenie o zasięgu epidemicznym w młodych borach składających się w głównej mierze z *Pinus sylvestris* o powierzchni 200 000 ha. W 1979 roku grzyb pojawił się również epidemicznie w obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Od tego czasu choroba występuje obecnie co roku, choć ze zmiennym nasileniem. Jej występowanie zaobserwowano lokalnie ze zwiększonym natężeniem w Beskidach, zwłaszcza wśród *P. sylvestris*, gdzie gatunek został wprowadzony na tereny porolne. Z niewielkim nasileniem występuje również w innych częściach kraju (Kraj i Kowalski, 2008). W przypadku wystąpienia zainfekowanych roślin bądź ich fragmentów na obszarze PRA, grzyb wykazuje się średnią zdolnością do rozprzestrzeniania się na duże dystanse z uwagi na niewielką produkcję zarodników workowych, natomiast może skuteczniej rozprzestrzeniać się lokalnie za pomocą zarodników konidialnych (rozważania te dotyczą rasy europejskiej *G. abietina*, u której zdolność do produkcji apotecjów jest znacznie niższa). Do roznoszenia zarodników niezbędna jest wysoka wilgotność powietrza oraz woda (wielogodzinny deszcz, zwilżenie powierzchni roślin) oraz niezbyt wysoka temperatura (17°C), w szczególności w okresie wiosennym. Z uwagi na powszechne występowanie i dostępność roślin żywicielskich różnych gatunków na obszarze PRA, a w szczególności *P. sylvestris*, która jest gatunkiem panującym w strukturze gatunkowej lasów (Lasy Państwowe, 2018), rozprzestrzenianie przy korzystnych warunkach środowiskowych może przyjąć charakter globalny.

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

Najcięższe epidemie wywołane przez *G. abietina* występują w monokulturach zawierających w swoim składzie gatunki sosny lub w monokulturach, gdzie wprowadzono gatunki nie będące rodzimymi dla danego obszaru. W związku z tym istnieje ryzyko, iż dobrze przystosowane odpornościowo naturalne drzewostany iglaste mogą ulec porażeniu w wyniku zwiększenia ilości inokulum powstałego w drzewostanach porażonych gorzej przystosowanych do odparcia infekcji (CABI, 2021). W Skandynawii silnemu porażeniu uległy drzewostany z *Pinus nigra* var. *maritima*, podobnie jak w Wielkiej Brytanii, gdzie dodatkowo sporadycznemu porażeniu uległy *P. sylvestris*. W Szwecji problem z porażeniem przez *G. abietina* narastał po 2000 roku, co znacznie dotknęło regionalny przemysł leśny. Tysiące hektarów z udziałem *P. sylvestris* uległo infekcji. W ostatnim stuleciu donoszono także o stratach w drzewostanach z *P. abies* w Europie kontynentalnej. W Ameryce Północnej *G. abietina* zostało zidentyfikowane po raz pierwszy w 1962 roku i od tamtej pory stanowi coraz większe zagrożenie dla lasów z udziałem *Picea* spp., *Pinus resinosa* i *P. sylvestris* (CAB International; CABI, 2021). Są to jednak straty bardziej ekonomiczne niż wpływające na bioróżnorodność.

Choroba może zabijać młode drzewa, a także ograniczać wzrost i powodować zniekształcenia starszych drzew. Może również spowodować poważne straty w szkółkach.

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i>	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Produkcja wysokotowarowa może być zagrożona, z uwagi na wpływ porażenia na jakość drewna. Przykładowo w Szwecji stwierdzono mniejszą przydatność porażonego drewna (z obecnymi zrakowaczeniami) przy produkcji papieru – masa papiernicza wymagała m.in. większej energii ubijania. Papier cechował się m.in. niską wytrzymałością na rozdarcie. Pojaw	Ahlqvist i wsp., 1996; Jeger i wsp., 2017; opinia ekspercka

		<p>choroby może powodować obniżenie ilości pozyskiwanego drewna z gatunków roślin żywicielskich bardziej wrażliwych. Drewno uszkodzone przez <i>G. abietina</i> powinno być odseparowane i zaklasyfikowane jako surowiec niskogatunkowy. Silne epidemie redukują liczebność drzew podatnych.</p>	
Regulująca	Tak	<p>Przy silnym porażeniu może dojść do rozpadu drzewostanów z udziałem roślin żywicielskich (samoistne obumarcie lub masowa wycinka porażonych drzew). Z uwagi na wysoki udział gatunków żywicielskich przede wszystkim w lasach, można mówić o zmianach w bioróżnorodności, zakłóceniach stosunków wodnych czy zachwianiach w mikroklimacie leśnym, z uwzględnieniem zakłóceń procesów fotosyntezy (porażenie liści – igieł).</p>	Jeger i wsp., 2017; opinia ekspercka
Wspomagająca	Tak	<p>Przy silnej epidemii może dojść do przerwania bądź zakłócenia w pozyskiwaniu surowca w postaci drewna; zachwianiu może ulec także stabilność siedliska dla różnego typu organizmów (wycinka).</p>	Jeger i wsp., 2017; opinia ekspercka

Kulturowa	Tak	Przy silnym porażeniu może dojść do obniżenia walorów estetycznych i krajobrazowych z uwagi na objawy powodowane przez grzyba.	opinia ekspercka
-----------	-----	--	------------------

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Silna epidemia może wygenerować znaczne straty socjoekonomiczne. Dla przykładu w Szwecji epidemia, która rozpoczęła się w 2001 r., objęła ponad 450 000 ha drzewostanów *Pinus sylvestris*. Około 50 000 ha zostało sanitarnie przeredzonych lub wyciętych, co poważnie wpłynęło na przemysł leśny w regionie. Straty netto spowodowane chorobą oszacowano na 250 milionów euro. W Alpach Szwajcarskich w ciągu pierwszych 20 lat po posadzeniu, w drzewostanach subalpejskich, *G. abietina* zabiła łącznie około 60% drzew *P. cembra* i około 45% drzew *P. mugo*. W Szwajcarii tylko 5% wszystkich drzew *P. cembra* przetrwało atak m.in. *G. abietina* 30 lat po posadzeniu (Jeger i wsp., 2017).

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

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Można przyjąć, iż na obszarze PRA potencjalny wpływ na bioróżnorodność będzie bardzo zbliżony do tego, który znajduje się na obecnym obszarze zasięgu. Na obszarze PRA występują gatunki roślin żywicielskich, które znaleźć można również na obecnym obszarze występowania patogenu. Stanowią one istotny procent w składzie gatunkowym lasów. W wyniku pojawu potencjalnej epidemii skutki mogą być podobne do tych odnotowanych poza obszarem PRA.

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

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Można przyjąć, iż na obszarze PRA potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe będzie bardzo zbliżony do tego, który znajduje się na obecnym obszarze zasięgu.

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Można przyjąć, iż na obszarze PRA potencjalny wpływ na usługi socjoekonomiczne będzie bardzo zbliżony do tego, który znajduje się na obecnym obszarze zasięgu.

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

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Za obszar zagrożenia należy przyjąć praktycznie cały obszar Polski, w szczególności tereny lesiste oraz wszelkie ze zbiorowiskami drzew, gdzie gatunki roślin żywicielskich występują. Drzewa iglaste, w szczególności sosny i świerki, występują praktycznie na całym obszarze PRA, poza lasami również w parkach, arboretach, ogrodach botanicznych, w przydomowych nasadzeniach.

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1991–2020. Najbardziej optymistyczny scenariusz RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,1°C w perspektywie dla lat 2021–2060 dla każdej pory roku oraz o około 1,55°C dla lat 2061–2100. Według optymistycznego RCP 4.5 nastąpi ocieplenie o 1,3°C w przedziale 2021–2060 i o około 2,3°C dla lat 2065–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Natomiast realny scenariusz RCP 7.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,4°C dla 2021–2060 i 3,4°C dla 2061–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5, przewiduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 1,6°C w latach 2021–2060 i o około 4,3°C dla 2060–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

Największe zmiany opadów prognozowane są w zimie (2021–2060 od 16% do 18,8%, 2061–2100 od 9,1% do 24,5%), natomiast najmniejsze w lecie (2021–2060 od -4,5% do 5,8%, 2061–2100 od -16,9% do -3,2%). Równie istotne są duże różnice pomiędzy 5 i 95 percentylem projekcji, utrudniające oszacowanie zmian opadów w przyszłości.

