Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla *'Candidatus* Phytoplasma ulmi*'*

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Opis obszaru zagrożenia: łęgi, lasy mieszane, zadrzewienia miejskie i przydrożne

Główne wnioski

Ze względu na obecność roślin żywicielskich, wektorów owadzich (*Macropsis mendax, Allygidius atomarius, Cixius* sp, *Allygidius furcatus*) i sprzyjających warunków klimatycznych istnieje ryzyko zasiedlenia obszaru PRA przez '*Ca.* P. ulmi'. Ryzyko to jest umiarkowane, ponieważ występujące na terenie kraju odmiany wiązu uznawane są za mniej podatne na infekcję agrofagiem.

Jedyne wykrycie agrofaga miało miejsce w roku 2018 na wiązie pospolitym (*Ulmus minor*), na terenie woj. śląskiego. Porażone drzewa oraz drzewa z objawami porażenia w ich sąsiedztwie usunięto i zutylizowano. Brak jest innych doniesień na temat wykrycia lub podejrzenia występowania fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu w Polsce.

Wiązy rosną na terenie całego kraju, ale w lasach pod względem liczebności ich udział nie jest znaczący.

Ze względu na wyjątkowo dużą odporność na zanieczyszczenia przemysłowe wiązy dobrze znoszą warunki miejskie. Sprowadzanie odmian ozdobnych może stanowić drogę przeniknięcia agrofaga, który występuje już na terenie Niemiec i Czech.

Potencjalny wpływ na obszarze PRA na bioróżnorodność określono jako średni przy wysokiej niepewności, na usługi ekosystemowe i wpływ socjoekonomiczny jako niski przy średniej niepewności.

Zagrożone obszary to obszary, w których wiązy występują w stanie naturalnym jak łęgi i lasy oraz tereny rekreacyjne, nasadzenia miejskie i przydrożne.

Tak jak w przypadku innych fitoplazm brak jest bezpośrednich środków zwalczania '*Ca* P. ulmi'. Profilaktycznie należy unikać sadzenia odmian wiązu uznanych za podatnych na infekcję '*Ca* P. ulmi'. Należy sprowadzać sadzonki z obszaru wolnego od agrofaga lub po zastosowaniu środka zapobiegawczego jakim jest też fumigacja lub insektycydy niszczące wektora w sprowadzanym materiale.

Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru *(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)*	Wysokie	☐	**Średnie**	☒	Niskie	☐
Poziom niepewności oceny: *(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)*	**Wysoka**	☒	Średnia	☐	Niska	☐

Inne rekomendacje:
Brak

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: '*Candidatus*' Phytoplasma ulmi Lee, Martini, Marcone & Zhu

Przygotowana przez: dr Joanna Kamasa, dr Krzysztof Krawczyk, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, mgr Agata Pruciak, dr Tomasz Kałuski
Data: 15.06.2021

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: Powodem wykonania PRA dla '*Ca*. Phytoplasma ulmi' ('*Ca.* P. ulmi') jest występowanie roślin gospodarza oraz wektorów owadzich na terenie kraju, jeden przypadek wykrycia agrofaga oraz potwierdzona obecność na terenie sąsiadujących państw (Niemiec i Czech).

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo:	Bakterie
Gromada:	Tenericutes
Klasa:	Mollicutes
Rząd:	Acholeplasmatales
Rodzina:	Acholeplasmataceae
Rodzaj:	Phytoplasma
Gatunek:	Phytoplasma ulmi

Patogen należy do grupy 16Sr V-A fitoplazm

Nazwa powszechna: Żółtaczka wiązu, Elm Phloem Necrosis Phytoplasma (UK), Elm Yellows Phytoplasma (EYP), Elm Yellows (USA)

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Fitoplazmy to bakterie, które zamiast ściany komórkowej posiadają trzywarstwowa błonę i materiał genetyczny w postaci nici DNA. Przenoszą się z rośliny na roślinę za pośrednictwem owadów odżywiających się sokiem roślinnym, przez wegetatywne rozmnażanie roślin lub w trakcie zabiegów pielęgnacyjnych takich jak przycinanie. Namnażają się przez pączkowanie lub podział komórki w łyku roślin oraz hemolimfie owadów będących ich wektorami.

'*Ca*. Phytoplasma ulmi' ('*Ca.* P. ulmi') wywołuje żółtaczkę wiązu i poraża wiele gatunków drzew tego rodzaju i ich hybryd. Jest chorobą rozpowszechnioną w Ameryce Północnej i Europie.

Choroba została opisana po raz pierwszy w 1938 roku w Stanach Zjednoczonych. Do 1970 r. występowała jedynie w zachodnich stanach USA, potem opanowała stany wschodnie i Kanadę. W 1981 roku stwierdzono ją we Włoszech, choć objawy żółtaczki wiązu obserwowano w tym kraju już od 1918 (Marcon C., 2017).

