

<b>Podsumowanie</b> Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla <i>Melampsora farlowii</i>						
<b>Obszar PRA:</b> Rzeczpospolita Polska						
<b>Opis obszaru zagrożenia:</b> obszar całego kraju						
<p>Główne wnioski</p> <p><i>Melampsora farlowii</i> (syn. <i>Chrysomyxa farlowii</i> Saccardo &amp; Traverso, <i>Necium farlowii</i> J.C. Arthur) jest czynnikiem sprawczym rdzy choiny, zaliczanym do królestwa grzybów. <i>M. farlowii</i> poraża rośliny rodzaju <i>Tsuga</i> sp. (choina). Wśród najbardziej zagrożonych gatunków występujących na obszarze PRA wymienia się <i>Tsuga canadensis</i> (choina kanadyjska), <i>Tsuga caroliniana</i> (choina karolińska), <i>Tsuga heterophylla</i> (choina zachodnia), <i>Tsuga mertensiana</i> (choina Martensa). Nie są znane przypadki wystąpienia choroby na innych gatunkach roślin żywicielskich (EFSA, 2018). Warunki niezbędne do rozwoju rdzy choiny to chłodna (10°–18°C) i wilgotna pogoda (wystąpienie co najmniej 10 godzin opadów). Są to warunki optymalne zarówno dla rozwoju teliospor oraz bazydiospor (Kenaley i Hudler, 2010).</p> <p>Prace opublikowane w roku 2010 potwierdzają przydatność mankozebu w ochronie roślin choiny, stosowanego w odstępach 7–14 dni (Kenaley i Hudler, 2010). W przypadku wystąpienia gatunku <i>M. farlowii</i> na roślinach <i>Tsuga</i> sp. ze względu na podobieństwo w rozwoju do innych gatunków powodujących rdze należących do rzędu <i>Pucciniales</i>, zasadne wydaje się stosowanie substancji czynnych należących do grupy triazoli np. epoksykonazol, tebukonazol, protikonazol w ochronie roślin przed <i>M. farlowii</i>.</p> <p>W Europie nie odnotowano do tej pory obecności sprawcy choroby (EPPO, 2020; CABI, 2020). Warunki klimatyczne oraz układ topograficzny Polski umożliwiają rozwój choroby na roślinach żywicielskich w przypadku wystąpienia patogena na obszarze PRA. Ze względu na konieczność dotarcia na obszar PRA fragmentów roślin lub gleby zawierającej teliospory lub bazydiospory sprawcy, a także ze względu na brak obecności agrofaga na terenie krajów sąsiadujących z obszarem PRA, ocena ryzyka wystąpienia jest niska.</p>						
<b>Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru</b> (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"/>
<b>Poziom niepewności oceny:</b> (uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	<u>Średnia</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niska	<input type="checkbox"/>
<b>Inne rekomendacje:</b>						

## Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Melampsora farlowii*

Przygotowana przez: mgr Jakub Danielewicz, dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, mgr Agata Pruciak, dr Tomasz Kałuski  
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, W. Węgorka 20, 60-318 Poznań  
Data: 02.11.2020r.

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:** *Melampsora farlowii* (syn. *Chrysomyxa farlowii* Saccardo & Traverso, *Necium farlowii* J.C. Arthur) jest czynnikiem sprawczym rdzy choiny, zaliczonym do królestwa grzybów. Po raz pierwszy na świecie występowanie choroby odnotowano w latach 30-tych XX wieku w USA. W 1938 roku, 82% roślin choiny kanadyjskiej (*Tsuga canadensis*) zostało zniszczonych