Biorąc pod uwagę, że obecność *G. abietina* była zgłaszana z regionów UE o zróżnicowanych warunkach klimatycznych i ekologicznych (np. od Grecji po Litwę i od Szkocji po Hiszpanię), nie ma oczywistych czynników ekoklimatycznych ograniczających pojawienie się porażenia. Warunki klimatyczne, które najbardziej sprzyjają zdomowieniu się i wybuchowi epidemii, to długie okresy chłodnej, wilgotnej pogody wiosną i latem (Uotila i Petäistö, 2007; Thomsen, 2009). Deszcz i wysoka wilgotność powietrza sprzyjają uwalnianiu konidiów i askospor oraz sprzyjają powstawaniu infekcji. Doniesiono, że łagodniejsze temperatury (-5 do +5°C) ułatwiają infekcję zimą, gdy uśpiony żywiciel został wcześniej skolonizowany przez patogena (Marosy i wsp., 1989). Duże ogniska choroby związane są z długimi okresami chłodnej, wilgotnej pogody wiosną i latem oraz z okresami mrozów. Wykazano, że długotrwała i głęboka pokrywa śnieżna sprzyja rozwojowi choroby na nowo założonych plantacjach (Jeger i wsp., 2017). Po uwzględnieniu potencjalnych scenariuszy zmian klimatu można przyjąć, że wzrost temperatur zimą może wspomóc infekcję, ale wiosną i latem może przyczynić się do jej hamowania z uwagi na fakt, iż sprzyjająca temperatura do rozwoju infekcji w tych porach roku oscyluje wokół 17°C (plus intensywne opady deszczu). Należałoby określić, które infekcje, letnie czy zimowe, mają większe znaczenie przy występowaniu choroby. Biorąc jednak pod uwagę najbliższe lata oraz podobieństwo warunków klimatycznych obszaru Polski i rejonów występowania patogenu oraz jego obecność w krajach sąsiadujących z Polską, może istnieć ryzyko wtargnięcia i rozprzestrzeniania się *G. abietina* na obszar PRA.

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	Ocena ekspercka
Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie	Ocena ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Tak, wyższe temperatury mogą przeszkodzić w rozwoju infekcji wiosną i latem. Zimowe infekcje mogą być natomiast wspierane w wyniku prognozowanych wyższych temperatur zimą. Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA (uwzględniając zmiany klimatu):	Ocena ekspercka

Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka	
Ocena niepewności	Niska	Średnia	<u>Wysoka X</u>	
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)				Źródła
Tak, w wyniku mniejszego rozprzestrzenienia na obszarze PRA konsekwencje socjoekonomiczne mogą okazać się mniejsze niż zakłada się obecnie. Ocena wpływu na obszarze PRA (uwzględniając zmiany klimatu):				Ocena ekspercka
Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka	
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka	

16. Ogólna ocena ryzyka

Prawdopodobieństwo wnikięcia: średnie/niskie, ze względu na możliwość rozprzestrzeniania się patogenu za pomocą konidiów (przemieszczenia lokalne) oraz za pomocą askospor (rasa europejska nie wykazuje się intensywnością tego procesu). Stwierdzono także obecność patogenu w krajach sąsiadujących z obszarem PRA (Niemcy, Republika Czeska, Słowacja, Białoruś, Rosja).

Możliwość przeniknięcia patogenu wraz z importem roślin przeznaczonych do sadzenia bądź zanieczyszczonych nasion jest mało prawdopodobna na skutek przeprowadzanych działań fitosanitarnych i kontrolnych.

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: wysokie, z uwagi na obecność roślin żywicielskich na obszarze PRA. Dla przykładu *P. sylvestris* to gatunek panujący w lasach polskich, nasadzany w monokulturach, jego liczebność i rozmieszczenie niemalże na terenie całego obszaru PRA gwarantuje patogenowi stały dostęp do żywiciela, podobnie mniej liczne gatunki roślin żywicielskich. Aktualnie panujący klimat, w szczególności deszczowe wiosny i lata, umożliwiają patogenowi zasiedlenie. Dodatkowo wcześniejsze stwierdzenie występowania patogenu na obszarze PRA oraz jego obecność w państwach sąsiednich sprzyja zasiedleniu się patogenu na obszarze PRA.

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: średnie. *G. abietina* (szczep europejski) z uwagi na małą produkcję askospor nie jest w stanie rozprzestrzeniać się na duże dystanse. Konidia natomiast rozsiewane są lokalnie, do czego potrzebna jest wysoka wilgotność i zwilżenie oraz temperatura ok. 17°C. Warto zaznaczyć powszechną obecność roślin żywicielskich na obszarze PRA o dość regularnym rozmieszczeniu.

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: w przypadku nie podjęcia środków fitosanitarnych potencjalny wpływ może być wysoki. Grzyb przy sprzyjających warunkach do zasiedlenia i rozprzestrzeniania może przyczynić się do zamierania znacznej części drzewostanu składającego się z gatunków żywicielskich. Powszechna dostępność roślin żywicielskich, które mają m.in. duże znaczenie w gospodarce (*P. sylvestris*) czy ekosystemowe, jest czynnikiem potęgującym potencjalny wpływ patogenu na obszarze PRA przy ewentualnym jego pojawie.

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

17.01 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

Etap oceny zagrożenia:			Przeniknięcie	Zadomowienie	Rozprzestrzenienie	Wpływ
Środki kontroli						
1.0 1	Uprawa roślin w izolacji	Opis możliwych warunków wykluczających, które mogłyby zostać wdrożone w celu odizolowania uprawy od szkodników i, w stosownych przypadkach, odpowiednich wektorów. Np. specjalna konstrukcja, taka jak szklarnie szklane lub plastikowe.		X	X	Izolacja upraw może uchronić rośliny przed porażeniem przez patogena. Można w tym wypadku prowadzić np. szkółki leśne pod osłonami. Nie ma to jednak zastosowania w przypadku istniejących już kilku i kilkunastoletnich drzewostanów.
1.0 2	Czas sadzenia i zbiorów	Celem jest wytworzenie fenologicznej niezgodności w interakcji szkodnik/uprawa poprzez oddziaływanie lub korzystanie z określonych czynników uprawowych, takich jak: odmiany, warunki klimatyczne, czas siewu lub sadzenia oraz poziom dojrzałości/wieku roślin, sezonowy czas sadzenia i zbioru.				
1.0 3	Obróbka chemiczna upraw, w tym materiału rozmnożeniowego			X	X	Zastosowanie obróbki chemicznej przy uprawie, zarówno profilaktycznie jak i

						w przypadku wystąpienia pierwszych oznak obecności patogenu, może skutecznie zahamować infekcję i dalsze rozprzestrzenianie się grzyba. Zastosowanie zarejestrowanych fungicydów może mieć szczególne znaczenie w przypadku produkcji materiału rozmnożeniowego.
1.0 4	Obróbka chemiczna przesyłek lub podczas przetwarzania	Stosowanie związków chemicznych, które mogą być użyte do roślin lub produktów roślinnych po zbiorach, podczas przetwarzania lub pakowania i przechowywania. Środki, o których mowa, są następujące: a) fumigacja; b) pestycydy do opryskiwania/namaczania; c) środki do dezynfekcji powierzchni; d) dodatki do procesu; e) związki ochronne	X			Stosowanie fumigacji czy dezynfekcja sprzętu użytego przy transporcie roślin bądź nasion może przyczynić się do zmniejszenia prawdopodobieństw a przeniknięcia patogena. Na transportowanym materiale mogą znajdować się zarodniki grzyba.
1.0 5	Czyszczenie i dezynfekcja urządzeń, narzędzi i maszyn	Fizyczne i chemiczne czyszczenie oraz dezynfekcja obiektów, narzędzi, maszyn, środków transportu, urządzeń i innych akcesoriów (np. skrzynek, garnków, palet, wsporników, narzędzi ręcznych). Środki mające tutaj zastosowanie to: mycie, zamiatanie i fumigacja.		X	X	Czyszczenie i dezynfekcja odpowiednimi środkami wszelkich powierzchni i przedmiotów użytych przy produkcji roślinnej powinna skutecznie