Objawy chorobowe

Objawy chorobowe różnią się w zależności od gatunku wiązu, są niespecyficzne i bardzo podobne do objawów holenderskiej choroby wiązu powodowanej przez grzyb *Ophiostoma novo-ulmi*.
Fitoplazmy rozwijają się w tkance przewodzącej (łyku) porażonych roślin powodując hipertrofię (przerost), hiperplazję (nadmiernie szybki podział komórek), nekrozę elementów łyka oraz zwiększoną produkcję kallozy, która zatyka rurki sitowe. Konsekwencją tych zmian jest degeneracja łyka korzeni, pnia i pędów drzewa. Z czasem, poza ściemnieniem łyka, może przebarwiać się zewnętrzna powierzchnia drewna, co jest wywołane wtórnym porażeniem rośliny przez grzyb *Ophiostoma ulmi*, a ostatnio, przez jego bardziej agresywną formę – *O. novo-ulmi*, której wektory – ogłodki (*Scolytus scolutus, S. multistriatus*) – szczególnie chętnie zasiedlają drzewa porażone przez fitoplazmę. Objawy chorobowe widoczne są również na nadziemnej części – liście chorych wiązów żółkną, są wygięte wzdłuż nerwu głównego ku dołowi (epinastie), zdrobniałe, więdną i przedwcześnie opadają.
Obserwuje się też zbyt wczesne rozwijanie pąków oraz wybijanie "czarcich mioteł" w górnej części pędów. Poszczególne gałęzie, konary, a nawet całe drzewa z czasem zamierają. Więdnięcie i zasychanie drzew nastąpić może w każdym okresie sezonu wegetacyjnego, najczęściej jednak dochodzi do tego w połowie lata.
W Ameryce Północnej do głównych objawów zaliczamy: epinastię, chlorozę, przedwczesne wykształcanie liści, żółte do brązowego przebarwienia floemu w korzeniach i konarach. Drzewo zamiera zwykle w 1–2 lata po wystąpieniu objawów na liściach.
W Europie i Azji najczęściej obserwuje się „czarcie miotły", drzewa rzadziej zamierają.

Mittempergher (2000) sporządził ranking gatunków wiązów pod kątem podatności na infekcję fitoplazmatyczną żółtaczką, na podstawie objawów obserwowanych na wiązach i hybrydach tych drzew w programie hodowli odmian odpornych na holenderską chorobę wiązów we Włoszech.
Uszeregował *U. americana* jako wysoko podatny gatunek, następnie *U. chenmoui, U. villosa, U. japonica* oraz *U. parvifolia* jako wykazujące pewną podatność, a *U.minor, U. laevis, U. glabra i U. pumila* jako zwykle mniej podatne, wykazujące tylko lekkie objawy lub infekcja przebiegała u tych gatunków bezobjawowo. Nawet u mniej podatnych gatunków natężenie objawów chorobowych zależało od rozmiarów drzew, małe (młode) okazy miały silne objawy prowadzące do zamierania.
Ponadto Mittempergher zaobserwował, że niektóre gatunki wiązów lub ich klony wykazują wysoką podatność na infekcję, ale małą ekspresję objawów chorobowych, tolerując infekcję '*Ca*. P.ulmi'. Odnosi się to szczególnie do *U. pumila*.

Transmisja

W warunkach naturalnych fitoplazma żółtaczki wiązu jest przenoszona przez wektory owadzie, w czasie naturalnie występującego w przyrodzie przeszczepu korzeniowego (ang. root graft), przez pasożytniczą roślinę — kaniankę (*Cuscuta L.*), z udziałem człowieka może być rozprzestrzeniany z zakażonym materiałem roślinnym lub podczas szczepienia (Kamińska, 2020). Nasiona wiązu mogą zawierać komórki fitoplazmy (Bertelli i wsp., 2002), ale sadzonki uzyskane ze skontaminowanych

nasion pozostają zdrowe i brak jest jakichkolwiek doniesień mówiących o przenoszeniu fitoplazm żółtaczki wiązu w ten sposób (CABI 2021).

Wektory owadzie

W Europie, w północnych Włoszech naturalnym i najczęstszym wektorem jest *Macropsis mendax.* (Cicadellidae) (Carraro i wsp., 2004). Inne owady jak *Philaenus spumarius* (Cercopidae), *Allygidius atomarius* (Cicadellidae) – występują na terenie Europy, ale odgrywają mniejszą rolę jako wektory. Fitoplazma została wykryta w hemolimfie *Hyalesthes luteipes, Iassus scutellaris* (Cicadellidae), *Cixius* sp. (Cixiidae – Szrońcowate), *Allygidius furcatus* (Cicadellidae) we Francji, ale nie potwierdzono transmisji owad-roślina (Marcone, 2017; 2021).
Na terenie Polski występują: *Macropsis mendax, Allygidius atomarius,Cixius* sp, *Allygidius furcatus (*Chudzicka, 1982; Nast., 1976; Metcalf, 1976).

W Ameryce Pn. jedynym wektorem jest skoczek *Scaphoideus luteolus*, nie notowany w Europie.

Skoczki drzewne składają jaja, które zimują w szczelinach kory, w górnej części drzewa. Nimfy wykluwające się wiosną z jaj opadają na ziemię, aby pożywić się roślinnością zielną w pobliżu miejsca, w którym zimowały. Nie ma badań potwierdzających przenoszenie fitoplazm żółtaczki wiązu wraz z jajami wektorów owadzich (CABI 2021). Dorosłe osobniki pojawiają się latem i jesienią. Wydają jedno pokolenie rocznie. Zarówno osobniki dorosłe, jak i nimfy są nosicielami fitoplazm i mogą infekować rośliny żywiciela przez całe życie (Poulsom, 2016).

Cykl życiowy fitoplazmy w drzewie

Zima: Fitoplazmy przezimowują w korzeniach zainfekowanych drzew.
Maj/Czerwiec: Fitoplazmy ponownie przenikają do jedno lub dwuletnich pędów drzewa i są pobierane przez wektory pożywiające się sokiem. Patogena można teraz wykryć metodami molekularnymi.
Maj/Lipiec: Zainfekowane wektory odżywiają się na drzewach i stają się nosicielami, przenoszą fitoplazmy na inne drzewa. Jest to najlepszy czas na badanie wektorów pod kątem obecności fitoplazmy.
Sierpień/Wrzesień: Objawy są najbardziej widoczne, a miano fitoplazm jest wysokie w liściach. Najlepszy czas na pobieranie i badanie roślin.
Październik/Listopad: Komórki fitoplazmy zaczynają przemieszczać się do korzeni, gdzie przezimowują w rurkach sitowych floemu i mogą nie zostać wykryte w testach diagnostycznych.