w szkółkach w stanie Północna Karolina przez epidemiczne wystąpienie choroby (Hepting i Toole, 1939). Znane są na świecie regiony Ameryki północnej: Michigan, New Hampshire, Nowy Jork, Karolina Północna, Pensylwania, Vermont, Wirginia i Wisconsin (EPPO, 2018), w których choroba stanowi duży problem w uprawie roślin rodzaju *Tsuga* sp.. W Kanadzie patogen został zgłoszony jako obecny, jednakże brak szczegółów dotyczących jego występowania. Na nasilenie występowania choroby wpływa wielkość opadów oraz czas ich trwania. Teliospory występujące na martwych gałązkach i opadłych igłach kielkują wiosną, wytwarzając bazydiospory, które są rozpraszane przez wiatr i infekują młode szyszki, igły i łodygi *T. canadensis* i *T. caroliniana*. Obserwuje się, że opad trwający 10 godzin umożliwia rozwój bazydiospor w stopniu wystarczającym do wystąpienia choroby (Hepting i Toole, 1939). Warunki klimatyczne oraz układ topograficzny Polski umożliwiają rozwój choroby na roślinach żywicielskich w przypadku wystąpienia czynnika sprawczego na obszarze PRA. W Europie nie odnotowano do tej pory obecności patogena (EPPO, 2020; CABI, 2020).

**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

## Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

### 1. Taksonomia:

Królestwo: Fungi

Gromada: *Basidiomycota*

Klasa: *Pucciniomycetes*

Rząd: Pucciniales

Rodzina: *Melampsoraceae*

Rodzaj: *Melampsora*

Gatunek: *Melampsora farlowii*

Synonimy: *Chrysomyxa farlowii* Saccardo & Traverso  
*Necium farlowii* J.C. Arthur

Nazwa powszechna:

Polska: Rdza choiny

Angielska: Hemlock rust, rust of tsuga

Niemiecka: Hemlocks-Tannen-Rost

Francuzka: Hemlock de tsuga

Rosyjska: Ржавчина тсуги

EPPO KOD: MELMFA (*Melampsora farlowii*)

### 2. Informacje ogólne o agrofagu:

#### Cykl życiowy

Wiosną dochodzi do porażenia igieł roślin żywicielskich przez teliospory zimujące na gałązkach i szyszkach, które uległy porażeniu podczas poprzedniego sezonu wegetacyjnego. W wyniku wystąpienia deszczu dochodzi do rozwoju bazydiospor. Trwa to zwykle od początku maja do połowy czerwca, zbiegając się z najbardziej aktywnym okresem rozwoju pędów. Zakażenie pędów następuje prawdopodobnie przez igły. Po ok. 2–4 tygodniach na porażonych organach pojawiają się teliospory (które stanowią źródło choroby w następnym sezonie wegetacyjnym). Warunki niezbędne do rozwoju rdzy choiny to chłodna (10°–18°C) i wilgotna pogoda (wystąpienie co najmniej 10 godzin opadów). Są to warunki optymalne zarówno dla rozwoju teliospor oraz bazydiospor (Kenaley i Hudler, 2010). Silnie porażone pędy zamierają i stanowią źródło porażenia w kolejnych latach (Kenaley i Hudler, 2010).

## Rośliny żywicielskie

*M. farlowii* poraża rośliny rodzaju *Tsuga* sp. (choina). Wśród najbardziej zagrożonych gatunków występujących na obszarze PRA wymienia się *Tsuga canadensis* (choina kanadyjska), *Tsuga caroliniana* (choina karolińska), *Tsuga heterophylla* (choina zachodnia), *Tsuga mertensiana* (choina Martensa). Nie są znane przypadki wystąpienia choroby na innych gatunkach roślin żywicielskich (EFSA, 2018).

