

**Przeprowadzenie inwentaryzacji wraz z elementami monitoringu
populacji komarów na terenie gminy Siechnice w sezonie letnim
2021 roku wraz z wykonaniem map obszarów odpowiednich dla rozwoju
(Culicidae)**

Wykonał dr Piotr Jawień

Wrocław 2021

Wstęp

Na świecie znanych jest obecnie ponad 3550 gatunków komarów (Culicidae) (Harbach 2013). Zgrupowane są one w trzech podrodzinach: Anophelinae, Culicinae oraz Toxorhynchinae. W Europie występuje obecnie ponad 100 gatunków należących do dwóch podrodzin - Anophelinae z jednym rodzajem (*Anopheles*) i Culicinae z 6 plemionami i 7 rodzajami (Becker i wsp. 2010). W Polsce aktualnie fauna komarów obejmuje 48 gatunków (Kubica-Biernat i Kowalska-Ulczyńska 2006, Rydzanicz i wsp. 2017) należących do podrodziny Anophelinae z jednym rodzajem (*Anopheles*) i Culicinae reprezentowanych przez przedstawicieli 5 rodzajów, *Aedes*, *Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Ochlerotatus*. Z pośród nich wobec człowieka agresywnych jest 36 gatunków, a 9 z nich może w sprzyjających warunkach atmosferycznych i hydrologicznych rozmnożyć się do liczebności plagowych (Kubica-Biernat 1999). Potrzeba stałej kontroli liczebności populacji komarów wynika z ich uciążliwości w naszej szerokości geograficznej. Wspomniana uciążliwość jest szczególnie duża zwłaszcza na terenach popowodziowych, okresowo zalewanych. Gatunki rozwijające się w tymczasowych zbiornikach wodnych w dolinach rzek stanowią źródło uciążliwości nie tylko dla terenów położonych w najbliższym ich sąsiedztwie. Ze względu na duże zdolności migracyjne komarów rozwijających się na terenach popowodziowych są one uciążliwe także na obszarach położonych w znacznej odległości od miejsc zalanych. Dużo groźniejszą rolę komary odgrywają głównie w klimacie cieplejszym gdzie, są wektorami w transmisji wielu niebezpiecznych patogenów. Należy jednak mieć na uwadze stale zmieniające się warunki klimatyczne oraz postępującą globalizację (Schaffner i wsp. 2013, <https://ecdc.europa.eu/>).

Z punktu widzenia kontroli liczebności komarów przy użyciu selektywnie działających mikrobiologicznych larwicydów, ważna jest ich bionomia, głównie lokalizacja miejsc wylęgu i dynamika ich rozwoju. Powszechnie wiadomo, że komary to owady o przeobrażeniu zupełnym (Goddard 2007, Service 2008). Rozwój pierwszych trzech stadiów (jaja, czterech stadiów larwalnych i poczwarki) nierozzerwalnie związany jest ze środowiskiem wodnym. W naszych warunkach klimatycznych uciążliwe dla człowieka i zwierząt są krwio pijne samice, które doskonale latają. Samice komarów (Culicidae) w zależności od gatunku, składają jaja na powierzchni wody lub na wilgotnej glebie obszarów zalewowych. Dzięki wielu mechanizmom adaptacji, komary mają znakomite predyspozycje do rozwoju w różnorodnego rodzaju środowiskach (Becker i wsp. 2010). Unikają zwykle zbiorników wodnych o dużym falowaniu i szybkim nurcie (Service 2008). Dlatego nie rozwijają się w rzekach i dużych, otwartych zbiornikach wodnych. Larwy preferują rozmaite zbiorniki wody stojącej lub wolno płynącej (rodzaj *Anopheles*). Spotykane są w zbiornikach naturalnych takich jak: rozlewiska, kałuże, rowy, wśród przybrzeżnego pasa roślinności stawów i jezior, czasem nawet w wypełnionych wodą dziuplach np. *Anopheles plumbeus* (Stephens).

Także sztuczne zbiorniki wodne są nierzadko miejscem rozwoju larw komarów. Wystarczy

niewielka objętość wody opadowej, roztopowej lub kranowej, by stworzyć im dogodne środowisko do rozwoju. Często larwy spotykane są w wiaderkach, beczkach i innych pojemnikach na deszczówkę, zapchanych rynnach, zużytych oponach i innych porzuconych odpadach. Cieki wodne, o wolnym nurcie, są miejscem rozwoju gatunków z rodzaju *Anopheles*. Często niedrożne przepusty i zanieczyszczone rowy stwarzają dogodne warunki do rozwoju larw komarów. Tak zwane gatunki popowodziowe rozwijają się na obszarach okresowo zalewanych przez wody wezbraniowe rzek lub wody roztopowe. Znaczna liczba tego typu miejsc znajduje się w dolinach dużych rzek nizinnych (Becker 1989). Samica „stojąca przed dylematem wyboru” miejsca do złożenia jaj musi uwzględnić szereg różnorodnych warunków abiotycznych danego miejsca. Odpowiednia wilgotność, by złożone jaja wrażliwe na utratę wody przetrwały, jest warunkiem *sine qua non*. Skład gatunkowy szaty roślinnej występującej na danym terenie nierzadko jest czynnikiem świadczącym o cyklicznym zalewaniu i utrzymywaniu się wody, przez okres dość długi by umożliwić rozwój larwom. Poza obecnością zbiorników, kolejnym czynnikiem determinującym dynamikę rozwoju (tj. przeżywalność stadium larwalnego, liczbę pokoleń) oraz behavior komarów (tj. uciążliwość względem żywicieli, preferencje żywicielskie czy aktywność dobową) jest temperatura. Najdogodniejszym okresem rozwoju komarów w strefie klimatu umiarkowanego są miesiące od marca do końca września.

W programach zwalczania komarów, zarówno na świecie, jaki i w kraju nadal prym wiedzie stosowanie środków chemicznych na obszarach o dużej uciążliwości ze strony imagines komarów. Chemiczne insektycydy są niespecyficzne w działaniu (oddziałują negatywnie na wiele innych organizmów współwystępujących z komarami) i nierzadko mają dalekosiężne skutki uboczne (Lonc i wsp. 2010). Długotrwałe stosowanie niespecyficznych preparatów chemicznych (adultycydów) wywołuje niepożądane zjawisko oporności wśród organizmów będących przedmiotem zwalczania. Wygodną w praktyce cechą insektycydów chemicznych jest natychmiastowy, kontaktowy mechanizm działania. Podczas stosowania środków chemicznych nie ma potrzeby prowadzenia pracochłonnego i długotrwałego środowiskowego monitoringu oraz badań interakcji pomiędzy środowiskiem a komarami. Z drugiej strony masowe i systematyczne akcje zwalczania komarów, przy użyciu chemicznych adultycydów, zwłaszcza na chronionych obszarach wrażliwych jakimi są tereny podmokłe i wilgotne, a także na rozległych terenach popowodziowych, zagrażają w największym stopniu wielu pożytecznym gatunkom, które często współwystępują z komarami (Lonc i wsp. 2004). Takie postępowanie narusza całokształt warunków biotycznych i może stanowić przyczynę zubożenia cennych ekosystemów wodnych obfitych w zróżnicowaną faunę pożytecznych i nieuciążliwych organizmów.