						zniwelować ryzyko wystąpienia infekcji. Na powierzchniach różnego typu mogą znajdować się zarodniki grzyba zdolne do skielkowania przy sprzyjających warunkach po znalezieniu się na roślinie żywicielskiej. Ważne jest także usuwanie resztek roślinnych (np. fragmentów pędów).
1.0 6	Zabiegi na glebę	Kontrola organizmów glebowych za pomocą wymienionych poniżej metod chemicznych i fizycznych: a) Fumigacja; b) Ogrzewanie; c) Solaryzacja; d) Zalewanie; e) Wałowanie/ugniatanie gleby; f) Biologiczna kontrola augmentacyjna; g) Biofumigacja				
1.0 7	Korzystanie z niezanieczyszczonej wody	Chemiczne i fizyczne uzdatnianie wody w celu wyeliminowania mikroorganizmów przenoszonych przez wodę. Środki, o których to: obróbka chemiczna (np. chlor, dwutlenek chloru, ozon); obróbka fizyczna (np. filtry membranowe, promieniowanie ultrafioletowe, ciepło); obróbka ekologiczna (np. powolna filtracja piaskowa).				
1.0 8	Obróbka fizyczna przesyłek lub podczas przetwarzania	Dotyczy następujących kategorii obróbki fizycznej: napromieniowanie/ionizacja; czyszczenie mechaniczne (szczotkowanie, mycie); sortowanie i klasyfikowanie oraz usuwanie części roślin (np. korowanie drewna). Środki te nie obejmują: obróbki na ciepło i zimno (pkt. 1.14); szarpania i przycinania (pkt. 1.12).				
1.0 9	Kontrolowana atmosfera	Obróbka roślin poprzez magazynowanie w atmosferze modyfikowanej (w tym modyfikowanej wilgotności, O ₂ , CO ₂ , temperatury, ciśnienia).				

1.1 0	Gospodarka odpadami	Przetwarzanie odpadów (głębokie zakopywanie, kompostowanie, spalanie, rozdrabnianie, produkcja bioenergii ...) w autoryzowanych obiektach oraz urzędowe ograniczenie przemieszczania odpadów.			X	Z uwagi na możliwość obecności zarodników lub strzępek patogenu na resztkach roślinnych (np. resztki gałęzi po cięciu) należy odpowiednio przetworzyć odpady (np. po transporcie, produkcji). Zaleca się spalanie w celu zniszczenia potencjalnych zarodników grzyba.
1.11	Stosowanie odpornych i tolerancyjnych gatunków/odmian roślin	Rośliny odporne stosuje się w celu ograniczenia wzrostu i rozwoju określonego szkodnika i/lub szkód, które powodują w porównaniu z odmianami roślin wrażliwych w podobnych warunkach środowiskowych i pod presją szkodników. Ważne jest, aby odróżnić rośliny odporne od tolerancyjnych gatunków/odmian.	X	X	X	Można stosować odmiany odporne roślin żywicielskich w celu ograniczenia występowania patogena, jeśli takowe istnieją. Nie należy jednak sięgać po odmiany tolerancyjne – ich odporność łatwo przełamać. Według Instrukcji Ochrony Lasu (2012) wskazane jest również preferowanie lokalnych ekotypów.
1.1 2	Cięcie i Przycinanie	Cięcie definiuje się jako usuwanie porażonych roślin i/lub nie porażonych roślin żywicielskich na wyznaczonym obszarze, natomiast przycinanie definiuje się jako usuwanie tylko porażonych części roślin bez wpływu na żywotność rośliny.			X	W przypadku pojawu choroby porażone osobniki roślin żywicielskich należy usunąć. Można też usuwać tylko porażone

						części roślin, jednak nie jest to wskazane dla większego bezpieczeństwa. Według Instrukcji Ochrony Lasu (2021) zaleca się wykonywanie, możliwie wcześnie, intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych (czyszczenia, trzebieże), powodujących rozluźnienie zwarcia młodych drzewostanów (działanie to powinno być traktowane jako jedno z najważniejszych w ochronie drzewostanów przed masowym porażeniem przez <i>G. abietina</i>).
1.1 3	Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów	Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów są stosowane w celu zapobiegania problemom związanym ze szkodnikami i są zazwyczaj stosowane w różnych kombinacjach, aby uczynić siedlisko mniej korzystnym dla szkodników. Środki te dotyczą (1) przydziału upraw do pól (w czasie i przestrzeni) (uprawy wielogatunkowe, uprawy zróżnicowane) oraz (2) zwalczania chwastów i samosiewów jako żywicieli szkodników/wektorów.				

1.1 4	Obróbka cieplna i zimna	Zabiegi w kontrolowanej temperaturze mające na celu zabicie lub unieszkodliwienie szkodników bez powodowania jakiegokolwiek niedopuszczalnego uszczerbku dla samego poddanego obróbce materiału. Środki, o których mowa to: autoklawowanie; para wodna; gorąca woda; gorące powietrze; obróbka w niskiej temperaturze.				
1.1 5	Warunki transportu	Szczególne wymogi dotyczące sposobu i czasu transportu towarów w celu zapobieżenia ucieczce szkodników i/lub skażenia. a) fizyczna ochrona przesyłki b) czas trwania transportu.				
1.1 6	Kontrola biologiczna i manipulacje behawioralne	Inne techniki zwalczania szkodników nieobjęte w pkt 1.03 i 1.13 a) Kontrola biologiczna b) Technika SIT (Sterile Insect Technique) c) Zakłócenie rozrodczości d) Pułapki				
1.1 7	Kwarantanna po wejściu i inne ograniczenia dotyczące przemieszczania się w kraju importującym	Obejmuje kwarantannę po wejściu (PEQ) odpowiednich towarów; ograniczenia czasowe, przestrzenne i dotyczące końcowego wykorzystania w państwie importującym odpowiednich towarów; zakaz przywozu odpowiednich towarów do państwa rodzimego. Odpowiednie towary to rośliny, części roślin i inne materiały, które mogą być nosicielami szkodników, w postaci zarażenia, porażenia lub zakażenia.				
Środki pomocnicze						
2.0 1	Kontrola i odławianie	Kontrolę definiuje się jako urzędowe wizualne badanie roślin, produktów roślinnych lub innych regulowanych artykułów w celu stwierdzenia obecności szkodników lub stwierdzenia zgodności z przepisami fitosanitarnymi (ISPM 5). Skuteczność pobierania próbek i późniejszej inspekcji w celu wykrycia szkodników może zostać zwiększona poprzez włączenie technik odłowu i wabienia.	X			Szczególnie ważne przy imporcie roślin bądź ich części, mogących być potencjalnym źródłem patogena.

2.0 2	Testy laboratoryjne	Badanie, inne niż wizualne, w celu ustalenia, czy istnieją szkodniki, przy użyciu urzędowych protokołów diagnostycznych. Protokoły diagnostyczne opisują minimalne wymogi dotyczące wiarygodnej diagnozy organizmów szkodliwych podlegających regulacjom prawnym.			X	Testy laboratoryjne mogą przyczynić się do wykrycia patogena już na etapie infekcji, kiedy objawy spowodowane obecnością patogenu nie są jeszcze widoczne na roślinie żywicielskiej.
2.0 3	Pobieranie próbek	Zgodnie z normą ISPM 31 kontrola całych przesyłek jest zazwyczaj niewykonalna, dlatego też kontrolę fitosanitarną przeprowadza się głównie na próbkach uzyskanych z danej przesyłki. Należy zauważyć, że koncepcje pobierania próbek przedstawione w tym standardzie mogą mieć zastosowanie również do innych procedur fitosanitarnych, zwłaszcza doboru jednostek do badań. Do celów kontroli, testowania i/lub nadzoru próbka może być pobierana zgodnie z statystycznymi lub niestatystycznymi metodologiami pobierania próbek.	X	X		Wskazane jest pobieranie próbek podczas kontroli fitosanitarnych w celu późniejszego ich przebadania pod kątem potencjalnego występowania patogena.
2.0 4	Świadectwa fitosanitarne i paszport roślin	Oficjalny dokument papierowy lub jego elektroniczny odpowiednik, zgodny ze wzorem świadectwa IPPC, potwierdzający, że przesyłka spełnia fitosanitarne wymogi przywozowe (ISPM 5) a) świadectwo fitosanitarne (przywóz) b) paszport roślin (handel wewnątrz UE)	X			Niezbędny dokument przy imporcie; informacje o tym skąd pochodzą rośliny i czy są wolne od wszelkich patogenów powinny stanowić postawę prewencji.