Rośliny żywicielskie

Gatunki europejskie: *Ulmus prarvifolia, Ulmus pumila, Ulmus chenmoui, Ulmus japonica, Ulmus villosa, Ulmus minor, Ulmus leavis*
Gatunki amerykańskie: *Ulmus americana, Ulmus alata, Ulmus crassifolia, Ulmus rubra, Ulmus serotina, Ulmus rubra x pumila, Ulmus parvifolia*

W Polsce w stanie naturalnym rosną 3 gatunki, z których wiąz szypułkowy (*Ulmus leavis*) jest najpospolitszy i osiąga największe rozmiary. Liczne gatunki są sadzone w parkach.

Wykrywanie i identyfikacja

- Ogólny protokół wykrywania fitoplazm: PM 7/133 (1) Generic detection of phytoplasmas, ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12541, 2018
- '*Ca*. Phytoplasma ulmi' należy do szerszej grupy fitoplazm (16SrV), które występują na wielu gatunkach drzew, takich jak olcha (*Alnus*), grab (*Carpinus*) i oliwka (*Olea*), a także na roślinach drzewiastych jak winorośl (*Vitis*) i *Rubus*.
  W celu potwierdzenia przynależności fitoplazmy do grupy 16SrV-A, konieczne jest przeprowadzenie dokładniejszej charakterystyki molekularnej jak sekwencjonowanie fragmentów DNA, wykorzystanie markerów molekularnych (Lee i wsp., 2004; Schneider i wsp., 2020; Marcone i wsp., 2021; Eisold i wsp., 2015; Hodgetts i wsp., 2015; Durante i wsp., 2007; De Jonghe i wsp., 2020).
- Do wykrywania fitoplazm można stosować technikę ELISA, ale jest ona skuteczna tylko przy wysokiej koncentracji patogena w tkance.
- Obrazowanie w ultracienkich skrawkach porażonych tkanek roślinnych, oglądanych w mikroskopie elektronowym lub w barwionych (np. DAPI) skrawkach w mikroskopie fluorescencyjnym (Cieślińska, 2005).

Pierwsze wykrycie w Polsce

W kwietniu 2018 roku, w okolicach Raciborza na terenie leśnictwa Nędza w woj. Śląskim, wykryto '*Ca.* Phytoplasma ulmi' w starym drzewostanie wiązowym. Łącznie usunięto i zutylizowano 10 drzew porażonych i innych w ich sąsiedztwie, na których obserwowano objawy chorobowe.

Pozycja filogenetyczna 16S rRNA polskich izolatów '*Ca.* Phytoplasma ulmi' była niejednoznaczna i lokowała się na granicy podgrupy 16SrV-A ('*Ca*. ulmi') oraz 16SrV-C (fitoplazmy wywołujące: flavescence dorée, żółtaczkę olchy i miotlastość żarnowca). W celu przeprowadzenia dokładniejszej charakterystyki molekularnej wykrytych izolatów fitoplazm, zamplifikowano również fragmenty genów białka rybosomalnego (*rpl22*, *rps3*) i translokazy białkowej (*sec*Y), a następnie przeprowadzono analizę sekwencji nukleotydów uzyskanych fragmentów DNA. Porównując sekwencje tych fragmentów genomu wykazano większe zróżnicowanie genetyczne między badanymi izolatami '*Ca*. P. ulmi' i szczepami tej fitoplazmy wykrytymi w innych krajach. Analiza filogenetyczna genów *rpl22*, *rps3* i *sec*Y wykazała pokrewieństwo fitoplazmy z wiązów odpowiednio z podgrupami rpV-A i secYV-A (*'Candidatus* Phytoplasma ulmi'). Polskie izolaty były spokrewnione ze szczepami EY1_SRB i EY10_SRB z Serbii oraz EYCZ1 z Czech.
Rezerwuarem fitoplazmy były prawdopodobnie wiązy rosnące w Czechach, z których patogen ten mógł zostać przeniesiony przez skoczki na drzewa rosnące w obrębie leśnictwa Nędza położonego w rejonie przygranicznym. Porażone drzewa zostały usunięte i zutylizowane (Cieślińska i wsp., 2019; Krajciszek i wsp., 2019).

Inne dokumenty dotyczące agrofaga:

- Evaluation of the Regulated non-quarantine pest (RNQP) status for Phytoplasma ulmi Muriel Suffert 2019 EPPO
- Rapid Pest Risk Analysis for Elm Yellows Simon Lloyd 2019 United Kingdom
- Scientific Opinion on the pest categorization of Elm phloem necrosis mycoplasm EPPO Secretariat 2018 UE
- Contingency plan for Candidatus Phytoplasma ulmi (Elm Yellows Phytoplasma) Liz Poulsom | 27/01/2016 Forestry Commission

3. Czy agrofag jest wektorem?	Tak	**Nie X**

4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor?	**Tak X**	Nie

Agrofag w warunkach naturalnych najczęściej rozprzestrzenia się dzięki wektorom owadzim, ale może też przenosić się przez korzenie drzew (ang. root graft), a z udziałem człowieka wraz z materiałem rozmnożeniowym.

5. Status regulacji agrofaga

'*Ca*.P.ulmi' znajduje się na liście A1 EPPO.
Na terenie Polski agrofag występował okresowo i został poddany eradykacji.

Kraj/Organizacja	Lista	Rok dodania
EPPO	A1 list	1975
EU	PZ Quarantine pest (Annex III)	2019

Rozporządzenie wykonawcze komisji (UE) 2019/2072 z dnia 28 listopada 2019 r. Załącznik III pkt. d. 2.

6. Rozmieszczenie

Najwięcej doniesień o wystąpieniu żółtaczki wiązu w Europie pochodzi z Włoch. Choroba wystąpiła w rozproszonych miejscowościach we Francji i Niemczech, a także w byłej Czechosłowacji. W USA żółtaczka wiązów wystąpiła we wschodniej i środkowej części kraju, a w Kanadzie w stanie Ontario. Istnieje sugestia, że fitoplazma żółtaczki wiązu, występująca naturalnie w Europie i Azji i nie będąca tam istotnym patogenem, została sprowadzona do USA na początku XIX wieku wraz z zainfekowanymi sadzonkami, które nie wykazywały objawów chorobowych (Poulsom, 2016).