Wskutek tego od kilkudziesięciu lat na Zachodzie Europy i w USA propaguje się integrowane metody kontroli liczebności populacji komarów, oparte na przeważającej roli metod

biologicznych (Lonc i Rydzanicz 1999). Te coraz częściej mają zastosowanie również w kraju, zwłaszcza na obszarach odpowiednich dla rozwoju komarów (Lonc i wsp. 2004, Rydzanicz i wsp. 2008). Strategie biokontroli polegają na ograniczaniu liczebności plagowych gatunków komarów na danym terenie, z wykorzystaniem ich naturalnych wrogów i patogenów. Od kilkadziesiąt lat największe praktyczne znaczenie w biologicznej kontroli komarów mają laseczki *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) i *Bacillus sphaericus* (*Bs*), które wytwarzają jako efekt uboczny procesu sporulacji, krystaliczne entomopatogenne toksyny stanowiące składnik wielu bezpiecznych i selektywnie działających larwicydów (Lonc i Andrzejczak 2005). Niejednokrotnie wykorzystanie mikrobiologicznych insektycydów w wielu programach integrowanego zwalczania komarów, realizowanych w Europie, a także w innych strefach klimatycznych, potwierdza ich wysoką skuteczność jak i bezpieczeństwo dla ludzi oraz środowiska naturalnego (Rydzanicz i wsp. 2008).

W zalecanych obecnie integrowanych metodach zwalczania komarów skuteczne stosowanie środków biologicznych, wymaga określonej procedury (Rydzanicz i wsp. 2009). Najistotniejszym elementem tego systemu jest potrzeba stałego monitoringu środowiskowego, głównie entomologicznego, a także wiedza o miejscach tworzenia się zbiorników wodnych sprzyjających rozwojowi larw komarów (Lonc i wsp. 2004). Podstawą tego systemu są badania nad bioróżnorodnością fauny komarów, jak i szczegółowa analiza potencjalnych miejsc rozwoju gatunków uciążliwych i wektorowych. Wybór przyjaznej środowisku formy, a zarazem skutecznego sposobu aplikacji biopreparatu zależy w pierwszej kolejności od biologii gatunku, a także jego relacji z otoczeniem, które chronimy (Rydzanicz i Kiewra 2009).

Monitorowany obszar i warunki terenowe

Na podstawie wieloletnich doświadczeń sąsiednich gmin, rosnącej potrzeby poprawy warunków życia mieszkańców w 2021 roku w ramach obserwacji potencjału rozwoju populacji komarów w gminie Siechnice realizowano zadanie mające na celu inwentaryzację miejsc rozwoju komarów wraz z elementami monitoringu na terenie gminy Siechnice w sezonie letnim 2021 roku. Gmina Siechnice zajmuje obszar 98,57 km² (ryc. 1). Położona jest we wschodniej części województwa dolnośląskiego. Od zachodu graniczy z miastem Wrocław i gminą Kobierzyce, od północy z gminą Czernica, od wschodu z gminą Oława, od południa z gminą Domaniów i Żórawina. W północnej części gminy znajduje się główna rzeka regionu – Odra stanowiąca północną granicę gminy, długą znaczącą rzeką w gminie jest Oława. Przez obszar gminy przepływa także szereg innych, mniejszych cieków i rzek jak Zielona.



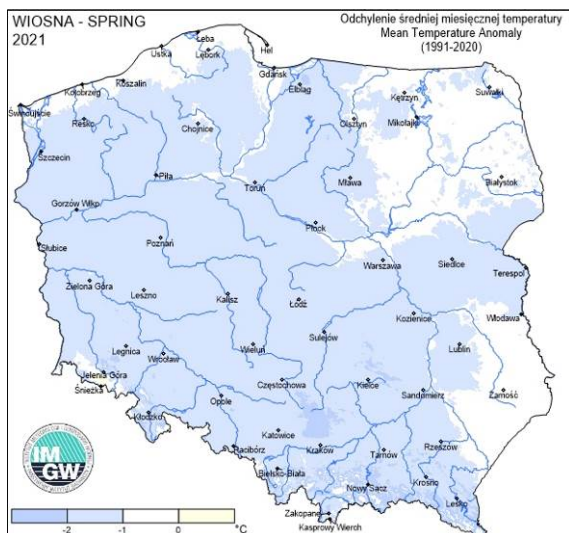
Rycina 1. Położenie gminy Siechnice – czerwony punkt, na tle regionu (źródło: <http://www.wbu.wroc.pl/> ze zm.).

Położenie gminy oraz warunki biotyczne i abiotyczne wzdłuż dolin rzek są znakomite dla rozwoju plagowych liczebności komarów zwłaszcza z gatunków powodziowych. Tereny dolin rzecznych położone są nieco niżej od otaczającego obszaru co powoduje pojawienie się znacznej liczby zbiorników wodnych po podniesieniu się poziomu lustra wód gruntowych. Naturalnie uformowana rzeźba terenu z wieloma obniżeniami jest doskonałym miejscem dla rozwoju larw komarów w warunkach popowodziowych lub w sezonie z dużą ilością opadów atmosferycznych wywołujących powstawanie zbiorników tymczasowych. Wiele obszarów na terenie gminy Siechnice wykazuje naturalny charakter zapewniając dużą liczbę miejsc, które w odpowiednich warunkach atmosferycznych i hydrologicznych będą doskonałym miejscem dla rozwoju larw komarów.

Obserwacje

Sezon wiosenno-letni 2021 roku był sezonem cieplejszym na tle wielolecia (ryc. 2) pomimo, że w początkowej części sezonu wiosenno-letniego odnotowano średnie temperatury nieco niższe w porównaniu ze średnimi z wielolecia (ryc. 4). Sezon 2021 roku na terenie gminy pomimo, iż wydawał się sezonem mokrym nie odbiegał znacząco od średniej wieloletniej (ryc. 3). Niemniej jednak, nieco większe opady w lecie (ryc. 5) spowodowały podniesienie się poziomu lustra wód w dorzeczu Odry skutkującego zalaniem niektórych obszarów położonych w sąsiedztwie rzeki.

A

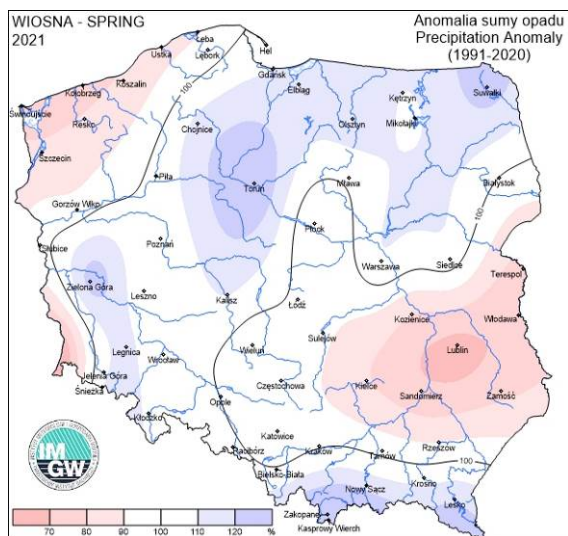


B

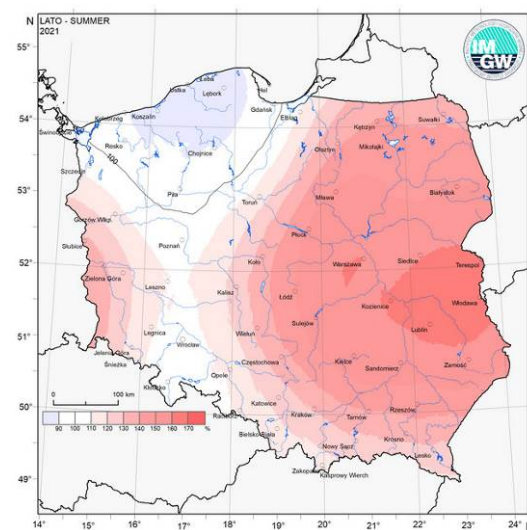


Rycina 2. Odchylenie średniej miesięcznej temperatury na tle wielolecia wiosną (A) i latem (B) 2021 roku (źródło: <https://klimat.imgw.pl/>).