2.0 5	Certyfikowane i zatwierdzone pomieszczenia	Obowiązkowa/dobrowolna certyfikacja/zatwierdzenie pomieszczeń jest procesem obejmującym zbiór procedur i działań wdrażanych przez producentów, podmioty zajmujące się kondycjonowaniem i handlowców przyczyniających się do zapewnienia zgodności fitosanitarnej przesyłek. Może być częścią większego systemu utrzymywanego przez NPPO w celu zagwarantowania spełnienia wymogów fitosanitarnych roślin i produktów roślinnych przeznaczonych do handlu. Kluczową właściwością certyfikowanych lub zatwierdzonych pomieszczeń jest możliwość śledzenia działań i zadań (oraz ich składników) związanych z realizowanym celem fitosanitarnym. Identyfikowalność ma na celu zapewnienie dostępu do wszystkich wiarygodnych informacji, które mogą pomóc w udowodnieniu zgodności przesyłek z wymogami fitosanitarnymi krajów importujących.				
2.0 6	Certyfikacja materiału rozmnożeniowego (dobrowolna /oficjalna)					
2.0 7	Wyznaczanie stref buforowych	Norma ISPM 5 definiuje strefę buforową jako "obszar otaczający lub przylegający do obszaru urzędowo wyznaczonego do celów fitosanitarnych, w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa rozprzestrzenienia się szkodnika docelowego na wyznaczony obszar lub z niego, oraz podlegający środkom fitosanitarnym lub innym środkom zwalczania, jeśli właściwe" (norma ISPM 5). Celem wytyczenia strefy buforowej może być zapobieganie rozprzestrzenianiu się z obszaru występowania szkodników oraz utrzymanie miejsca produkcji wolnego od szkodników (PFPP), miejsca (PFPS) lub obszaru (PFA).				
2.0 8	Monitoring			X	X	Stały monitoring plantacji i zbiorowisk roślin żywicielskich może skutecznie przyczynić się do szybkiego wykrycia obecności patogena, tym samym dając

						możliwość natychmiastowej reakcji
--	--	--	--	--	--	---

17.02 Wymienić potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
Naturalne rozprzestrzenienie	1.11
Transport roślin przeznaczonych do sadzenia	1.03, 1.04, 1.05, 1.10, 2.01, 2.02, 2.03, 2.04
Transport i obrót zainfekowanymi drzewkami przeznaczonymi na choinki	1.03, 1.04, 1.05, 1.10, 2.01, 2.02, 2.03, 2.04
Transport drewna i produktów drzewnych	1.04, 1.05, 2.01, 2.02, 2.03
Transport nasion przeznaczonych do wysiewu	1.04, 1.05, 1.10, 2.02, 2.03, 2.04

18. Niepewność

Obecność *G. abietina* została stwierdzona w wielu krajach, także w sąsiadujących z Polską oraz w samej Polsce. Na obszarze PRA występują liczne gatunki roślin żywicielskich dla *G. abietina*, a niektóre z nich stanowią dominujące gatunki w uprawach leśnych (np. *P. sylvestris*), nasadzone w monokulturach i na sporych obszarach. Podobnie jest z innymi gatunkami żywicielskimi, które również wchodzi w skład gatunkowy polskich lasów, a także występują poza nimi (parki, arboreta, ogrody botaniczne, ogrody przydomowe, skwery itp.). Klimat panujący na obszarze PRA aktualnie jest sprzyjający do zasiedlenia i rozwoju grzyba, jednakże prognozy zmian temperatur mogą w przyszłości wpłynąć na potencjalne infekcje. Należałoby określić, które infekcje (zimowe czy letnie) mają większe znaczenie w rozwoju choroby. W związku z tym niepewność w ocenie ryzyka można przyjąć na ten czas jako niską.

19. Uwagi

Brak.

20. Źródła

Ahlqvist B., Karlman M., Witzell J. 1996. *Gremmeniella*-infected *Pinus contorta* as raw material in the production of kraft pulp. *European journal of forest pathology* 26 (3): 113-121.

CABI 2021 <https://www.cabi.org/isc/datasheet/25892#tohostPlants> [dostęp: 27.02.2021, 15:40]

Dorworth C.E., Krywienczyk J. 1975. Comparisons among isolates of *Gremmeniella abietina* by means of growth rate, conidia measurement, and immunogenic reaction. *Canadian Journal of Botany* 53 (21), 2506-2525.

Dusabenyagasani M., Lafiamme G., Hamelin R.C. 2002. Nucleotide polymorphisms in three genes support host and geographic speciation in tree pathogens belonging to *Gremmeniella* spp. *Canadian Journal of Botany* 80: 1151-1159.

EPPO 2021 <https://gd.eppo.int/taxon/GREMAB/distribution> [dostęp: 26.04.2021, 15:05]

Hamelin R.C., Bourassa M., Rail J., Dusabenyagasani M., Jacobi V., Laflamme G. 2000. PCR detection of *Gremmeniella abietina*, the causal agent of Scleroderris canker of pine. *Mycological Research* 104 (5): 527-532.

Hamelin R.C., Rail J. 1997. Phylogeny of *Gremmeniella* spp. based on sequences of the 5.8S rDNA and internal transcribed spacer region. *Canadian Journal of Botany* 75: 693-698.

Hansson P., Wang X.R., Szmidt A.E., Karlman M. 1996. RAPD variation in *Gremmeniella abietina* attacking *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* in northern Sweden. *European Journal of Forest Pathology* 26 (1), 45-55.

Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.-C., Jaques Miret J.A., MacLeod A., Navajas Navarro M., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Boberg J., Gonthier P., Pautasso M. 2017. Pest categorisation of *Gremmeniella abietina*. *EFSA Journal* 15 (11).

Kraj W., Kowalski T. 2008. Genetic variation in Polish strains of *Gremmeniella abietina*. *Forest Pathology* 38 (3): 203-217.

Instrukcja Ochrony Lasu. 2012. Państwowe Gospodarstwo Leśne. Warszawa, 113 pp.

Laflamme G., Rioux D. 2015. Two-Year Survival of *Gremmeniella abietina* Conidia Collected on Branches Left on the Ground after Pine Harvesting. *Forests* 6 (11): 4055-4058.

Lasy Państwowe 2018 <http://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/do-poczytania/lasy-w-polsce-1/lasy-w-polsce-2018.pdf> [dostęp: 09.06.2021, 15:25]

Liese J. 1922. Neue Beobachtungen uber *Cenangium abietis*. *Z. Forst- u. Jagdwesen*, 54: 227–229.

Magasi L.P., Manley J.M. 1974. Survival of *Gremmeniella abietina* (*Scleroderris lagerbergii*) in marketed Christmas trees. *Plant Disease Reporter* 58 (10): 892-894.

Marosy M., Patton R.F., Upper C.D. 1989. Spore production and artificial inoculation techniques for *Gremmeniella abietina*. *Phytopathology* 79 (11): 1290-1293.

Patton R.F., Spear R.N., Blenis P.V. 1984. The mode of infection and early stages of colonization of pines by *Gremmeniella abietina*. *European journal of forest pathology* 14 (4-5): 193-202.

PIORIN 2021 https://piorin.gov.pl/files/userfiles/giorin/prawo/eppo/diagnostyka/pm_7-92_1_gremmeniella_abietina.pdf [dostęp: 28.04.2021, 10:00]

Santamaría O., Pajares J.A., Diez J.J. 2003. First report of *Gremmeniella abietina* on *Pinus halepensis* in Spain. *Plant Pathology* 52 (3): 425.