Kontynent	Rozmieszczenie (*lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka)*	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania (*np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.)*	Źródła
Ameryka Pd.		obecny, ograniczone rozprzestrzenianie	EPPO 2021
Ameryka Pn.		obecny, brak szczegółowych danych	
Europa			
UE	Austria	nieobecny, brak danych o wykryciu	
	Belgia	obecny, kilka wykryć	
	Chorwacja	Rozpowszechniony	

	Czechy	obecny, kilka wykryć	
	Francja	obecny, ograniczone występowanie	
	Niemcy	obecny, kilka wykryć	
	Polska	tymczasowo obecny, poddany eradykacji	
	Słowenia	obecny, ograniczone występowanie	
	Wielka Brytania	nieobecny, poddany eradykację	
	Włochy	obecny, ograniczone występowanie	

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)
Ulmus alata	Brak danych	Drzewo chętnie uprawiane jako bonsai i w takiej formie potencjalnie może być sprowadzone przez kolekcjonerów na teren PRA.	https://www.cabi.org
Ulmus americana (wiąz amerykański)	Tak	Możliwe nasadzanie w prywatnych kolekcjach i parkach dendrologicznych na obszarze PRA.	
Ulmus chenmoui	Nie	Drzewo pochodzące z Chin.	
Ulmus crassifolia	Brak danych	Drzewo chętnie uprawiane jako bonsai i w takiej formie potencjalnie może być sprowadzone przez kolekcjonerów na teren PRA.	
Ulmus davidiana	Tak	Drzewo pochodzące z Azji wschodniej. Na obszarze PRA rzadko spotykane w prywatnych	

		kolekcjach i parkach dendrologicznych.	
Ulmus glabra (wiąz górski)	Tak	Gatunek pospolicie rosnący w lasach liściastych oraz często nasadzany w parkach i przestrzeni miejskiej na całym obszarze PRA.	
Ulmus laciniata	Brak danych	Drzewo chętnie uprawiane jako bonsai i w takiej formie potencjalnie może być sprowadzone przez kolekcjonerów na teren PRA.	
Ulmus laevis (wiąz szypułkowy)	Tak	Gatunek pospolicie rosnący w lasach liściastych oraz często nasadzany w parkach i przestrzeni miejskiej (głównie odmiany uprawne) na całym obszarze PRA.	
Ulmus minor (wiąz pospolity)	Tak	Gatunek rosnący w lasach liściastych oraz dawniej często nasadzany w parkach i przestrzeni miejskiej na całym obszarze PRA. Ze względu na dużą podatność na holenderską chorobę wiązów jego populacja mocno spadła.	
Ulmus parvifolia (wiąz drobnolistny)	Tak	Drzewo nasadzane w ogrodach przydomowych i być może przestrzeni miejskiej. Drzewo chętnie uprawiane jako bonsai i w takiej formie potencjalnie sprowadzane na teren PRA.	
Ulmus pumila (wiąz syberyjski)	Tak	Drzewo nasadzane w ogrodach przydomowych, parkach i przestrzeni miejskiej.	

Ulmus rubra (wiąz czerwony)	Tak	Drzewo występujące w Ameryce Północnej. Na obszarze PRA możliwa uprawa w prywatnych kolekcjach. Aktualnie niektóre szkółki na terenie kraju wprowadziły ten gatunek do uprawy.	
Ulmus serotina	Nie	Drzewo występujące w Ameryce Północnej.	
Ulmus villosa	Nie	Drzewo pochodzące z Azji.	
Ulmus wallichiana (wiąz himalajski, wiąz kaszmirski)	Tak	Drzewo występujące w Azji. Na obszarze PRA możliwa uprawa w prywatnych kolekcjach. Aktualnie niektóre szkółki na terenie kraju wprowadziły ten gatunek do uprawy.	
Catharanthus roseus (katarantus różowy, barwinek różowy)	Tak	Roślina ozdobna nie zimująca na obszarze PRA. Uprawiana głównie jako roślina doniczkowa, także na tarasach i w ogródkach. Porażenie w warunkach eksperymantalnych	https://gd.eppo.int/taxon/PHYPUL/hosts
Zelkova serrata (brzostownica japońska)	Tak	Roślina ozdobna, sadzona w ogrodach, świetnie znosi warunki miejskie, w ogrodnictwie może być wykorzystywana jako podkładka. Porażenie w warunkach naturalnych stwierdzono we Włoszech. W Polsce chętnie kupowana jako roślina ozdobna.	Romanazzi G. i Murolo S., 2008 EFSA 2014

8. Drogi przenikania

Uważa się, że na krótkie dystanse patogen rozprzestrzeniany jest z udziałem wektorów, a na długie z materiałem rozmnożeniowym.

Możliwa droga przenikania	Sadzonki roślin żywicielskich		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Sadzonki mogą nie wykazywać objawów chorobowych i może się na nich znajdować wektor owadzi		
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?	Żywe komórki bakterii obecne w roślinie lub wektorze.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Obszar, z którego sprowadza się materiał roślinny, kontrola 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?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	**Średnie X**	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	**Średnia X**	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Wektor owadzi
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen oraz jego wektor obecny jest na terenie państw ościennych (Niemiec i Czech).
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie, ale najprawdopodobniej patogen przedostał się tą drogą na teren Polski w sposób naturalny w roku 2018.
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Żywe komórki bakterii obecne w dorosłym stadium wektora.

Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Obecność roślin żywicielskich w zasięgu wektora.		
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?	Trudno stwierdzić jaka licznie wektor przemieszcza się na obszar PRA z krajów ościennych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Trudno stwierdzić jak często wektor przemieszcza się na obszar PRA z krajów ościennych		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	**Średnie X**	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	**Wysoka X**

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

Istnieje umiarkowane prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych ze względu na dostępność roślin żywicielskich i warunki klimatyczne na obszarze PRA sprzyjające wektorom owadzim. Różne gatunki wiązu sadzone są w charakterze roślin ozdobnych zarówno na posesjach prywatnych jak i w parkach. Spotyka się także aleje wiązowe zwłaszcza wzdłuż lokalnych i polnych dróg. W warunkach naturalnych na obszarze PRA wiąz jest integralnym składnikiem grądów, łęgów, zarośli, ale ogólny udział drzew z tego rodzaju w lasach jest niewielki.

Ocena prawdopodobieństwa zadomowienia w warunkach zewnętrznych	Niskie	**Średnie X**	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	**Wysoka X**

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Wiąz nie jest uprawiany pod osłonami, prawdopodobieństwo zasiedlenia w takich warunkach jest niskie.

Ocena prawdopodobieństwa zasiedlenia w uprawach chronionych	**Niskie X**	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	**Niska X**	Średnia	Wysoka

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Naturalne rozprzestrzenianie:

Brak jest danych na temat dystansu jaki w aktywnym locie mogą pokonywać wektory '*Ca.* P. ulmi', istnieją publikacje mówiące, że wiele skoczków potrafi dobrze latać, niektóre poruszając się wraz z ruchem powietrza pokonują setki a nawet tysiące kilometrów (Bertaccini i wsp., 2019).

Chociaż na terenie USA epidemie fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu miały intensywny przebieg i destrukcyjny charakter, nie rozprzestrzeniały się szybko na przyległe tereny oraz nie zawsze dochodziło do porażania drzew w sąsiadujących lokalizacjach. W stanie Nowy Jork obserwowano roczne tempo rozprzestrzeniania wynoszące 5–8 km i pozorne zanikanie choroby w innych miejscach. Infekcja może występować w małym nasileniu przez wiele lat pomiędzy epidemiami (EPPO 2005).
Na przestrzeni lat 1975–85 Lanier (1988) udokumentował tempo rozprzestrzeniania się fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu w okolicach Syracuse w stanie Nowy Jork 1 km w ciągu roku w kierunku zachodnim i do 3 km przez 10 lat w kierunku północnym.

Rozprzestrzenianie z udziałem człowieka: jest możliwe za pośrednictwem zainfekowanego materiału roślinnego, tak jak to miało miejsce w przypadku wprowadzenia agrofaga na teren Ameryki Pn.

Ocena wielkości rozprzestrzenienia na obszarze PRA	**Niska X**	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	Średnia	**Wysoka X**

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

'*Ca.* P. ulmi' wyrządziła największe szkody w USA, także pośrednio powodując większą podatność wiązów na Holenderską Chorobę.

Z licznych publikacji wynika, że w ciągu ostatnich 30 lat z powodu holenderskiej choroby wiązu uległo zniszczeniu na terenie Europy, Azji i Ameryki Północnej ponad miliard wiązów. Nie kwestionując roli grzyba w zamieraniu wiązów przypuszcza się, że kalkulacje te nie są ścisłe, gdyż porażeniu drzew przez grzyb mogła sprzyjać wcześniejsza infekcja fitoplazmą. O ile wykrywanie i identyfikację grzyba prowadzi się od kilkudziesięciu lat, to dotychczasowy brak metod wykrywania fitoplazm mógł mieć wpływ na prawidłowe rozpoznanie sytuacji. Tym samym rola fitoplazm w procesie zamierania drzew nie została należycie oceniona (Kamińska, 2000).

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

W miejscach masowego wystąpienia fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu doszło do zamierania lub osłabienia kondycji drzew stanowiących ważny element wielu ekosystemów. Niepewność oceny wynika z braku możliwości oszacowania szkód wywoływanych przez fitoplazmę w ubiegłych latach, gdy brak było metod diagnostycznych pozwalających na stwierdzenie obecności patogena, tak jak to miało miejsce we Włoszech. Trudno też oszacować na ile do zamierania drzew doszło w wyniku wystąpienia holenderskiej choroby wiązu, która powoduje podobne objawy.

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tą usługę? *Tak/nie*	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Drewno wiązu jest odporne na wilgoć, używane jest do produkcji łodzi, schodów, mebli	Spława-Neyman S., Owczarzak Z. data dostępu: 24.06.2021
Regulująca	Tak	Wiązy są ważnym składnikiem lasów łęgowych, grądowych i zarośli. Wypadanie drzew wpłynąć może na bioróżnorodność	Danielewicz W., Pawlaczyk P., data dostępu 24.06.2021
Wspomagająca	Tak	Drzewa ze względu na dużą odporność na niekorzystne warunki środowiskowe, wykorzystywane w zadrzewieniach rekreacyjnych, miejskich, do obsadzania pasów drogowych, z wiązów można formować żywopłoty. Wypadanie drzew w lasach może wpłynąć na stabilność siedlisk	
Kulturowa	Tak	Wiele odmian sadzonych jest w celach dekoracyjnych	Związek Szkółkarzy Polskich data dostępu: 24.06.2021

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Na obecnym obszarze wpływ socjoekonomiczny oceniono jako niski ze względu na niewielkie znaczenie ekonomiczne wiązu. W Holandii, drzewa, które wyginęły w wyniki fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu zastąpiono gatunkami odpornymi na tą chorobę, we Włoszech udział wiązu w naturalnych ekosystemach nie jest znaczący.