A

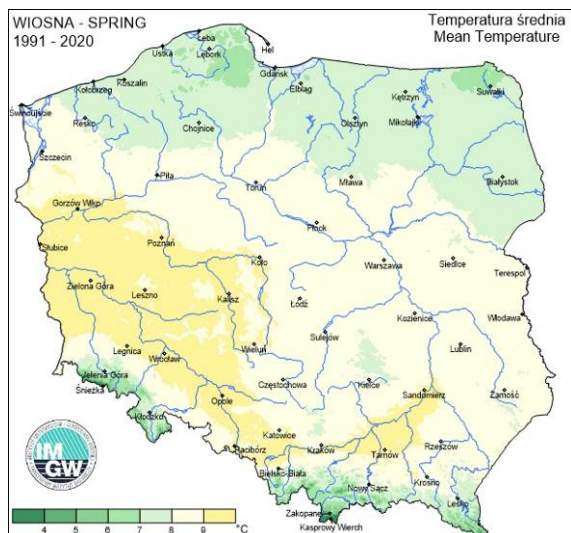


B

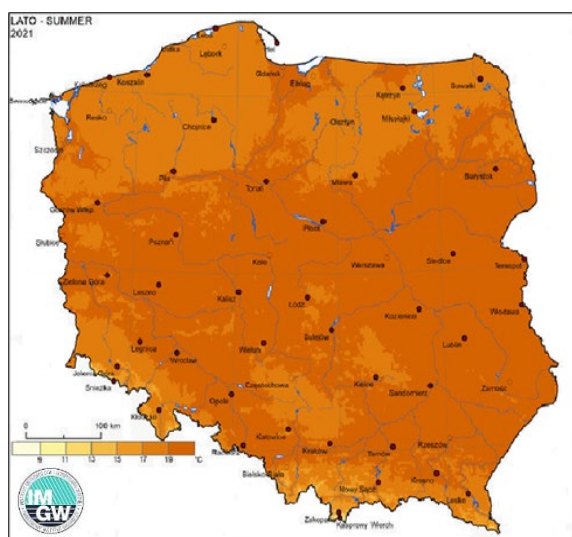
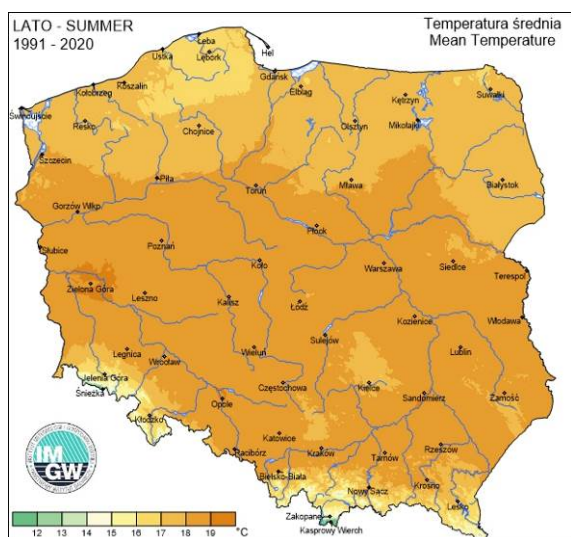


Rycina 3. Odchylenie średniej sumy opadów na tle wielolecia wiosną (A) i latem (B) 2021 roku (źródło: <https://klimat.imgw.pl/>).

A

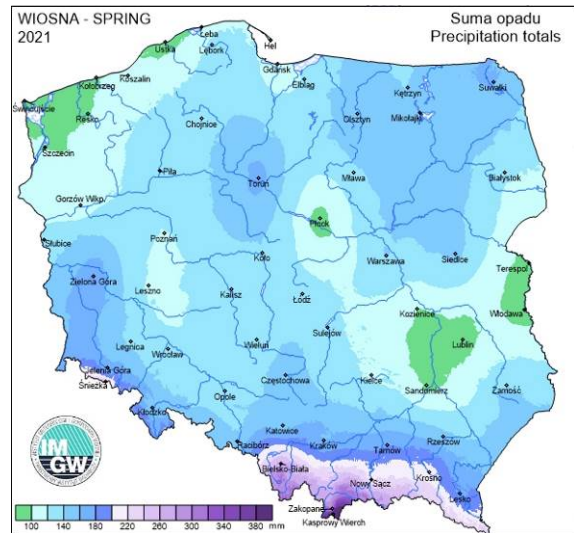
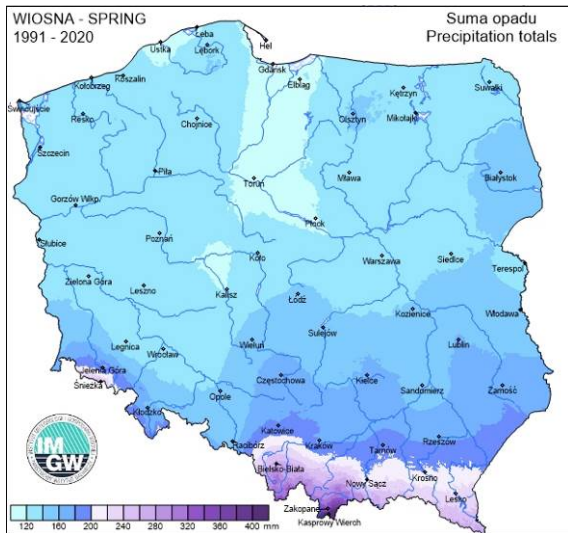