Schwarz F. 1895. Die Erkrankung der Kiefern durch *Cenangium abietis*. Jena: Verlag Fischer, 127 pp.

Smith I.M., McNamara D.G., Scott R.R., Harris K.M. 1992. Quarantine pests for Europe. CAB International, Wallingford 1032 pp.

Thomsen I.M. 2009. Precipitation and temperature as factors in *Gremmeniella abietina* epidemics. *Forest Pathology* 39 (1): 56-72.

Uotila A., Petäistö R.L. 2007. How do the epidemics of *Gremmeniella abietina* start. *Acta Silv. Lign. Hung. Spec. Ed* (2007): 147-151.

Witzell J. 2001. Formation and growth of stem cankers caused by *Gremmeniella abietina* on young *Pinus contorta*. *Forest Pathology* 31 (2): 115-127.

Witzell J., Bernhold A., Hansson P. 2006. Survival and vitality of *Gremmeniella abietina* on *Pinus sylvestris* slash in northern Sweden. *Forest Pathology* 36 (6): 406-412.

Załącznik 1

Tabela 1. Modele zmiany temperatury w okresie jesiennym i zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 7.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	10,77	11,4	1,61	2,1
ACCESS-ESM1-5	10,09	10,77	0,46	1,01
AWI-CM-1-1-MR	10,26	10,16	0,56	1,26
CAMS-CSM1-0	9,49	9,55	0,72	0,62
CanESM5	10,68	11,14	1,24	2,15
CESM2-WACCM	9,75	9,52	0,31	0,49
CIESM	9,66	9,08	-1,01	-1,01
CMCC-CM2-SR5	9,78	11,4	0,33	0,98
CMCC-ESM2	9,85	11,71	0,22	1,72
EC-Earth3	10,44	10,48	1,73	1,37
EC-Earth3-Veg	9,67	9,97	0,61	1,62
EC-Earth3-Veg-LR	9,59	9,8	0,91	0,95
FGOALS-f3-L	9,35	9,05	-0,43	-0,16
FGOALS-g3	9,61	9,56	0,23	0,52
FIO-ESM-2-0	9,34	9,57	0,45	0,11
GFDL-ESM4	9,59	9,69	0,17	-0,15
IITM-ESM	9,04	8,92	0,04	-0,28
INM-CM4-8	8,97	9,26	-0,12	0,89
INM-CM5-0	9,42	9,56	1,14	0,81
IPSL-CM5A2-INCA	10,11	12,52	0,82	3,46
IPSL-CM6A-LR	9,8	10,54	1,1	1,93
KACE-1-0-G	10,73	10,78	1,55	1,95
KIOST-ESM	9,44	9,59	-0,38	0,02
MPI-ESM1-2-HR	9,62	9,61	0,22	0,75
MPI-ESM1-2-LR	9,69	9,73	0,63	0,66
NESM3	11,11	11,27	0,39	1,06
<i>ŚREDNIA</i>	9,84	10,18	0,52	0,96
<i>5,00%</i>	9,11	9,06	-0,42	-0,25
<i>95,00%</i>	10,76	11,63	1,59	2,14

RCP 4.5	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	10,78	12,19	1,63	2,26
ACCESS-ESM1-5	10,54	11,82	0,91	1,74
AWI-CM-1-1-MR	10,29	11,48	0,87	2,22
CAMS-CSM1-0	9,51	10,27	0,26	2,16
CanESM5	10,72	12,32	1,85	3,29
CESM2-WACCM	9,72	10,52	0,76	1,32
CMCC-CM2-SR5	10,04	12,15	0,52	1,64
CMCC-ESM2	9,95	12,43	0,5	2,65
EC-Earth3	10,88	11,49	1,3	2,21
EC-Earth3-CC	9,63	10,88	0,84	1,73
EC-Earth3-Veg	9,64	10,9	1,2	2,12
EC-Earth3-Veg-LR	9,77	10,81	0,18	1,68
FGOALS-f3-L	9,22	9,87	-0,05	0,79

FGOALS-g3	9,75	10,61	1,14	1,3
FIO-ESM-2-0	9,62	10,38	0,33	1,5
GFDL-ESM4	9,66	10,38	0,43	1,25
IITM-ESM	9,59	9,94	0,29	0,94
INM-CM4-8	9,56	10,13	0,32	1,11
INM-CM5-0	9,29	10,07	1,07	2,01
IPSL-CM6A-LR	10,24	12,12	1,9	3,05
KACE-1-0-G	10,95	11,66	2,05	2,33
KIOST-ESM	9,4	10,16	0,13	0,92
MPI-ESM1-2-HR	9,72	10,84	0,53	0,96
MPI-ESM1-2-LR	10,14	10,84	0,61	2,17
NESM3	10,82	12,39	0,81	1,59
<i>ŚREDNIA</i>	9,98	11,07	0,82	1,8
5,00%	9,31	9,97	0,14	0,92
95,00%	10,87	12,38	1,89	2,97

RCP 7.0	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	10,73	13,53	1,48	3,32
ACCESS-ESM1-5	9,89	12,76	0,21	2,61
AWI-CM-1-1-MR	10,68	12,57	1,13	3,16
CAMS-CSM1-0	9,62	10,78	1,19	2,77
CanESM5	10,95	13,7	1,6	4,48
CESM2-WACCM	9,94	11,43	0,85	2,26
CMCC-CM2-SR5	10,04	12,23	0,44	2,47
CMCC-ESM2	10,14	12,61	0,45	2,42
EC-Earth3	11,22	13,61	2,06	4,08
EC-Earth3-AerChem	10,38	12,5	1,92	3,8
EC-Earth3-Veg	9,4	12,47	0,64	3,61
EC-Earth3-Veg-LR	9,8	12,21	0,79	3,2
FGOALS-f3-L	9,64	11,15	0,14	2,27
FGOALS-g3	9,79	11,32	0,56	2,17
GFDL-ESM4	9,61	11,37	1,05	2,25
IITM-ESM	9,76	11	0,28	1,4
INM-CM4-8	9,41	10,72	0,44	2,05
INM-CM5-0	9,78	10,91	1,51	3,3
IPSL-CM5A2-INCA	9,96	12,25	0,55	2,99
IPSL-CM6A-LR	10,46	12,99	1,96	4,52
KACE-1-0-G	11,18	13,01	2,39	3,89
MPI-ESM1-2-HR	10,01	11,92	0,92	2,29
MPI-ESM1-2-LR	10,1	11,55	0,88	2,7
<i>ŚREDNIA</i>	10,11	12,11	1,02	2,96
5,00%	9,43	10,79	0,22	2,06
95,00%	11,16	13,6	2,05	4,44

RCP 8.5	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	10,84	14,52	1,32	4,41
ACCESS-ESM1-5	11,23	13,33	1,19	3,48
AWI-CM-1-1-MR	10,64	13,67	1,41	4,3

CAMS-CSM1-0	9,84	11,21	0,7	3,11
CanESM5	11,53	15,02	2,1	5,2
CESM2-WACCM	10,08	12,6	1,31	3,24
CIESM	10,28	13,59	0,07	3,58
CMCC-CM2-SR5	10,31	13,65	0,52	3,44
CMCC-ESM2	10,3	13,51	0,39	3,61
EC-Earth3	11,61	14,34	2,34	5,55
EC-Earth3-CC	9,52	13,31	0,22	3,95
EC-Earth3-Veg	10,48	13,58	2,25	4,53
EC-Earth3-Veg-LR	9,65	13,34	0,63	4,33
FGOALS-f3-L	9,42	12,09	0,12	3,12
FGOALS-g3	9,77	11,95	1,43	3,11
FIO-ESM-2-0	10,1	12,27	0,65	3,43
GFDL-ESM4	9,82	11,56	0,2	2,93
IITM-ESM	9,66	11,47	0,41	2,27
INM-CM4-8	9,51	11,35	0,12	2,41
INM-CM5-0	9,65	11,06	1,78	3,65
IPSL-CM6A-LR	10,61	14,79	1,5	5,85
KACE-1-0-G	11,08	14	2,51	5,11
KIOST-ESM	9,57	11,4	0,14	2,18
MPI-ESM1-2-HR	10,01	12,53	0,74	2,97
MPI-ESM1-2-LR	10,02	13,05	0,36	2,89
NESM3	11,96	15,06	1,27	3,31
<i>ŚREDNIA</i>	10,29	13,01	0,99	3,69
<i>5,00%</i>	9,51	11,25	0,12	2,31
<i>95,00%</i>	11,59	14,96	2,32	5,46