## Symptomy

Pierwsze objawy porażenia widoczne są późną wiosną (początek maja) w postaci żółknących igieł. W okresie ok. 2–3 tygodni od porażenia, podstawa igły i igła przyjmują barwę brązowo-pomarańczową (Fot. 2). Niezainfekowane igły odpadają z gałązki powodując tym samym przerzedzenia na pędach. W miarę rozwoju choroby zainfekowane pędy zwijają się (Fot. 1). Na porażonych igłach dochodzi do wytworzenia się teliów, które są czerwonawe do rdzawobrazowych, woskowate i zlewają się na dotkniętych chorobą igłach lub gałązkach (Fot. 3). Pod skórką porażonych igieł tworzą się teliospory. W wyniku silnego porażenia *M. farlowii* pędy zamierają (Kenaley i Hudler, 2010).



Fot. 1.



Fot. 2.



Fot. 3.

Źródło zdjęć: Kenaley S.C., Hudler G.W. 2010. Hemlock twig rust caused by *Melampsora farlowii* (Arth.) Davis. Factsheet of Cornell University.

## Metody wykrywania

Teliospory posiadają podłużny lub cylindryczny kształt. Pojedyncze zarodniki posiadają ścianki bladobrazowe, gładkie, równomiernie o grubości 0,5–1  $\mu\text{m}$  lub nieco grubsze powyżej: 7–10 x 35–58  $\mu\text{m}$ . Bazydiospory są kuliste, czerwono-żółte, o średniej średnicy przy kiełkowaniu 8  $\mu\text{m}$ . Stadium ecjalne oraz uredosporalne nie zostało zidentyfikowane (Arthur, 1962).

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

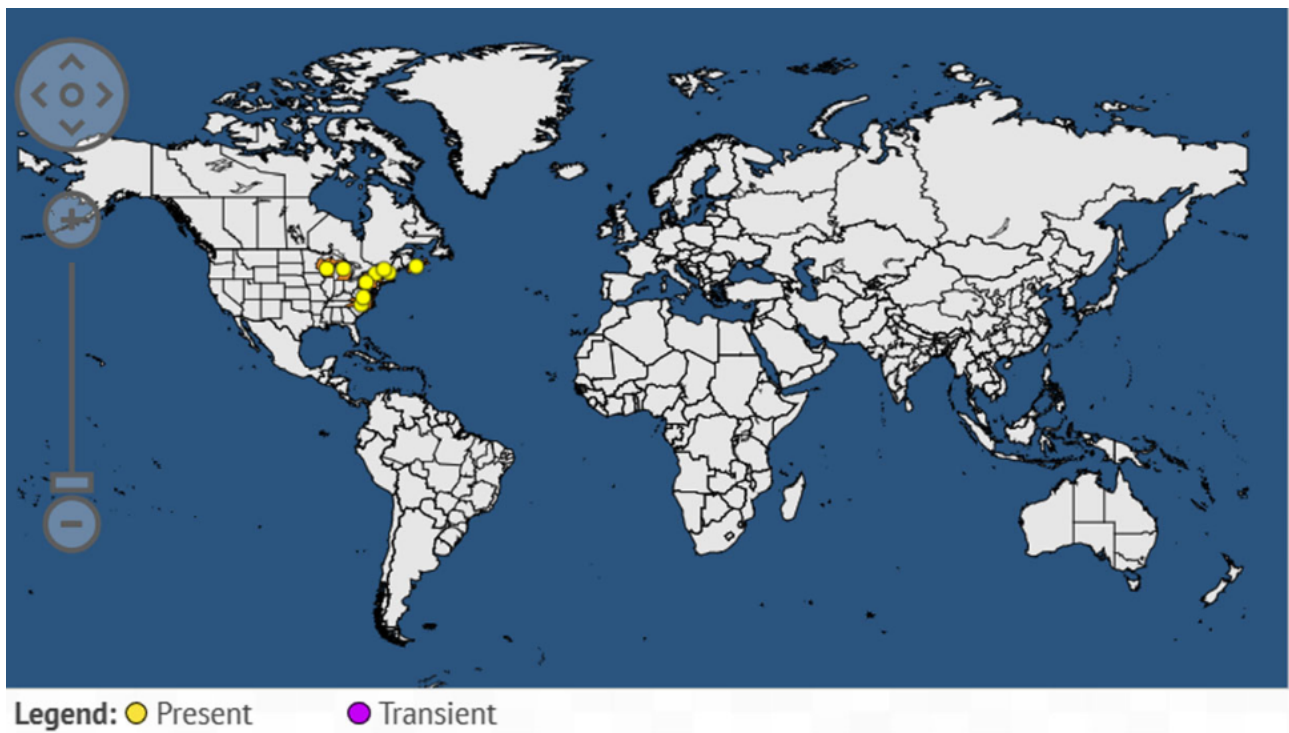
4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor?	Tak	<b><u>Nie X</u></b>
--	-----	---------------------