B

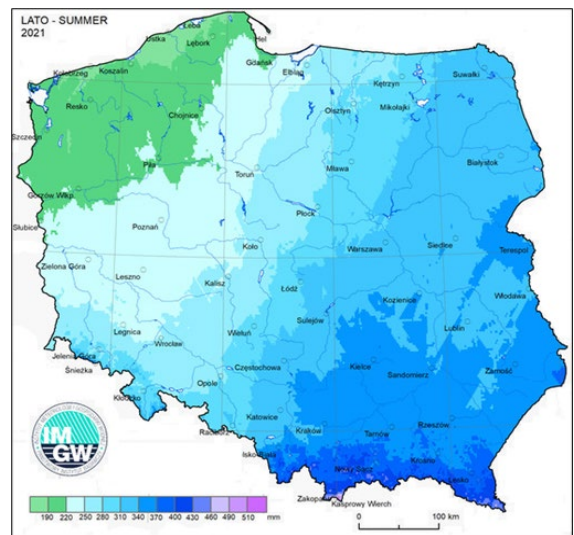
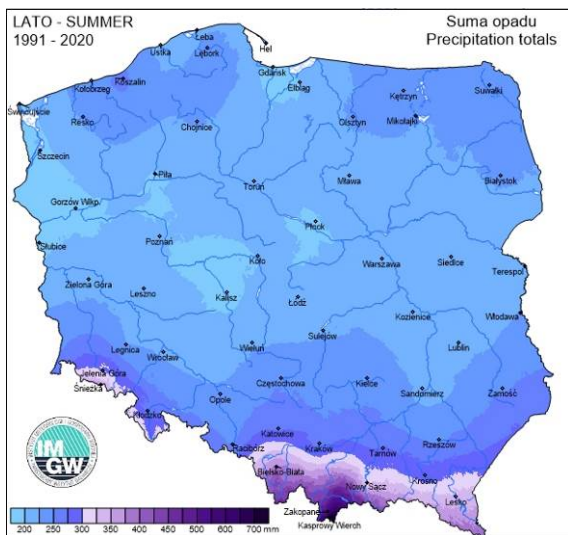


Rycina 4. Średnie temperatury na tle wielolecia wiosną (A) i latem (B) 2021 roku (źródło: <https://klimat.imgw.pl/>).

A

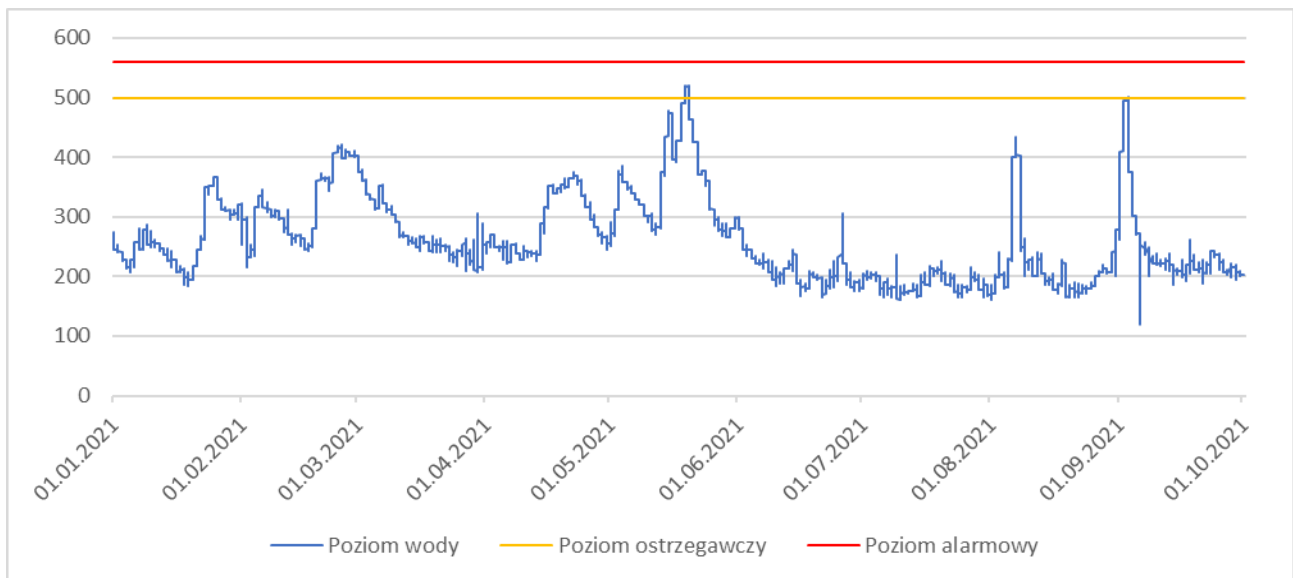


B

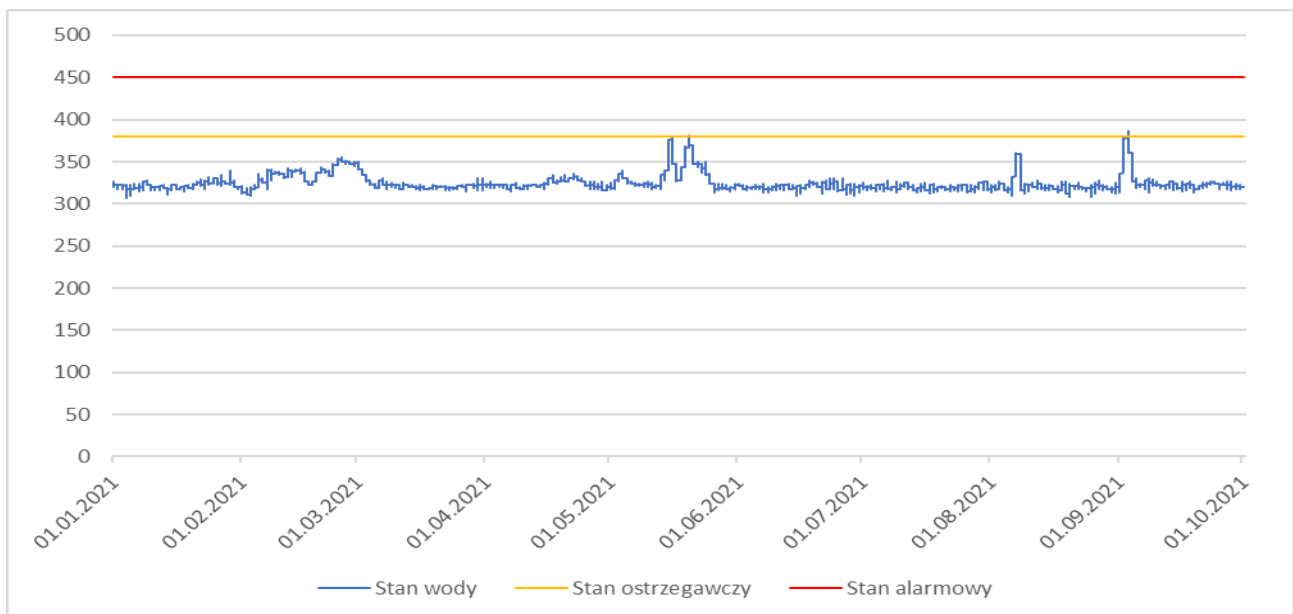


Rycina 5. Średnie sumy opadów na tle wielolecia wiosną (A) i latem (B) 2021 roku (źródło: <https://klimat.imgw.pl/>).

Panujące warunki atmosferyczne w okresie wiosennym nie obfitowały w znacząco większe opady na tle danych rejestrowanych w latach 1991 - 2020. Suma opadów w okresie letnim była nieco wyższa niż średnia wieloletnia. Czynniki te spowodowały podniesienie się poziomu lustra wody w Odrze (ryc. 6 – 7) kilkakrotnie w trakcie sezonu. Pierwsze wezbrania obserwowano już na przełomie lutego i marca. Kolejne fale wezbraniowe obserwowano pod koniec kwietnia oraz w drugiej połowie maja, kiedy to obserwowano najwyższy poziom wody w dolinie Odry. Kolejne, mniejsze fale wezbraniowe obserwowano na początku sierpnia i września.