Tabela 2. Modele zmiany temperatury w okresie wiosennym i letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 7.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	9,62	10,61	19,74	20,46
ACCESS-ESM1-5	9,06	10,24	19,45	20,2
AWI-CM-1-1-MR	9,54	9,69	19,09	19,09
CAMS-CSM1-0	8,87	9,48	18,61	18,72
CanESM5	9,52	10,33	19,59	20,16
CESM2-WACCM	9,28	9,46	19,25	19,6
CIESM	8,37	7,77	20,74	20,37
CMCC-CM2-SR5	9,42	10,85	19,89	21,8
CMCC-ESM2	9,57	11,2	19,38	21,52
EC-Earth3	10,41	10,4	19,58	19,88
EC-Earth3-Veg	9,56	9,99	18,89	19,4
EC-Earth3-Veg-LR	9,76	9,85	18,9	19,07
FGOALS-f3-L	9,14	9,27	18,36	19,33
FGOALS-g3	9,92	10,16	18,18	18,59
FIO-ESM-2-0	9,76	9,39	19,07	19,06
GFDL-ESM4	9,86	10,08	18,69	18,68
IITM-ESM	9,92	9,38	19,23	19,06
INM-CM4-8	8,47	9,43	18,75	19,24

INM-CM5-0	9,37	9,68	19,17	19,29
IPSL-CM5A2-INCA	9,52	12,01	19,28	21,62
IPSL-CM6A-LR	9,17	10,03	19,34	19,9
KACE-1-0-G	10,17	10,63	21,06	20,71
KIOST-ESM	9,08	9,27	18,36	18,59
MPI-ESM1-2-HR	9,19	9,46	18,63	18,38
MPI-ESM1-2-LR	9,22	9,28	18,8	18,34
NESM3	9,72	10	19,79	19,68
<i>ŚREDNIA</i>	9,44	9,92	19,22	19,64
<i>5,00%</i>	8,57	9,27	18,36	18,43
<i>95,00%</i>	10,11	11,11	20,53	21,59

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 4.5	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	9,77	11,05	20,01	21,89
ACCESS-ESM1-5	9,83	10,72	20,23	21,46
AWI-CM-1-1-MR	9,8	10,54	19,52	20,78
CAMS-CSM1-0	8,93	9,36	18,46	18,77
CanESM5	9,92	11,35	19,81	21,39
CESM2-WACCM	9,46	9,8	19,45	20,5
CMCC-CM2-SR5	10,05	11,34	19,95	22,53
CMCC-ESM2	9,46	11,66	19,13	22,55
EC-Earth3	10,02	10,66	19,75	20,52
EC-Earth3-CC	9,06	9,85	18,74	19,49
EC-Earth3-Veg	9,43	10,26	19,1	20,07
EC-Earth3-Veg-LR	9,34	10,61	18,66	19,46
FGOALS-f3-L	8,98	9,8	18,97	19,75
FGOALS-g3	10,03	10,45	18,46	19,05
FIO-ESM-2-0	9,87	10,57	19,39	20,46
GFDL-ESM4	10,18	10,67	18,89	19,53
IITM-ESM	10,41	10,32	19,55	19,78
INM-CM4-8	9,2	9,7	19,26	19,83
INM-CM5-0	9,52	10,28	18,98	20,26
IPSL-CM6A-LR	9,23	10,77	19,47	21,27
KACE-1-0-G	10,32	10,88	21,08	22,18
KIOST-ESM	9,41	9,96	18,24	19,05
MPI-ESM1-2-HR	9,41	9,66	18,78	19,51
MPI-ESM1-2-LR	8,94	9,79	18,66	19,69
NESM3	9,52	10,33	19,83	20,71
<i>ŚREDNIA</i>	9,6	10,42	19,29	20,42
<i>5,00%</i>	8,95	9,67	18,46	19,05
<i>95,00%</i>	10,29	11,35	20,19	22,46

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 7.0	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	9,92	11,98	19,87	23,18
ACCESS-ESM1-5	9,55	10,96	20,24	22,38
AWI-CM-1-1-MR	9,95	11,44	19,94	22,1
CAMS-CSM1-0	9,07	10,26	18,19	19,43
CanESM5	10,36	12,51	20,27	23,58

CESM2-WACCM	9,54	10,89	19,55	22,09
CMCC-CM2-SR5	9,55	11,54	19,5	22,72
CMCC-ESM2	9,61	11,57	19,54	22,65
EC-Earth3	10,59	12,06	19,87	22,53
EC-Earth3-AerChem	9,69	11,2	19,32	22,05
EC-Earth3-Veg	9,42	11,51	19,17	21,98
EC-Earth3-Veg-LR	10,02	11,22	18,69	21,15
FGOALS-f3-L	9,14	10,55	19,15	20,88
FGOALS-g3	10,46	10,84	18,82	19,53
GFDL-ESM4	10,03	11,55	18,67	20,34
IITM-ESM	10,41	11,37	19,83	20,74
INM-CM4-8	8,93	10,11	19,45	21,03
INM-CM5-0	9,62	10,7	19,32	21,05
IPSL-CM5A2-INCA	9,47	11,37	19,34	21,56
IPSL-CM6A-LR	9,52	11,56	19,54	22,82
KACE-1-0-G	10,89	12,25	21,29	24,14
MPI-ESM1-2-HR	9,46	10,68	18,78	20,9
MPI-ESM1-2-LR	9,23	10,42	18,95	20,7
<i>ŚREDNIA</i>	9,76	11,24	19,45	21,72
<i>5,00%</i>	9,08	10,28	18,67	19,61
<i>95,00%</i>	10,58	12,23	20,27	23,54

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 8.5	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	10,27	12,57	20,06	24,28
ACCESS-ESM1-5	10,05	12,4	21,07	23,76
AWI-CM-1-1-MR	10,01	12,07	20,15	23
CAMS-CSM1-0	9,19	10,45	18,47	19,99
CanESM5	10,15	13,09	20,35	24,71
CESM2-WACCM	9,44	11,47	19,66	23,51
CIESM	8,7	11,59	21,26	25,16
CMCC-CM2-SR5	9,53	12,45	20,53	24,24
CMCC-ESM2	9,58	12,52	19,57	23,7
EC-Earth3	10,43	12,52	20,62	23,33
EC-Earth3-CC	8,55	11,58	18,84	22,6
EC-Earth3-Veg	10,33	12,32	19,41	23,14
EC-Earth3-Veg-LR	9,7	12,13	18,73	22,32
FGOALS-f3-L	8,76	11,45	18,96	21,98
FGOALS-g3	10,28	11,57	18,72	20,17
FIO-ESM-2-0	10,1	12,22	19,46	23,28
GFDL-ESM4	10,2	11,54	18,85	21,1
IITM-ESM	10,04	12,14	19,73	21,23
INM-CM4-8	9,09	10,72	19,25	21,88
INM-CM5-0	9,95	11,06	19,99	21,83
IPSL-CM6A-LR	9,58	12,68	20,11	24,97
KACE-1-0-G	10,84	13,18	21,09	24,85
KIOST-ESM	9,44	11,04	18,5	20,05
MPI-ESM1-2-HR	8,81	10,93	18,68	21,67
MPI-ESM1-2-LR	9,22	11,08	18,89	21,57
NESM3	9,93	12,3	20,79	24,2

<i>ŚREDNIA</i>	9,7	11,89	19,68	22,79
<i>5,00%</i>	8,71	10,77	18,55	20,08
<i>95,00%</i>	10,4	12,99	21,09	24,94