### 5. Status regulacji agrofaga

Kraj	Lista	Rok dodania
Maroko	Quarantine pest	2018
Tunezja	Quarantine pest	2012
Izrael	Quarantine pest	2009
Norwegia	Quarantine pest	2012
Turcja	A1 list	2016
Ukraina	A1 list	2019
EPPO	A1 list	1975
EU	A1 Quarantine pest (Annex II A)	2019

### 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, natywne etc.</i> )	Źródła
Europa		Nieobecny, brak udokumentowanego wystąpienia	EPPO, 2020; CABI, 2020
Ameryka Północna			
	USA		
	Michigan	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	New Hampshire	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Nowy York	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Północna Karolina	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Pensylwania	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Vermont	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Virginia	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
	Wisconsin	Obceny	EPPO, 2020; CABI, 2020
Kanada	Nowa Szkocja	Obecny	EPPO, 2020; CABI, 2020



Źródło: EFSA Journal, (ostatnia aktualizacja 12.09.2017r.)

## 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>Tsuga</i> sp. (choina)	Tak	Rodzaj, do którego należą gatunki roślin nasadzanych często w ogrodach i przestrzeni publicznej na obszarze PRA.	EPPO 2020
<i>Tsuga canadensis</i> (choina kanadyjska)	Tak	Popularna roślina nasadzana w ogrodach i parkach na obszarze PRA.	<a href="https://www.monumentaltrees.com/en/europe-tslugacanadensis/">https://www.monumentaltrees.com/en/europe-tslugacanadensis/</a> <a href="https://easin.jrc.ec.europa.eu/">https://easin.jrc.ec.europa.eu/</a>
<i>Tsuga caroliniana</i> (choina karolińska)	Tak	Gatunek nasadzany w ogrodach i przestrzeni miejskiej.	<a href="https://www.gbif.org">https://www.gbif.org</a>
<i>Tsuga heterophylla</i> (choina zachodnia)	Tak	Gatunek nasadzany w ogrodach, parkach i arboretach.	<a href="https://www.gbif.org">https://www.gbif.org</a>
<i>Tsuga mertensiana</i> (choina Martensa)	Tak	Roślina rzadko nasadzana na obszarze PRA, głównie w ogrodach, kolekcjach	<a href="https://www.gbif.org">https://www.gbif.org</a>

		prywatnych i arboretach.	
--	--	--------------------------	--

## 8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Ziemia do sadzenia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin, sadzonek oraz ziemi.		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Tak (Rozp. KE 2019/2072, Zał. VI, poz. 19.)		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliopory w glebie		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Teliospory na fragmentach gleby		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	-		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<u>Średnia X</u>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Rośliny przeznaczone do sadzenia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin, sadzonek oraz z ziemią.		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Tak (Rozp. KE 2019/2072, Zał. VI, poz. 1)		
Czy agrofag był już przechwycony tą	Nie		

drogą przenikania?			
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory i bazydiospory na fragmentach materiału roślinnego		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?			
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b><u>Niskie X</u></b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b><u>Średnia X</u></b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Żywe rośliny lub ich fragmenty oraz organy z wyłączeniem roślin przeznaczonych do sadzenia
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Tak (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?	-
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Teliospory lub bazydiospory na fragmentach roślin
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	-
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu	Tak



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

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

Występowanie patogena nie jest notowane w Polsce ani w Europie. Warunki klimatyczne panujące na obszarze PRA są w przypadku przedostania się sprawcy optymalne do rozwoju choroby. Uprawiane są także jako rośliny ozdobne w ogrodach, parkach oraz przestrzeni miejskiej rośliny żywicielskie patogena. Konieczne jest, jednakże zawleczenie źródła inokulum.