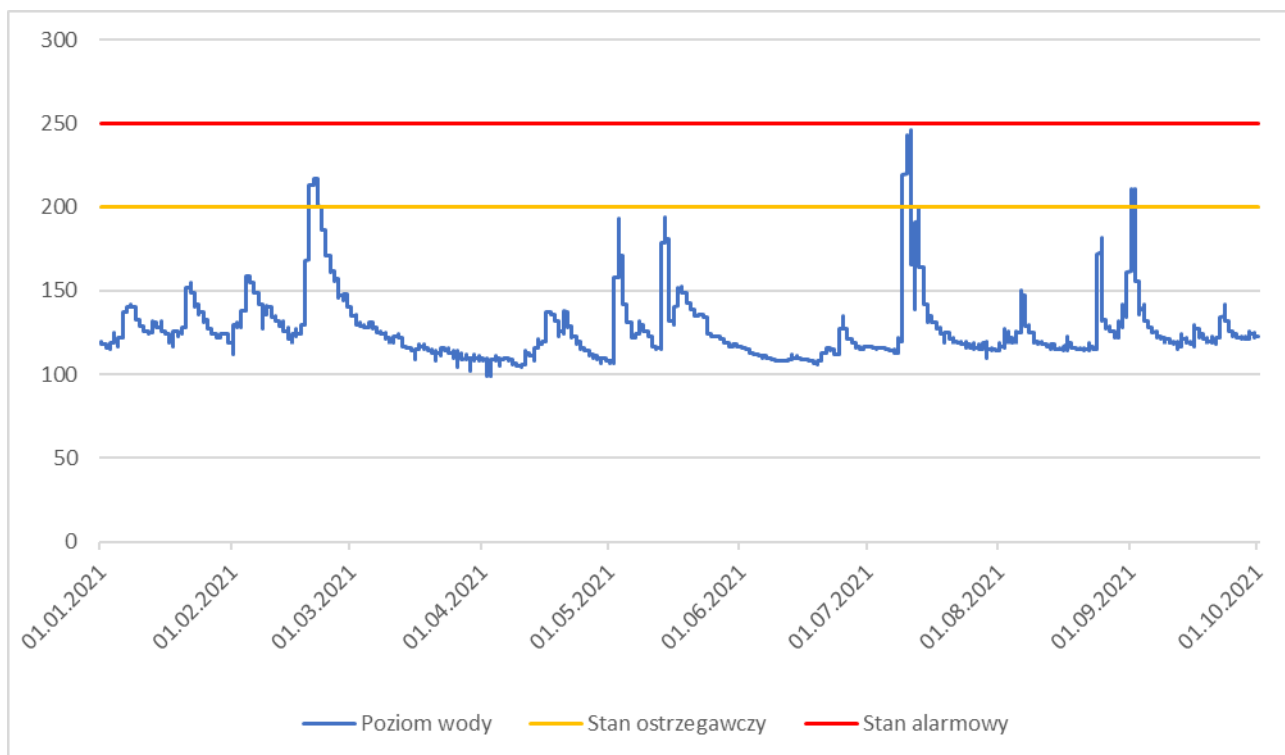


Rycina 6. Poziom wody w Odrze, wodowskaz Oława.



Rycina 7. Poziom wody w Odrze, wodowskaz Trestno.

Podobna sytuacja była obserwowana na rzece Oławie. Warunki atmosferyczne spowodowały podniesienie się poziomu lustra wody w Oławie (ryc. 8) kilkakrotnie w trakcie sezonu. Pierwsze wezbrania obserwowano już w lutym i marcu. Kolejne fale wezbraniowe obserwowano w maju oraz w sierpniu i wrześniu. Największe wezbranie miało miejsce na przełomie lutego i marca, jeszcze przed rozpoczęciem prac monitoringowych.



Rycina 8. Poziom wody w Oławie, wodowskaz Oława.

Obserwowane wezbrania były przyczyną powstania wielu miejsc dogodnych do rozwoju larw komarów na monitorowanym terenie wzdłuż całej doliny Oławy i Odry. Największe fale wezbraniowe spowodowały zalanie wielu hektarów obszarów znajdujących się między korytami rzek a wałami, co umożliwiło powstanie znacznej liczby dużych zbiorników wodnych będących miejscem rozwoju larw komarów z gatunków popowodziowych. Zalaniu uległy obszary uprzednio suche ale także przybrzeżne części istniejących starorzeczy oraz niektóre stare i zwykle suche zagłębienia terenu. Niestety ze względu na późne rozpoczęcie prac inwentaryzacyjnych nie udało się uwiecznić zalanych obszarów na zdjęciach z terenu. Podczas wizyt w terenie widoczne były ślady wezbrań z pierwszej połowy sezonu (ryc. 9 – 11).



Rycina 9. Ślady dużej ilości wody na starej poniemieckiej przeprawie nad kanałem w dolinie Odry.



Rycina 10. Starorzecze z obniżającym się poziomem lustra wód.



Rycina 11. Jedno z wielu naturalnych zagłębień terenu w dolinie Odry.

Inwentaryzacja i monitoring nie był prowadzony od samego początku sezonu więc nie obserwowano wczesnowiosennych jak i późniejszych wezbrań i zalań w dolinie Odry. Teren nie był monitorowany i nie wyłoniono wykonawców odkomarzania więc komary z gatunków wiosennych i popowodziowych mogły wylęgnać się bez przeszkód. Obserwowano to w dalszej części sezonu – spotykano znaczną liczbę dorosłych osobników zwłaszcza na obszarach w sąsiedztwie Odry i Oławy. Zaistniała sytuacja to jeden z powodów dla których monitoring populacji komarów należy prowadzić od wczesnej wiosny do późnej jesieni.

Kolejnym obszarem cyklicznie generującym problem uciążliwości powodowanej przez komary to obszar na południe od rzeki Oławy (ryc. 12 - 13). Cały charakter doliny rzeki usłany jest naturalnymi zagłębieniami i terenami niżej położonymi porośniętymi trzcinami lub inną roślinnością wskazującą na cykliczne pojawianie się wody. Odnaleziono tutaj kosaćca żółtego (*Iris pseudacorus*), turzycę błotną (*Carex acutiformis*) czy sit rozpierzchły (*Juncus effusus*).



Rycina 14. Widoczne naturalne zagłębienia na południe od koryta rzeki Oławy.



Rycina 13. Teren pomiędzy rzeką Oławą a Odrą.