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

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Jeżeli patogen rozprzestrzeni się na obszarze PRA, jego wpływ będzie mniejszy niż na terenie USA z uwagi na mniej podatne odmiany wiązu występujące w Europie.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Wiązy są istotnym składnikiem eutroficznych lasów łęgowych o bogatym wielowarstwowym runie zaliczanych do związku *Alno-Ulmion*. Siedliska łęgowe są przeważnie odlesione i użytkowane rolniczo, dlatego nieliczne, dobrze zachowane fitocenozy leśne są bardzo cenne z punktu widzenia bioróżnorodności. Wypadanie drzew z rodzaju *Ulmus* z warstwy drzewostanów wpłynąć może na zmiany składu gatunkowego zarówno w łęgu wiązowo jesionowym (*Ficario-Ulmetum minoris*) oraz łęgu wiązowym z fiołkiem wonnym (*Violo odoratae-Ulmetum minoris*), jak i łęgu jesionowo-olszowym, gdzie wiązy przeważnie są tylko domieszką. Wszystkie gatunki wiązu można spotkać także w innych lasach liściastych (głównie grądach) oraz zbiorowiskach oszyjkowych jednak tam ich udział w warstwie drzewostanu lub podszytu przeważnie jest niewielki.

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

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Wpływ na usługi ekosystemowe oceniono jako niski, ponieważ na terenie Polski było tylko jedno wykrycie P. ulmi (2018). W warunkach naturalnych wiąz występuje w rozproszeniu, nie tworzy zwartych skupisk sprzyjających łatwemu rozprzestrzenianiu wektorów. Znaczenie ekonomiczne wiązów jest niewielkie, podobnie jak prawdopodobieństwo masowego pojawienia się agrofaga stąd potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe oceniono jako niski.

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

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Wpływ socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zagrożenia oceniono jako niski, ponieważ występujące na obszarze PRA odmiany wiązu uznawane są za mało podatne na infekcję *P. ulmi*. Ponadto wiąz jest tylko jednym z wielu gatunków drzew, które obecnie wykorzystywane są do nasadzeń. Nie jest to gatunek dominujący.

Ocena wielkości wpływu socjoekonomicznego na potencjalnym obszarze zasiedlenia	**Niska X**	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	**Średnia X**	Wysoka

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Zagrożonym obszarem będą obszary leśne, tereny rekreacyjne, parki, nasadzenia miejskie i aleje przydrożne na całym obszarze PRA.

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.

Prognozowane zmiany klimatu nie powinny mieć wpływu na rozprzestrzenianie i zadomowienie się patogena na obszarze PRA. Obecny zasięg występowania wiązu w Europie sięga od Szkocji i Skandynawii po Algierię i Bliski Wschód (Buchel, 2000), a główne poznane do tej pory wektory obecne są w krajach rozciągających się od Norwegii po Hiszpanię (Carraro i wsp., 2004). Można stwierdzić, że patogen już teraz występuje w rejonach o wyższych od panujących w Polsce temperaturach rocznych.
Występowanie '*Ca*. P. ulmi' w obrębie samej Unii Europejskiej nie jest dobrze udokumentowane, dlatego trudno oszacować wiarygodną skalę rozprzestrzeniania się patogena (Boudon- Padieu i wsp., 2004).

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

Zmiana klimatu nie wpłynie na prawdopodobieństwo przeniknięcie lub zasiedlenia przez agrofaga, panujące obecnie warunki są już w tej chwili wystarczające do rozwoju choroby i występowania wektorów owadzich.

16. Ogólna ocena ryzyka

Ze względu na obecność roślin żywicielskich, wektorów owadzich (*Macropsis mendax, Allygidius atomarius, Cixius* sp, *Allygidius furcatus*) i sprzyjających warunków klimatycznych istnieje ryzyko zasiedlenia obszaru PRA przez '*Ca.* P. ulmi'. Ryzyko to jest umiarkowane, ponieważ występujące na terenie kraju odmiany wiązu uznawane są za mniej podatne na infekcję agrofagiem.
Jedyne wykrycie agrofaga miało miejsce w roku 2018 na wiązie pospolitym (*Ulmus minor*), na terenie woj. śląskiego. Porażone drzewa oraz drzewa z objawami porażenia w ich sąsiedztwie usunięto i zutylizowano. Brak jest innych doniesień na temat wykrycia lub podejrzenia występowania fitoplazmatycznej żółtaczki wiązu w Polsce.
Wiąz naturalnie rośnie na terenie całego kraju, głównie w lasach łęgowych, ale także w innych zbiorowiskach leśnych jak np. grądach.
Ze względu na wyjątkowo dużą odporność na zanieczyszczenia przemysłowe dobrze znosi warunki miejskie. Sprowadzanie odmian ozdobnych może stanowić drogę przeniknięcia agrofaga, który występuje już na terenie Niemiec i Czech.
Potencjalny wpływ na obszarze PRA na bioróżnorodność określono jako średni przy wysokiej niepewności, na usługi ekosystemowe i wpływ socjoekonomiczny jako niski przy średniej niepewności.
Zagrożone są obszary, w których wiąz występuje w stanie naturalnym jak łęgi i lasy oraz tereny rekreacyjne, nasadzenia miejskie i przydrożne.
Tak jak w przypadku innych fitoplazm brak jest bezpośrednich środków zwalczania '*Ca* P. ulmi'. Profilaktycznie należy unikać sadzenia odmian wiązu uznanych za podatne na infekcję '*Ca* P. ulmi'. Należy sprowadzać sadzonki z obszaru wolnego od agrofaga lub po zastosowaniu środka zapobiegawczego jakim jest fumigacja lub insektycyd niszczący wektora w sprowadzanym materiale.

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

Brak bezpośrednich środków zwalczania. Profilaktycznie należy unikać sadzenia odmian wiązu uznanych za podatne na infekcję '*Ca* P. ulmi'. Należy sprowadzać sadzonki z obszaru wolnego od agrofaga lub po zastosowaniu środka zapobiegawczego w postaci fumigacji lub insektycydów niszczących wektora w sprowadzanym materiale.

17.01 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

Etap oceny zagrożenia:			Przeniknięcie	Zadomowienie	Rozprzestrzenienie	Wpływ
Środki kontroli						
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.				
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			Chemiczne zwalczanie wektorów w materiale rozmnożeniowym może zapobiec przeniknięciu agrofaga.