Tabela 3. Modele zmiany opadu w okresie jesiennym i zimowym wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 7.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	134,22	133,14	130,17	138,78
ACCESS-ESM1-5	139,02	134,1	111,66	109,5
AWI-CM-1-1-MR	139,11	155,55	134,82	136,62
CAMS-CSM1-0	155,07	135,78	122,04	127,56
CanESM5	130,77	152,91	134,01	139,02
CESM2-WACCM	139,77	137,04	120,63	119,88
CIesm	132,39	132,42	106,32	106,32
CMCC-CM2-SR5	147,84	143,31	126,9	134,7
CMCC-ESM2	140,79	145,02	117,39	120,48
EC-Earth3	152,13	144,75	112,77	121,02
EC-Earth3-Veg	145,29	137,37	114,15	117,06
EC-Earth3-Veg-LR	134,25	143,04	107,76	119,79
FGOALS-g3	133,11	138,27	117,03	122,73
FIO-ESM-2-0	140,91	134,01	117,21	111,75
GFDL-ESM4	151,89	149,31	109,23	108,96
IITM-ESM	150,15	148,38	108,6	106,35
INM-CM4-8	148,62	149,04	126,51	127,68
INM-CM5-0	138,21	143,64	122,34	123,27
IPSL-CM5A2-INCA	139,2	136,62	108,3	124,77
IPSL-CM6A-LR	137,55	125,22	132,45	131,37
KACE-1-0-G	128,82	152,49	121,89	121,23
MPI-ESM1-2-HR	131,73	147,51	120,66	125,64
MPI-ESM1-2-LR	134,46	125,25	125,7	119,37
NorESM2-LM	135,9	127,29	120,48	130,26
<i>ŚREDNIA</i>	140,04	140,49	119,55	122,67
<i>ZMIANA (%)</i>	-1,4%	-1,1%	+18,8%	+15,8%
<i>5,00%</i>	130,92	125,55	107,85	106,74
<i>95,00%</i>	152,1	152,85	133,77	138,45

RCP 4.5	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	144,99	142,02	117,69	133,41
ACCESS-ESM1-5	123,84	120,42	111,69	119,94
AWI-CM-1-1-MR	149,73	132,24	139,44	144,24
CAMS-CSM1-0	141,39	135,06	112,08	127,92
CanESM5	137,25	151,89	146,37	157,77
CESM2-WACCM	135,18	126,66	121,2	124,47
CMCC-CM2-SR5	148,98	136,77	119,04	134,94
CMCC-ESM2	134,52	145,2	126,51	131,88
EC-Earth3	144,21	160,41	106,11	124,02
EC-Earth3-CC	143,1	150,51	122,1	126,99
EC-Earth3-Veg	150,81	158,22	110,73	123,6

EC-Earth3-Veg-LR	140,94	146,91	121,68	126,75
FGOALS-g3	141,84	132,54	116,76	128,76
FIO-ESM-2-0	138,06	130,08	103,74	126,03
GFDL-ESM4	149,67	149,91	116,76	120,45
IITM-ESM	153,54	154,17	103,95	117,63
INM-CM4-8	132,66	150,72	119,85	140,85
INM-CM5-0	142,8	145,32	127,65	123,18
IPSL-CM6A-LR	139,98	136,29	141,15	139,11
KACE-1-0-G	130,35	132,03	128,43	117,09
MPI-ESM1-2-HR	136,65	127,56	125,73	136,02
MPI-ESM1-2-LR	134,16	126,81	123,48	134,4
NorESM2-LM	126,45	145,05	127,89	133,17
<i>ŚREDNIA</i>	140,04	140,73	121,32	130,11
<i>ZMIANA (%)</i>	-1,4%	-0,9%	+17,0%	+9,1%
5,00%	126,84	126,69	104,16	117,87
95,00%	150,69	157,83	140,97	143,91

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 7.0	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS-CM2	129,9	137,28	125,16	124,74
ACCESS-ESM1-5	119,79	119,37	106,53	133,2
AWI-CM-1-1-MR	136,8	132,3	129,21	140,04
CAMS-CSM1-0	148,44	150,66	129,12	146,01
CanESM5	132,33	153,54	139,23	180,42
CESM2-WACCM	135,33	126,12	114,57	124,98
CMCC-CM2-SR5	133,8	132,6	121,71	135,69
CMCC-ESM2	132,09	124,47	116,94	133,32
EC-Earth3	144,21	140,64	124,17	127,35
EC-Earth3-AerChem	136,65	146,64	116,16	128,91
EC-Earth3-Veg	158,34	150,75	120,42	136,98
EC-Earth3-Veg-LR	130,59	142,92	116,52	137,82
FGOALS-g3	146,07	144,99	123,78	133,59
GFDL-ESM4	146,16	146,49	116,46	129,15
IITM-ESM	151,95	139,08	102,9	115,68
INM-CM4-8	141,27	136,68	122,73	147,03
INM-CM5-0	138,36	148,65	125,49	131,55
IPSL-CM5A2-INCA	139,62	143,4	115,47	124,47
IPSL-CM6A-LR	127,38	146,37	137,85	146,97
KACE-1-0-G	124,02	134,07	120,27	129,75
MPI-ESM1-2-HR	142,23	143,34	125,73	131,04
MPI-ESM1-2-LR	149,31	148,56	128,94	143,01
NorESM2-LM	137,79	139,71	133,62	144,12
<i>ŚREDNIA</i>	138,36	140,37	122,31	135,9
<i>ZMIANA (%)</i>	-2,6%	-1,2%	+16,1%	+24,5%
5,00%	124,35	124,65	107,34	124,5
95,00%	151,68	150,75	137,43	147,03

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 8.5	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II

ACCESS-CM2	124,5	135	119,94	138,21
ACCESS-ESM1-5	111,27	108,9	113,55	127,53
AWI-CM-1-1-MR	146,22	128,22	130,53	146,79
CAMS-CSM1-0	127,92	148,59	114,84	142,65
CanESM5	137,79	171,39	140,73	193,23
CESM2-WACCM	141,9	135,39	128,85	138,96
CIESM	132,42	132,42	106,32	106,35
CMCC-CM2-SR5	134,07	133,74	117,21	143,13
CMCC-ESM2	132,36	118,71	117,87	152,28
EC-Earth3	132,09	150,84	118,56	137,07
EC-Earth3-CC	154,05	143,55	122,49	140,61
EC-Earth3-Veg	146,7	153,18	123,6	139,14
EC-Earth3-Veg-LR	146,13	147,6	114,39	142,53
FGOALS-g3	134,1	151,56	119,1	133,59
FIO-ESM-2-0	131,22	135,69	114,03	132,45
GFDL-ESM4	150,36	142,02	114,9	121,95
IITM-ESM	138	154,5	105,72	115,89
INM-CM4-8	148,86	148,53	121,29	140,31
INM-CM5-0	141,06	147,93	126,42	149,25
IPSL-CM6A-LR	136,47	126,24	123,27	162,03
KACE-1-0-G	126,87	135,06	132,48	148,68
MPI-ESM1-2-HR	126,69	127,26	134,13	144,66
MPI-ESM1-2-LR	127,71	103,5	120,81	128,82
NorESM2-LM	135,6	140,37	123,48	136,56
<i>ŚREDNIA</i>	136,02	138,33	121,02	140,1
<i>ZMIANA (%)</i>	-4,4%	-2,7%	+17,3%	+11,2%
5,00%	124,83	110,37	107,4	116,79
95,00%	150,12	154,29	133,89	160,56

Tabela 4. Modele zmiany opadu w okresie wiosennym i letnim wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 7.0 i 8.5. Wartości 5% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