Zasadniczo na pozostałym obszarze gminy nie odnaleziono miejsc, które mogą powodować znaczącą uciążliwość wielkoobszarową. W wielu miejscowościach na terenie gminy Siechnice występują naturalne lub sztuczne (wybetonowane) zbiorniki wodne pełniące funkcję rezerwarów przeciwpożarowych lub zbiorników retencyjnych (ryc. 14 – 16). Tego typu zbiorniki mogą być miejscem rozwoju lokalnych populacji komarów z gatunków synantropijnych. Tak też było w Sulimowie. W tamtejszym parku odnaleziono zbiornik (ryc. 17), w którym rozwijała się duża liczba larw komarów z gatunków synantropijnych. W miejscu tym wykonano aplikację larwicydu w celu ograniczenia liczebności tamtejszej populacji komarów z gatunków synantropijnych

Podczas trwania całego sezonu nie zauważono zwiększonej intensywności rozwoju larw z gatunków synantropijnych w rowach melioracyjnych na obszarze gminy. Rowy, pomimo że występowała w nich woda, nie były miejscem rozwoju dużej liczby larw najprawdopodobniej ze względu na brak odpowiednich temperatur oraz cykliczne, intensywne opady, które przepłukiwały pozostałości wód z larwami, które mogłyby się tam rozwijać. Krótki okres wysokich temperatur w trakcie lata nie był wystarczający by odbudować pełną liczebność populacji tych gatunków. Mimo to należy zwrócić szczególną uwagę na miejsca, gdzie do rowów są odprowadzane ścieki. Takie miejsca są obciążone dużą ilością materii organicznej będącej pożywieniem dla larw tworząc idealne warunki do ich rozwoju.



Rycina 14. Stały zanieczyszczony zbiornik w Żernikach Wrocławskich.



Rycina 15. Zbiornik w Zębicach.



Rycina 16. Zarośnięty i zanieczyszczony zbiornik wodny w Biestrzykowie.



Rycina 17. Zanieczyszczony zbiornik w Sulimowie, gdzie odnaleziono larwy komarów.

W trakcie prowadzonej inwentaryzacji miejsc rozwoju populacji komarów na terenie gminy Siechnice odnajdowano komary z różnych gatunków. Pośród odnajdowanych osobników dorosłych zidentyfikowano gatunki rozwijające się na terenach okresowo zalewanych ale także w stałych zbiornikach wodnych (tab. 1).

Tabela 1. Różnorodność gatunkowa larw komarów w stałych i tymczasowych zbiornikach wodnych na obszarze gminy Jelcz-Laskowice.

Gatunki	
wiosenne (marzec – maj)	letnie (czerwiec – październik)
<i>Aedes cinereus</i> (Meigen 1818)	<i>Aedes vexans</i> (Meigen 1830)
<i>Aedes rossicus</i> (Dolbeskin, Gorickaja i Mitrofanova 1930)	kompleks <i>Anopheles maculipennis</i> <i>Culiseta annulata</i> (Shrank 1776)
<i>Ochlerotatus cantans</i> (Meigen 1818)	kompleks <i>Culex pipiens</i>
<i>Ochlerotatus sticticus</i> (Meigen 1838)	

***Aedes cinereus* (Meigen)** gatunek, którego larwy najliczniej występują w stosunkowo głębokich, zacienionych lub półcienistych zbiornikach łąkowych, a także w zbiornikach leśnych i kałużach co potwierdzają Skierska (1971, 1977) oraz Becker i wsp. (2010). Gatunek ten występuje najczęściej na bagnach i obszarach porośniętych mchem torfowcem (*Sphagnum sp.*), trzęsawiskach oraz w zarośniętych roślinnością strefach przybrzeżnych jezior, jak również w niewielkich zbiornikach śródpolnych. Larwy tego gatunku wymagają do rozwoju wyższej temperatury w porównaniu z typowymi gatunkami rozwijającymi się w zbiornikach porztopowych (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Ich rozwój rozpoczyna się w temperaturze 14 - 15°C, optymalna temperatura wynosi 24 - 25°C. Pod wpływem tych warunków następuje gwałtowny rozwój larw, który trwa od 8 do 10 dni. W krajowych warunkach klimatycznych postacie dorosłe spotykane są od maja do połowy listopada. Jest to gatunek bardzo higrofilny, osobniki dorosłe preferują obszary z dużą wilgotnością powietrza. W ciągu roku wydaje najwyżej dwa pokolenia. Samice składają jaja w miesiącach letnich w miejscu, w którym wystąpi zalanie wodą. Gatunek ten pojawia się później niż spotykane po roztopach śniegu typowe gatunki jak *Ochlerotatus rusticus*, *Ochlerotatus communis*, *Ochlerotatus cantans*, *Ochlerotatus punctor*. *Ae. cinereus* jest gatunkiem holarktycznym, rozprzestrzenionym na terenie całej Europy, pospolitym w Polsce. Ten wielopokoleniowy, późnowiosenny i zimujący w postaci jaj gatunek, jest jednym z gatunków plagowych preferującym jako żywicieli, zarówno ludzi i zwierzęta. Nierzadko notowany jest w pomieszczeniach dla bydła. Atakuje tylko w najniższych i najwilgotniejszych warstwach powietrza, tuż nad gruntem, kłując

przeważnie w nogi żywiciela. Gatunek o przeważającej aktywności zmierzchowej, jednakże w wilgotnych siedliskach atakuje nierzadko także w ciągu dnia. Na terenach suchych gromadzi się w gęstych zaroślach zachowujących większą wilgotność od pozostałych terenów. Zjawisko migracji tego gatunku jest rzadkie, praktycznie nigdy nie jest spotykany na terenach nieosłoniętych. W wielu rejonach *Ae. cinereus* występuje w liczebnościach plagowych powodując znaczną uciążliwość w zalesionych obszarach rekreacyjnych. Na terenach ognisk naturalnych tularemii, stwierdzono niejednokrotnie przenoszenie bakterii *Francisella tularensis* na człowieka przez samice tego komara (przenosiciel mechaniczny). Na terenie Puszczy Białowieskiej stwierdzono samice tego gatunku, naturalnie zakażone wirusami kleszczowego zapalenia mózgu. Turell i wsp (1990) potwierdzili u samic tego gatunku obecność wirusa Sindbis (Ockelbo) i ich wektorową rolę również w stosunku do wirusa Tahyna (Becker i wsp. 2010, Bennett i wsp. 2011).

***Aedes rossicus* (Dolbeskin, Gorickaja i Mitrofanova)** to gatunek, którego larwy odnajdowane są najczęściej w niewielkich zacienionych zbiornikach tymczasowych, na obszarach leśnych. Gatunek zimujący w stadium jaja (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Osobniki dorosłe tego palearktycznego gatunku, w naszym kraju najczęściej występują od maja do września. Samice atakują w ciągu dnia, są bardzo agresywne w stosunku do ludzi. Imagines chronią się w lasach i zaroślach, rzadko poszukują żywicieli na otwartych przestrzeniach. Osobniki dorosłe są odporne na niską temperaturę i często są aktywne w okresie, gdy inne gatunki już nie żerują – nierzadko spotykane na terenach leśnych jeszcze w listopadzie.