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				
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.				
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/jonizacja; 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).				
1.09	Kontrolowana atmosfera	Obróbka roślin poprzez magazynowanie w atmosferze modyfikowanej (w tym modyfikowanej wilgotności, O_2, CO_2, temperatury, ciśnienia).				
1.10	Gospodarka odpadami	Przetwarzanie odpadów (głębokie zakopywanie, kompostowanie, spalanie, rozdrabnianie, produkcja bioenergii ...) w autoryzowanych obiektach oraz urzędowe ograniczenie przemieszczania odpadów.			X	Właściwa utylizacja porażonych drzew zapobiegnie

						rozprzestrzenianiu agrofaga
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	Stosowanie odmian odpornych ograniczy występowanie agrofaga
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	Agrofag może się rozprzestrzeniać w wyniku szczepienia sadzonek
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.				
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.				
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.				

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.				
Środki pomocnicze						
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.	X	X	X	Wizualne stwierdzenie objawów chorobowych jest wskazaniem do dalszych testów diagnostycznych
2.02	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	X	X	Testy laboratoryjne mogą zapobiec wprowadzeniu na teren kraju porażonych roślin, przy produkcji sadzonek zapobiegają rozprowadzaniu porażonego materiału

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.				
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			Świadectwo fitosanitarne może zapobiec wprowadzeniu agrofaga na teren kraju
2.05	Certyfikowane i zatwierdzone pomieszczenia	Obowiązkowa/dobrowolna certyfikacja/zatwierdzanie 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			Zapobiega rozprowadzaniu skontaminowanego

						materiału rozmnożeniowego
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	W przypadku zwiększonego występowania wektorów wskazany będzie monitoring pod kątem występowania agrofaga w owadach

17.02 Wymienić potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
Sadzonki	2.01; 2.02; 2.04; 2.06; 1.10; 1.11; 1.12
Wektory owadzie	1.03; 2.08

18. Niepewność

Źródłem niepewności jest:

- brak danych z ubiegłych lat na temat ewentualnego występowania choroby z powodu braku odpowiednich metod diagnostycznych oraz podobieństwo objawów chorobowych do holenderskiej choroby wiązów, która mogła występować jednocześnie z fitoplazmatyczną żółtaczką.
- niewiele informacji na temat częstotliwości przenoszenia '*Ca*. P. ulmi' przez wektory występujące na obszarze PRA.

Obecnie nie ma potrzeby sporządzania szczegółowej oceny ryzyka.

19. Uwagi

Przy stosowaniu testów diagnostycznych wskazane jest przeprowadzenie dokładnej charakterystyki molekularnej agrofaga w celu wykluczenia innych fitoplazm z grupy 16SrV, nie będących poważnym zagrożeniem dla wiązów. Wystąpienie innych fitoplazm z tej grupy nie jest wskazaniem do usuwania i utylizacji drzew.

20. Źródła

Bertacini A., Bertaccini, Weintraub P.G., Rao G.P., Mori N. 2019. Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria – II Transmission and Management of Phytoplasma - Associated Diseases. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2832-9, 176 pp.

Bertelli E., Tegli S., Sfalanga A., Surico G. 2002. Detection of phytoplasmal DNA in flowers and seeds from elm trees infected with Elm Yellows. Phytopathologia Mediterranea 41(3):259-265.

Boudon-Padieu E, Larrue J, Clair D, Hourdel A, Jeanneau A, Sforza R and Collin E, 2004. Detection and prophylaxis of Elm Yellows phytoplasma in France. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, 13(1), 71–80.

Buchel A, 2000. Appendix. The species of the genus Ulmus L. In: The elms. Breeding, Conservation and disease management. Dunn CP, ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, 351 – 358.

CABI dostęp 06. 2021

Carraro L., Ferrini F., Ermacora P., Loi N., Martin M., Osler R. 2004. Macropsis mendax as a vector of elm yellows phytoplasma of Ulmus species. Plant Pathology 53(1):90-95.

Chudzicka E. 1982. Auchenorrhyncha (Homoptera) of Warsaw and Mazowia. Memorab. Zool., XXXVI:143-164.

Cieślińska M. 2005. Fitoplazmy roślin jagodowych – szkodliwość, metody wykrywania i identyfikacji. Postępy Nauk Rolniczych 5/2005, str. 44-53.

Cieślińska M., Krajciczek K., Pałka A. 2019. Pierwsze wykrycie kwarantannowego patogena '*Candidatus* Phytoplasma ulmi' zagrażającego wiązom w Polsce. XVIII Sympozjum sekcji wirusologicznej Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego, str. 10-11.

Danielewicz W., Pawlaczyk P. Poradnik ochrony siedlisk i gatunków, 249-258 https://natura2000.gdos.gov.pl/files/artykuly/52960/91F0_Legowe_lasy_debowo_wiazowo_jesionowe.pdf, data dostępu 24.06.2021

De Jonghe K., Goedefroit T., Deeren A.M., Fauche F., Steyer S. 2020. A phytoplasma survey reveals the presence of '*Candidatus* Phytoplasma fragariae' in *Ulmus* spp. and *Acer pseudoplatanus* in Belgium. *Forest Pathology.* 50:e12635. https://doi.org/10.1111/efp.12635.

Durante G., Quaglino F., Bianco P.A., Casati P. 2007. Sequencing of the ribosomal protein gene *rpl16* from '*Candidatus* Phytoplasma ulmi' infecting a historic *Ulmus minor*. *Bulletin of Insectology 60 (2): 361-362.*

Eisold A.M., Kube M., Holz S., Büttner C. 2015. First reportof 'Candidatus Phytoplasma ulmi' in ulmus laevis in Germany. Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent University, 80/3.

EPPO Data Sheets on Quarantine Pests 2005. Elm phloem necrosis phytoplasma and its vector *Scaphoideus luteolus.* Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003.