RCP 2.6	2021-2060		2061-2100	
	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	165,75	169,77	210,9	211,77
ACCESS-ESM1-5	168,63	166,56	202,83	199,32
AWI-CM-1-1-MR	144,06	150,42	220,35	230,46
CAMS-CSM1-0	144,15	137,01	222,15	213,84
CanESM5	159,57	168,3	212,31	235,47
CESM2-WACCM	152,07	141,03	196,35	187,38
CIESM	131,07	131,07	211,68	211,68
CMCC-CM2-SR5	155,25	157,5	190,32	186,6
CMCC-ESM2	133,14	153,42	190,56	222,45
EC-Earth3	159,24	168,51	230,04	216,51
EC-Earth3-Veg	149,76	159,12	212,22	216,54
EC-Earth3-Veg-LR	143,67	140,97	204,15	218,22
FGOALS-g3	130,44	134,82	217,02	210,24
FIO-ESM-2-0	127,17	131,28	206,22	201,72
GFDL-ESM4	150,27	156,78	225	229,74
IITM-ESM	131,88	142,26	184,5	189,9

INM-CM4-8	125,7	129,15	200,22	201,39
INM-CM5-0	144,39	129,57	213,3	223,08
IPSL-CM5A2-INCA	130,83	139,74	204,33	207,66
IPSL-CM6A-LR	131,07	143,16	205,2	197,16
KACE-1-0-G	131,31	134,49	205,8	207,69
MPI-ESM1-2-HR	148,08	173,73	227,49	237,81
MPI-ESM1-2-LR	154,05	162,45	213,78	233,79
NorESM2-LM	146,76	140,97	200,61	180,06
<i>ŚREDNIA</i>	144,09	148,41	208,65	211,26
<i>ZMIANA (%)</i>	+6,3%	+9,0%	-4,5%	-3,2%
5,00%	127,65	129,78	190,35	186,72
95,00%	164,82	169,59	227,13	235,23

RCP 4.5	2021-2060 III-V	2061-2100 III-V	2021-2060 VI-VIII	2061-2100 VI-VIII
ACCESS-CM2	161,07	167,01	223,8	209,04
ACCESS-ESM1-5	149,25	161,07	182,43	177,75
AWI-CM-1-1-MR	141,9	145,62	221,01	207,33
CAMS-CSM1-0	154,08	147,39	222,06	242,97
CanESM5	165,18	197,34	240,66	221,67
CESM2-WACCM	149,52	150,45	198,81	174,06
CMCC-CM2-SR5	141,18	155,94	182,49	177,72
CMCC-ESM2	142,95	157,74	210,03	178,68
EC-Earth3	153,75	173,43	213,96	231,18
EC-Earth3-CC	155,7	169,41	215,13	228,63
EC-Earth3-Veg	155,61	167,28	213,69	212,79
EC-Earth3-Veg-LR	148,74	151,86	221,73	218,1
FGOALS-g3	136,62	139,77	215,43	219,66
FIO-ESM-2-0	137,4	127,53	202,44	196,08
GFDL-ESM4	144,96	158,58	236,43	225,09
IITM-ESM	119,49	142,11	188,85	189,81
INM-CM4-8	123,72	146,73	208,35	193,95
INM-CM5-0	147,24	137,34	216,42	197,19
IPSL-CM6A-LR	148,56	148,32	208,86	202,08
KACE-1-0-G	134,4	137,64	213,93	201,96
MPI-ESM1-2-HR	156,24	159,84	211,38	212,82
MPI-ESM1-2-LR	163,53	155,79	220,44	193,02
NorESM2-LM	141,39	145,26	184,41	180,3
<i>ŚREDNIA</i>	146,64	154,05	210,99	204
<i>ZMIANA (%)</i>	+7,9%	+12,4%	-3,3%	-6,9%
5,00%	124,8	137,37	182,67	177,72
95,00%	163,29	173,04	235,17	230,91

RCP 7.0	2021-2060 III-V	2061-2100 III-V	2021-2060 VI-VIII	2061-2100 VI-VIII
ACCESS-CM2	155,91	165,69	213,24	193,74
ACCESS-ESM1-5	137,07	168,9	192,81	179,88
AWI-CM-1-1-MR	132,99	151,5	208,38	192,51
CAMS-CSM1-0	148,08	147,18	230,82	219,3
CanESM5	151,95	181,62	214,08	197,55

CESM2-WACCM	142,95	144,66	172,68	168,51
CMCC-CM2-SR5	148,47	139,74	195,57	160,65
CMCC-ESM2	130,71	153,72	181,17	156,84
EC-Earth3	166,8	172,65	202,92	180,36
EC-Earth3-AerChem	150,33	176,52	226,5	228,33
EC-Earth3-Veg	154,56	164,79	224,52	193,89
EC-Earth3-Veg-LR	144,21	169,62	211,29	210,63
FGOALS-g3	128,46	141,15	215,01	207,99
GFDL-ESM4	149,85	153,6	216,18	228
IITM-ESM	138,39	144,57	177,33	188,88
INM-CM4-8	116,43	154,02	198,03	193,17
INM-CM5-0	147,87	149,13	216,45	195,42
IPSL-CM5A2-INCA	131,4	148,29	197,1	195,48
IPSL-CM6A-LR	137,82	145,11	207,36	185,46
KACE-1-0-G	123,27	125,13	208,29	193,26
MPI-ESM1-2-HR	160,23	163,2	219,99	198
MPI-ESM1-2-LR	168,39	169,65	211,29	191,25
NorESM2-LM	146,82	139,11	199,35	171,45
<i>ŚREDNIA</i>	144,03	155,19	206,1	192,63
<i>ZMIANA (%)</i>	6,3%	13,0%	-5,8%	-13,2%
5,00%	123,78	139,17	177,72	161,43
95,00%	166,14	176,13	226,29	227,13

	2021-2060	2061-2100	2021-2060	2061-2100
RCP 8.5	III-V	III-V	VI-VIII	VI-VIII
ACCESS-CM2	166,56	183,3	220,29	177,12
ACCESS-ESM1-5	154,17	129,27	184,14	156,27
AWI-CM-1-1-MR	138	143,49	212,76	179,58
CAMS-CSM1-0	152,94	152,76	241,26	220,26
CanESM5	167,91	192,36	221,55	203,97
CESM2-WACCM	159,51	152,94	189,93	152,31
CIESM	131,07	131,1	211,68	211,68
CMCC-CM2-SR5	144,15	157,71	162,09	147,54
CMCC-ESM2	122,01	149,94	173,01	161,79
EC-Earth3	159,57	194,04	203,07	183,45
EC-Earth3-CC	148,5	160,56	215,58	183,51
EC-Earth3-Veg	150,27	169,74	226,89	192,63
EC-Earth3-Veg-LR	149,07	170,04	222,51	202,41
FGOALS-g3	134,52	143,52	214,2	215,67
FIO-ESM-2-0	130,32	141,36	209,52	171,27
GFDL-ESM4	154,38	144,81	228,09	198,24
IITM-ESM	140,07	162,96	188,31	170,76
INM-CM4-8	141,09	146,28	200,94	180,81
INM-CM5-0	149,58	149,52	196,65	195,6
IPSL-CM6A-LR	141,54	133,74	193,38	159,3
KACE-1-0-G	136,17	118,44	206,1	191,91
MPI-ESM1-2-HR	170,79	178,32	220,86	178,62
MPI-ESM1-2-LR	161,52	160,29	208,71	162,93
NorESM2-LM	144,84	146,61	187,26	150,87
<i>ŚREDNIA</i>	147,87	154,71	205,77	181,2

ZMIANA (%)	4,1%	9,0%	-5,6%	-16,9%
5,00%	130,44	129,54	174,69	151,08
95,00%	167,7	191,01	227,91	215,07

Tabela 5 Wartości referencyjne (okres 1991-2020) i zmiany w stosunku do przewidywanej wartości temperatury wg scenariuszy RCP 2.6, 4.5, 7.0, 8.5

		IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
1991-2020 à		8,72	-0,57	8,36	18,0
RCP 2.6	2021-2060	1,14	1,10	1,09	1,22
	2061-2100	1,46	1,52	1,57	1,63
RCP 4.5	2021-2060	1,28	1,41	1,25	1,28
	2061-2100	2,35	2,37	2,06	2,40
RCP 7.0	2021-2060	1,43	1,61	1,42	1,45
	2061-2100	3,40	3,53	2,88	3,70
RCP 8.5	2021-2060	1,60	1,59	1,36	1,69
	2061-2100	4,30	4,26	3,53	4,77