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

### 10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

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

Gatunki żywicielskie nie są uprawiane pod osłonami w związku z tym ryzyko nie zostało oszacowane.

### 11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

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

Występowanie patogena nie zostało potwierdzone na obszarze PRA, można jednak przypuszczać, że ze względu na rozproszenie roślin żywicielskich na ww. obszarze w przypadku przedostania się patogena jego rozprzestrzenienie nie będzie postępować w sposób niekontrolowany i nagły. Według brytyjskiej bazy zagrożeń dla roślin (UK PLANT HEALTH RISK) *M. farlowii* uzyskała

ocene

5/5

w kategorii rozprzestrzenianie

(<https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/viewPestRisks.cfm?csref=11278>), jednakże zdaniem autorów nie ma podstaw do tak wysokiej oceny rozprzestrzeniania się agrofaga w Polsce.

## 12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

Hepting i Toole, (1939) w 1938 roku odnotowali, epidemiczne wystąpienie choroby w szkółkach w stanie Północna Karolina. W wyniku wystąpienia *M. farlowii*, 82% roślin choiny kanadyjskiej (*Tsuga canadensis*) zostało zniszczonych, powodując straty o charakterze ekonomicznym. Aktualnie występowanie choroby potwierdzone jest na obszarze wielu stanów Ameryki Północnej oraz

w Kanadzie. Nasilenie choroby wydaje się zmieniać w zależności od wysokości n.p.m.. Hepting i Toole (1939), Peace (1962) oraz Hepting (1971) wykazali, że w przypadku upraw na wysokości ponad 1300 m.n.p.m i prawdopodobnym występowaniem ochłodzenia wraz ze wzrostem wysokości nasila się występowanie choroby. Prace opublikowane w roku 2010 potwierdzają przydatność mankozebu w ochronie roślin choiny, stosowanego w odstępach 7–14 dni (Kenaley i Hudler, 2010). Brak aktualnych doniesień dotyczących ograniczania sprawcy choroby przy użyciu fungicydów, jednakże ze względu na podobieństwo w rozwoju do innych gatunków powodujących rdze należących do rzędu *Pucciniales*, zasadne wydaje się stosowanie substancji czynnych należących do grupy triazoli np. epoksykonazol, tebukonazol, protiokonazol w ochronie roślin przed *M. farlowii*.

### 12.01 Wpływ na bioróżnorodność

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

### 12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i>	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Nie	Gatunek użytkowany w wielu gałęziach gospodarki	Ocena ekspercka
Regulująca	Brak	W Ameryce choiny są	

		ważnym składnikiem lasów, zwłaszcza wysokogórskich.	
Wspomagająca	Brak	Lasy tworzone przez gatunki z rodzaju <i>Tsuga</i> mogą mieć wpływ na produkcję pierwotną i tworzą siedliska dla innych organizmów	
Kulturowa	Brak	Zaburzenia odbioru estetycznego uszkodzonych drzew. Choina jest symbolem stanu Pensylwania.	