***Ochlerotatus cantans* (Meigen)** jest gatunkiem spotykanym w różnorodnych zacienionych zbiornikach wiosennych, zarówno łąkowych jak i leśnych, z warstwą opadłych liści na dnie, i z ubogą roślinnością. Larwy mogą współwystępować z takimi gatunkami jak *Oc. annulipes*, *Oc. communis*, *Oc. punctator* oraz niekiedy z gatunkami późnowiosennymi *Ae. cinereus* lub *Ae. geminus* (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Gatunek ten w sporadycznych przypadkach jest zdolny wygenerować kilka pokoleń w sezonie, zwykle rozwija się tylko jedno pokolenie z niewylęgniętych jaj z roku poprzedniego. W okresie zimy jaja hibernują, a rozwój larw trwa do dwóch miesięcy (nie mniej niż cztery tygodnie) od momentu wystąpienia dogodnych warunków środowiskowych (jest to zależne od temperatury). *Oc. cantans* jest gatunkiem palearktycznym, pospolitym w całym kraju. Preferuje tereny leśne i łąkowe, najczęściej bytuje w gęstej roślinności, lecz czasami wylatuje na krótkie dystanse, na otwarte przestrzenie, takie jak pastwiska, by tam żerować na bydło i owcach. Jest to gatunek agresywny o aktywności dziennej i zmierzchowej, cykl agresywności w stosunku do człowieka przejawia się dwoma szczytami, podczas świtu i zmierzchu, często tworzy plagi. Nierzadko nalatuje do pomieszczeń. W osobnikach pochodzących ze Słowacji i Austrii wyizolowano flawiwirusy i bunyawirusy. W materiale badawczym w Słowacji wykazano, że gatunek ten może być transmitterem wirusa Tachyna (Lundström 1999).

***Ochlerotatus sticticus* (Meigen)** jest gatunkiem, którego larwy mogą występować w półcienistych wiosennych zbiornikach tymczasowych powstałych podczas wezbrań rzek lub tajania śniegu, z dnem pokrytym opadłymi liśćmi. Potrafią wylęgać się w wodzie o temperaturze poniżej 8°C; optymalna temperatura rozwoju wynosi 25°C. W zależności od temperatury cykl rozwojowy trwa odpowiednio 6 - 8 dni w 25°C, do 37 dni w 10°C. Jest to gatunek dość liczny na terenie Polski. Występuje zwykle w dolinach wielkich rzek. Jest to gatunek monogeneracyjny, zimujący w stadium jaja. Samice występujące od czerwca do września potrafią złożyć do 150 jaj w zacienionych miejscach, które są zalewane przez zwiększający się poziom wody. Agresywny w stosunku do człowieka. W wielu krajach gatunek plagowy. Samice potrafią przelecieć bardzo duże odległości w celu poszukiwania żywiciela; nawet do 20km. Mogą też pozostawać na terenach zacienionych nad rzekami, gdzie stają się bardzo uciążliwe. Agresywne są zwłaszcza w zacienionych miejscach w czasie dnia, lecz również wieczorami.

***Aedes vexans* (Meigen)** larwy tego gatunku rozwijają się w różnego typu zbiornikach łąkowych lub znajdujących się na skraju lasów; wyłącznie w wodzie słodkiej. Jest to gatunek łąkowy, często spotykany w dolinach dużych rzek, który rozlatuje się z miejsc lęgu na skraje lasów, parki, zarośla itp. Gatunek poligeneracyjny (mogący generować kilka pokoleń w sezonie). Szeroko rozpowszechniony na terenie całej Europy. W Polsce pospolity. W naszych warunkach klimatycznych może występować kilka pokoleń w roku zwłaszcza, w przypadku cyklicznych wezbrań. Zimuje w postaci jaja. Po złożeniu jaj, jeśli nastąpi zlanie wodą w odpowiednich warunkach, w następnym sezonie (temperatura powyżej 10°C i odpowiedni fotoperiodyzm) następuje rozwój larw. Całkowity cykl rozwoju trwa od 4 do 25 dni. Optimum temperaturowe dla rozwoju tego gatunku przypada w okolicy 30°C; jeśli temperatura wody osiąga 30 stopni rozwój trwa krócej niż tydzień, przy temperaturze 15 stopni - trzy tygodnie. Jaja są odporne na intensywne nasłonecznienie i mróz. Gatunek ten jest uznawany za tzw. „letni gatunek”. Jest dominujący w czasie popowodziowych gradacji, przez co staje się bardzo uciążliwy dla ludzi i zwierząt. Bardzo agresywny, często przylatuje do domów i pomieszczeń dla zwierząt. Komary te pasożytują na różnych kręgowcach. Przy masowym rozmnażaniu się tworzą plagi zwłaszcza na terenach popowodziowych. Osobniki dorosłe potrafią przemieszczać się na znaczne odległości od miejsc wylęgu, ze średnią prędkością około 23km na dobę. Bardzo często unikając przegęszczenia populacji na obszarach popowodziowych przylatuje do miast i osiedli. Samice charakteryzuje aktywność dzienna i zmierzchowa. Po posiłku samica składa do stu jaj, do mokrych zagłębień na terenach okresowo zalewanych porośniętych trawami *Phalaris arundinacea* (Becker i wsp. 2010, Jawień 2014). Samica (podobnie jak samiec) w celu zregenerowania sił może pobierać sok roślinny jednakże do złożenia jaj potrzebny jest posiłek z krwi.

Larwy kompleksu ***Anopheles maculipennis maculipennis* (Meigen), *Anopheles***

maculipennis messae (Falleroni) larwy tego gatunku odnajdowane bywają w bardzo płytkich wolno płynących ciekach. Wszystkie zbiorniki, w których odnajdowano larwy tego kompleksu charakteryzowały się tym, iż były dobrze nasłonecznione. Gatunki wchodzące w skład całego kompleksu są podgatunkami poligeneracyjnymi, zimującymi jako zapłodnione samice, występującymi pospolicie w Palearktyce i na obszarze Polski. *Anopheles maculipennis s.s.* (Meigen) jest gatunkiem zoofilnym, jednakże w przypadku braku żywicieli chętnie atakuje człowieka (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Larwy rozwijają się głównie w zbiornikach z chłodną, czystą wodą na obszarach górskich, znajdowany jest także na równinach i w pasie nadmorskim. Gatunek ten preferuje strefy osłonięte wolno płynących strumieni, brzegi rzek i sztucznych zbiorników. *An. maculipennis s.s.* wykazuje lepsze przystosowanie do rozwoju w małych zbiornikach wodnych bez roślinności oraz w sztucznych zbiornikach z dużymi wahaniami dobowymi temperatury niż *An. messae*. Jest on lepiej przystosowany do rozwoju na obszarze Europy. W badaniach własnych często spotykany był również w bardziej zanieczyszczonych wodach razem z *Cx. p. pipiens*. Nierzadko samice tego gatunku hibernują w opuszczonych budynkach, w których nie ma żywicieli. Są one silnie zoofilne, preferują zwierzęta gospodarskie, niemniej jednak w przypadku braku preferowanych żywicieli żerują na ludziach zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budynków. *An. maculipennis s.s.* jest gatunkiem endofilnym, w ciągu dnia odpoczywającym w budynkach gospodarskich (stajniach, oborach); szeroko rozprzestrzeniony na obszarze całej Europy z wyjątkiem Półwyspu Iberyjskiego. Uważany jest za gatunek bardziej kontynentalny o mniejszych wymaganiach wilgotnościowych w porównaniu z *An. messae* i *An. atroparvus*. Antropofilny *An. atroparvus* jest głównym wektorem malarii spośród gatunków występujących w całym kompleksie. Gatunki zoofilne odgrywają znacznie mniejszą rolę w transmisji *Plasmodium* (zarodźca malarii) ze względu na swoje preferencje żywicielskie. Jedynie na niektórych terenach Europy, głównie w rejonach gdzie znajduje się wiele zwierząt gospodarskich, *An. maculipennis s.s.* i *An. messae* odpowiadają za transmisję *Plasmodium* (Danis i wsp. 2011).