Hodgetts J., Flint L.J., Fox A. 2015. First report of '*Candidatus* phytoplasma ulmi' (16SrVA) associated with *Ulmus* cultivar Morfeo (elm) in the United Kingdom. *New Disease Reports* (2015) 32, 26. http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.032.026.

http://dmitriev.speciesfile.org/taxahelp.asp?hc=37162&key=Erythroneura&lng=En

http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/676e.pdf

http://ipm.ucanr.edu/PMG/GARDEN/VEGES/PESTS/buftrehop.html

https://baza.biomap.pl/en/taxon/species-allygidius_atomarius/mapb

https://baza.biomap.pl/pl/taxon/species-allygidius_furcatus/default/tr/y

Kamińska M. 2020. https://www.ogrodinfo.pl/ogrodinfo/fitoplazmatyczna-zoltaczka-a-holenderska-choroba-wiazu

Krajciczek K., Pałka A., Cieślińska M. 2019. Pierwsze wykrycie '*Candidatus* Phytoplasma ulmi' (16SrV-A) w Polsce. Streszczenia 59. Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin Państwowego Instytutu Badawczego, str. 95-96.

Lanier G.N., Schubert D.C., Manion P.P. 1988. Dutch elm disease and elm yellows in central New York. Plant Disease 72 (3), 189-194.

Lee I.-M., Martini M., Marcone M., Zhu S.F. 2004. Classification of phytoplasma strains in the elm yellows group (16SrV) and proposal of '*Candidatus* Phytoplasma ulmi' for the phytoplasma associated with elm yellows. International Journal of Systemic and Evolutionary Microbiology 54, 237-247 doi:10.1099/ijs.0.02697.
http://ijs.sgmjournals.org/content/54/2/337.long

Marcone C., Valiunas D., Mondal S., Sundararaj R. 2021. Review On Some Significant Phytoplasma Diseases of Forest Trees: An Update Forests 2021, 12, 408. https://doi.org/10.3390/f12040408.

Marcone C. 2017. Elm yellows: A phytoplasma disease of concern in forest and landscape ecosystems. For. Pathol., 47, e12324.

Metcalf Z.P. 1967. General Catalogue of the Homoptera. Fascicle VI. Cicadelloidea. *U.S. Department of Agriculture, Agriculture Research Service.* *https://baza.biomap.pl/pl/taxon/genus-cixius/default.*

Mittempergher L. 2000. Elm yellows in Europe. In: The elms: Breeding, conservation and disease management (ed C P Dunn). Kluwer Academic: Massachusetts, str. 103-119.

Namba S. 2019. Molecular and biological properties of phytoplasmas.

Nast J. 1976b. Piewiki – Auchenorrhyncha (Cicadodea). Katalog Fauny Polski, XXI, 1, PWN, Warszawa.

Poulsom L. 2016. Elm yellows phytoplasma contingency plan.

Romanazzi G., Murolo S. 2008. "*Candidatus* Phytoplasma ulmi" causing yellows in *Zelkova serrata* newly reported in Italy. Plant Pathology, 57, 1174.

Schneider B., Hüttel B., Zübert C., Kube M. 2020.Genetic variation, phylogenetic relationship and spatial distribution of *'Candidatus* Phytoplasma ulmi' strains in Germany. www.nature.com/scientificreports. https ://doi.org/10.1038/s4159 8-020-78745 -w.

Spława-Neyman S., Owczarzak Z. Vademecum: wiąz. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technologii Drewna https://www.itd.poznan.pl/pl/vademecum/wiaz, data dostępu: 24.06.2021Związek Szkółkarzy Polskich http://www.e-katalogroslin.pl/, data dostępu: 24.06.2021

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 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	9,84	10,18	0,52	0,96
5,00%	9,11	9,06	-0,42	-0,25
95,00%	10,76	11,63	1,59	2,14

RCP 4.5	**2021-2060 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	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 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	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 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	10,29	13,01	0,99	3,69
5,00%	9,51	11,25	0,12	2,31
95,00%	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 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	9,44	9,92	19,22	19,64
5,00%	8,57	9,27	18,36	18,43
95,00%	10,11	11,11	20,53	21,59

RCP 4.5	**2021-2060 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	9,6	10,42	19,29	20,42
5,00%	8,95	9,67	18,46	19,05
95,00%	10,29	11,35	20,19	22,46

RCP 7.0	**2021-2060 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	9,76	11,24	19,45	21,72
5,00%	9,08	10,28	18,67	19,61
95,00%	10,58	12,23	20,27	23,54

RCP 8.5	**2021-2060 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	9,7	11,89	19,68	22,79
5,00%	8,71	10,77	18,55	20,08
95,00%	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 IX-XI	2061-2100 IX-XI	2021-2060 XII-II	2061-2100 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
ŚREDNIA	140,04	140,49	119,55	122,67
ZMIANA (%)	-1,4%	-1,1%	+18,8%	+15,8%
5,00%	130,92	125,55	107,85	106,74
95,00%	152,1	152,85	133,77	138,45

RCP 4.5	2021-2060 IX-XI	2061-2100 IX-XI	2021-2060 XII-II	2061-2100 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
ŚREDNIA	140,04	140,73	121,32	130,11
ZMIANA (%)	-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

RCP 7.0	**2021-2060 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	138,36	140,37	122,31	135,9
ZMIANA (%)	-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

RCP 8.5	**2021-2060 IX-XI**	**2061-2100 IX-XI**	**2021-2060 XII-II**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	136,02	138,33	121,02	140,1
ZMIANA (%)	-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 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	144,09	148,41	208,65	211,26
ZMIANA (%)	+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
ŚREDNIA	146,64	154,05	210,99	204
ZMIANA (%)	+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
ŚREDNIA	144,03	155,19	206,1	192,63
ZMIANA (%)	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

RCP 8.5	**2021-2060 III-V**	**2061-2100 III-V**	**2021-2060 VI-VIII**	**2061-2100 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
ŚREDNIA	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 wartość 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