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

### 12.03 Wpływ socjoekonomiczny

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

Drewno pozyskiwane z roślin choiny służy w przemyśle papierniczym do produkcji papieru, natomiast podkłady kolejowe i drewniane belki wykorzystuje się w budownictwie (Podbielkowski, 1989). Kora dostarcza garbników wykorzystywanych w przemyśle garbarskim (choina kanadyjska była początkowo najważniejszym surowcem do ich pozyskiwania w Ameryce Północnej) (Havill i wsp., 2008). Choiny często sadzone są również jako drzewa ozdobne w parkach i przydomowych ogrodach. Tylko w przypadku choiny kanadyjskiej znane i opisane jest ponad 250 odmian ozdobnych (Mabberley, 2017). W przypadku epidemicznego wystąpienia *M. farlowii* zagrożone są szkółki produkujące materiał rozmnożeniowy i sprzedające rośliny ozdobne. W wyniku silnego porażenia przez patogena może dochodzić do powstania strat o charakterze ekonomicznym.

### 13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

#### 13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

Ze względu na porażanie jedynie gatunków choiny (*Tsuga* sp.), które są obce florze Polski i brak poznanych innych roślin żywicielskich w przypadku wystąpienia choroby, jej wpływ na bioróżnorodność ocenia się poziomem niskim.

#### 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

Na potencjalnym obszarze zasiedlenia wpływ na usługi ekosystemowe ocenia się jako niski, ze względu na niewielki udział roślin choiny w gospodarce. Rośliny z rodzaju *Tsuga* nasadzone są głównie jako ozdobne w ogrodach i parkach.

#### 13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

Na potencjalnym obszarze zasiedlenia wpływ na usługi socjoekonomiczne ocenia się jako niski, ze

względu na niewielki udział roślin choiny w gospodarce oraz możliwość zastąpienia roślin rodzaju *Tsuga* w handlu i przestrzeni publicznej przez inne gatunki.

#### **14. Identyfikacja zagrożonego obszaru**

Za obszar zagrożony wystąpieniem, należy przyjąć miejsca występowania roślin rodzaju *Tsuga*. W Polsce najczęściej są to gatunki uprawiane jako rośliny ozdobne (np. *Tsuga canadensis*), rzadziej wprowadzane do lasów gospodarczych. Uznawane za zadomowione na nielicznych stanowiskach

w zachodniej części kraju. Lokalnie mogą tworzyć zwarte odnowienia pochodzące z samosiewu (Tokarska i wsp., 2012).

#### **15. Zmiana klimatu**

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny scenariusz 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 około 2,3°C dla lat 2071–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Natomiast realny 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 latach 2036–2065 i o około 4,3°C dla 2071–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

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

- 7,8% do 0,1%). Równie istotne są duże różnice pomiędzy 9 i 95 percentylem projekcji (w niektórych przypadkach sięgające nawet 100mm), utrudniające oszacowanie zmian opadów w przyszłości.

Warunki niezbędne do rozwoju gatunku nie ulegną zmianie ze względu na prognozowane zmiany klimatu. W związku z tym nie przewiduje się zmian w biologii i rozwoju oraz rozprzestrzenianiu się *M. farlowii* w tym ocenianym aspekcie.

## 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
Nie.	Ocena ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności.)	Źródła
Nie.	Ocena ekspercka

## 16. Ogólna ocena ryzyka

**Prawdopodobieństwo wniknięcia: niskie**, ze względu na konieczność dotarcia na obszar PRA fragmentów roślin lub gleby zawierającej teliospory lub bazydiospory sprawcy, a także ze względu na brak obecności agrofaga na terenie krajów sąsiadujących z obszarem PRA. W przypadku wniknięcia patogena, na obszarze PRA występują rośliny żywicielskie niezbędne do rozwoju ww. gatunku.

**Prawdopodobieństwo zasiedlenia: wysokie**, na obszarze PRA panują korzystne warunki klimatyczne dla patogena i obecne są rośliny żywicielskie, które uprawiane są jako ozdobne w ogrodach i przestrzeni miejskiej, a w zachodniej części kraju są nawet zadomowione w lasach. Prawdopodobieństwo zatem ocenione zostało na wysokie.

**Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: średnie**, z uwagi na występowanie warunków umożliwiających rozwój sprawcy w przypadku wystąpienia źródła infekcji i specyfikę biologii i rozwoju sprawcy związaną z zarodnikowaniem i ich łatwym przemieszczaniem przy udziale wiatru i wody. Jednak rośliny żywicielskie rosną w rozproszeniu (rośliny ozdobna w ogrodach i parkach, rzadko w lasach) co może ograniczyć rozprzestrzenianie patogena.

**Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: średni** z uwagi na obecność roślin choiny na obszarze PRA w postaci materiału szkółkarskiego oraz nasadzeń ozdobnych w parkach i ogrodach przydomowych. Brak doniesień o występowaniu *Melampsora farlowii* na obszarach sąsiednich zwiększa ocenę niepewności.

### Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

#### 17. Środki fitosanitarne

##### 17.01 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

Etap oceny zagrożenia:			Przeniknięcie	Zadomowienie	Rozprzestrzenienie	Wpływ
<b>Środki kontroli</b>						
1.01	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	
1.02	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.				
1.03	Obróbka chemiczna upraw, w tym materiału rozmnożeniowego		X			
1.04	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			

1.05	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	X	X
1.06	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.				
1.07	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).				
1.08	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).	X			
1.09	Kontrolowana atmosfera	Obróbka roślin poprzez magazynowanie w atmosferze modyfikowanej (w tym modyfikowanej wilgotności, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , temperatury, ciśnienia).				
1.10	Gospodarka odpadami	Przetwarzanie odpadów (głębokie zakopywanie, kompostowanie, spalanie, rozdrabnianie, produkcja bioenergii ...) w autoryzowanych obiektach oraz urzędowe ograniczenie przemieszczania odpadów.				
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.				



1.12	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	
1.13	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.	X	X	X	
1.14	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.	X			
1.15	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.	X			
1.16	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.				

1.17	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.				
<b>Środki pomocnicze</b>						
2.01	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.				
2.02	Testy laboratoryjne	Badanie, inne niż wizualne, w celu ustalenia, czy istnieją szkodniki, przy użyciu urzędowych protokołów diagnostycznych. Protokoły diagnostyczne opisują minimalne wymagania dotyczące wiarygodnej diagnozy organizmów szkodliwych podlegających regulacjom prawnym.			X	X
2.03	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		

2.04	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 wewnętrzny UE).	X			
2.05	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.				
2.06	Certyfikacja materiału rozmnożeniowego (dobrowolna /oficjalna)		X			
2.07	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).				
2.08	Monitoring			X	X	X

## 17.02 Wymienić potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
Naturalne rozprzestrzenianie	1.11, 2.08
Transport roślin przeznaczonych do sadzenia	1.01, 1.04, 2.03, 2.04
Transport gleby z fragmentami roślin	1.01, 1.04, 2.03, 2.04

## 18. Niepewność

Mała liczba doniesień literaturowych dotyczących biologii agrofaga oraz wpływu czynników zewnętrznych na jego rozwój i kontrolę utrudnia głębszą analizę zagrożenia ww. gatunkiem.

## 19. Uwagi

Brak uwag.

## 20. Źródła

Arthur, J.C. 1962. Manual of the rusts in United States and Canada. Purdue Research Foundation, Purdue, Indiana, USA

CABI, 2020. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc).

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Bragard C, Di Serio F, Gonthier P, Jacques M-A, Jaques Miret JA, Fejer Justesen AM, MacLeod A, Magnusson CS, Milonas P, Navas-Cortes JA, Parnell S, Potting R, Reignault PL, Thulke H-H, Van der Werf W, Vicent A, Yuen J, Zappala L, Boberg J, Jeger M, Pautasso M and Dehnen-Schmutz K, 2018. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Melampsora farlowii*. EFSA Journal 2018;16(10):5442, 19 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5442>.

EPPO (2020) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>.

Havill, N. P., Campbell, C. S., Vining, T. F., LePage, B., Bayer, R. J., & Donoghue, M. J. 2008. Phylogeny and Biogeography of *Tsuga* (Pinaceae) Inferred from Nuclear Ribosomal ITS and Chloroplast DNA Sequence Data. „*Systematic Botany*”. 33, 3, s. 478–489, DOI: 10.1600/036364408785679770.

Hepting G.H., Toole E.R. 1939. The hemlock rust caused by *Melampsora farlowii*. *Phytopathology*, 29:463-473

Hepting G.H. 1971. Diseases of forest and shade trees of the United States., USA: USDA, 658 pp. [Agricultural Handbook, No. 386.]

Kenaley S.C., Hudler G.W. 2010. Hemlock twig rust caused by *Melampsora farlowii* (Arth.) Davis. Factsheet of Cornell University.

Mabberley D. J. 2017. *Mabberley's Plant-Book*. Cambridge University Press, s. 435, 945. ISBN 978-1-107-11502-6.

Peace T.R. 1962. *Pathology of trees and shrubs, with special reference to Britain*. Oxford Univ. Press, 723 pp

Podbielkowski Z. 1989. *Słownik roślin użytkowych*. Warszawa: PWRiL, ISBN 83-09-00256-4.

Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W. 2012. *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. Warszawa: Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, ISBN 978-83-62940-34-9.

## 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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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
<b>RCP4.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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-	10,29	10,47	0,55	2,74

LR				
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
<b>RCP6.0</b>	<b>2036-2065</b>	<b>2071-2100</b>	<b>2036-2065</b>	<b>2071-2100</b>
	<b>IX-XI</b>	<b>IX-XI</b>	<b>XII-II</b>	<b>XII-II</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065</b>	<b>2071-2100</b>	<b>2036-2065</b>	<b>2071-2100</b>
	<b>IX-XI</b>	<b>IX-XI</b>	<b>XII-II</b>	<b>XII-II</b>
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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP4.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP6.0</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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
<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
ACCESS1-0	152,4	139,4	152,2	133,6
ACCESS1-3	145,4	176,8	160,9	151,8
CCSM4	123,2	133,4	197,0	176,6
CMCC-CESM	165,4	169,6	230,6	228,9
CMCC-CM	148,0	130,3	208,4	181,8
CMCC-CMS	150,3	161,7	211,2	188,4
CNRM-CM5	158,5	171,7	241,1	246,8
GISS-E2-H	124,4	117,7	203,8	206,6
GISS-E2-H-CC	145,9	133,5	250,2	215,3
GISS-E2-R	146,0	138,4	253,7	220,3
GISS-E2-R-CC	128,6	132,0	226,1	216,9
HadGEM2-AO	122,0	128,3	134,0	93,9
HadGEM2-CC	144,6	175,4	158,0	133,5
HadGEM2-ES	137,4	142,3	156,1	132,4
inmcm4	119,9	117,3	177,2	163,0
IPSL-CM5A- LR	121,4	120,4	233,1	213,0
IPSL-CM5A- MR	126,8	136,3	194,8	175,2
IPSL-CM5B- LR	130,3	142,0	220,0	220,0
MIROC5	154,4	145,0	214,3	232,2
MIROC-ESM	148,2	178,3	263,4	264,2

MPI-ESM-LR	139,0	147,4	182,5	152,4
MPI-ESM-MR	150,1	151,0	182,2	151,0
MRI-CGCM3	125,9	152,5	229,5	246,9
MRI-ESM1	140,5	160,7	224,5	235,6
NorESM1-M	127,6	129,7	205,6	192,8
NorESM1-ME	131,7	147,7	213,4	204,5
ŚREDNIA:	138,8	145,3	204,8	191,4
ZMIANA (%):	15,3	20,7	-1,3	-7,8
5,00%	121,55	118,375	153,175	132,675
95,00%	157,475	176,45	252,825	246,875

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

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