Culiseta annulata (Schrank) jest gatunkiem komara, którego larwy spotykane są w różnego rodzaju zbiornikach, półcienistych lub nasłonecznionych, o dnie pokrytym opadłymi liśćmi na terenach otwartych, jak również na obszarach leśnych, zwykle w zbiornikach z czystą wodą. Jak stwierdzają Skierska (1971, 1977), a także Becker i wsp. (2010), gatunek ten odnajdowany jest w zbiornikach położonych na skraju lasów albo zarośli, pod pojedynczo rosnącymi drzewami bądź na zupełnie odkrytym terenie. Larwy mogą występować w wodach czystych, ale także w wodzie zanieczyszczonej ściekami. Gatunek palearktyczny, szeroko rozpowszechniony od Fennoskandii do północnej Afryki, również pospolity w Polsce, zimuje w postaci zapłodnionych samic w wolnych siedliskach lub w piwnicach zabudowań ludzkich. W związku z miejscami zimowania często spotykany do późnej jesieni i wczesną wiosną w mieszkaniach, gdzie chętnie atakuje człowieka. W

krajowych warunkach klimatycznych *Cs. annulata* zdolna jest do wytworzenia od trzech do pięciu pokoleń w trakcie sezonu. Gatunek ten zaliczany jest do form domowych, synantropijnych, bywa też liczny na terenach osiedli, lecz zwykle w pobliżu typowych dla siebie lęgówisk. Jest to gatunek o szerokim spektrum żywicielskim, pasożytuje na zwierzętach domowych i dzikich oraz na ludziach. Osobniki dorosłe są jednymi z większych komarów spotykanych w naszym regionie.

Kompleks ***Culex pipiens*** jest zespołem blisko spokrewnionych i bardzo podobnych podgatunków. Larwy ***Culex pipiens* biotyp *pipiens*** rozwijają się w różnego rodzaju zbiornikach, zacienionych lub nasłonecznionych, w pobliżu zabudowań ludzkich, jak i z daleka od nich (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Wiele larw rozwija się w różnorodnych naczyniach wypełnionych wodą deszczową, np. w porzuconych wiadrach, starych oponach i innych przedmiotach przyniesionych przez wody powodziowe lub ludzi. Spotykany w długo utrzymujących się tymczasowych zbiornikach wodnych z roślinnością, a nawet zasiedlający dziury w drewnie lub w żywych drzewach. Jest to ornitofilny podgatunek kosmopolityczny, w Polsce bardzo pospolity, mogący generować w ciągu sezonu wiele pokoleń (Skierska 1971, 1977; Becker i wsp. 2010). Zapłodnione samice tego synantropijnego gatunku zimują w chłodnych pomieszczeniach lub w wolnej przyrodzie, bardzo często ten właśnie gatunek spotykany jest w piwnicach i schowkach. Osobniki dorosłe z tego gatunku są szczególnie liczne w sierpniu i wrześniu oraz późną jesienią przed hibernacją. Samica przed rozpoczęciem hibernacji bez posiłku ma nikłe szanse na przetrwanie zimy. Samice często podczas całego sezonu nalatują do pomieszczeń gospodarczych. Po hibernacji, samica składa jaja (w formie pływających pakietów - ryc. 18) na powierzchni wody w liczbie od 150 – 240 jaj w pakiecie.



Rycina. 18. Pakiet jaj złożonych na powierzchni wody przez samicę z kompleksu *Cx. pipiens* (oryg.).

Rozwój larw komarów trwa zależnie od temperatury, od jednego do kilku tygodni. Pierwsze larwy pojawiają się jednocześnie z larwami z rodzaju *Anopheles*. Larwy gatunków tego kompleksu

są w stanie rozwijać się cały rok, jeśli tylko temperatura wody nie spada poniżej 14°C. Gatunek ten jest w stanie rozwijać się przy zupełnym braku światła, także w bardzo brudnej wodzie, np. ściekach, a także w wodzie słonawej. Larwy *Cx. pipiens* biotyp *molestus* rozwijają się w warunkach podobnych do larw *Cx. p. pipiens*, lecz rzadko w zbiornikach naturalnych. Larwy tego gatunku najczęściej występują w bezpośrednim sąsiedztwie siedzib ludzkich i gospodarstw. Bardzo często larwy tego podgatunku odnajdowane są najliczniej w wodach zanieczyszczonych (w okolicy uwalniania ścieków), a także w niewielkich zbiornikach na deszczówkę w obrębie gospodarstw, w porzuconych śmieciach (starych oponach, plastikowych pojemnikach), podobnie jak *Cx. p. pipiens*. W okresach jesieni odnajdowano samice zalatujące do piwnic w celu odbycia tam hibernacji.

Dzięki zastosowaniu technik wykorzystujących systemy GPS (ang. *Global Positioning System* - System nawigacji satelitarnej) i GIS (ang. *Geographic Information System* - Systemy informacji geograficznej) w programach monitoringu populacji komarów i kontroli ich liczebności, możliwe jest stworzenie map ekologicznego zagrożenia występowaniem komarów w ilościach plagowych w naszych warunkach klimatycznych. Analiza czynników związana ze strukturą miejsc rozwoju komarów, poparta danymi GIS, umożliwia dobór odpowiedniej metody kontroli komarów i zwiększa jej efektywność. W przypadku aplikacji mikrobiologicznych insektycydów, ustalenie rzeczywistej wielkości i położenia obszaru wodnego pozwala na wybiórczy i precyzyjny dobór metody aplikacji, ograniczenie powierzchni, a w konsekwencji szybsze działanie i użycie mniejszej ilości larwicydów. Wszystko to ma pozytywny wpływ na ekonomię podejmowanych działań oraz na środowisko. Zastosowanie zaawansowanych technik jest uzasadnione, zwiększa szybkość działań i ich precyzję przez co użycie przyjaznych środowisku biopreparatów jest jeszcze bardziej bezpieczne i ekonomiczne.

Na monitorowanym terenie gminy Siechnice odnaleziono łącznie 710 zbiorników wodnych, których część jest odpowiednim miejscem dla rozwoju komarów. Łączna powierzchnia zinwentaryzowanych zbiorników wodnych wynosi 331,05 ha (załącznik 1). Niestety część ze zbiorników położona jest na terenie Pól Wodonośnych co dyskwalifikuje te miejsca do prowadzenia regularnego monitoringu i aplikacji larwicydów ze względu na ochronę tego obszaru. Na terenie Pól Wodonośnych znajduje się 96 zidentyfikowanych zbiorników stałych i tymczasowych o łącznej powierzchni 77,92 ha. Poza obszarem chronionym znajduje się łącznie 614 zbiorników o łącznej powierzchni 253,13 ha. Na pozostałym inwentaryzowanym obszarze gminy Siechnice odnaleziono 129 szt. stałych zbiorników wodnych. o łącznej powierzchni 77,99 ha (załącznik 2), zbiorników o charakterze tymczasowym zidentyfikowano 485 sztuk o łącznej powierzchni 175,14 ha. Część ze stałych zbiorników nie jest najlepszym miejscem dla rozwoju larw komarów ze względu na obecność naturalnych wrogów (ryb i innych stawonogów). W sezonie 2021 roku nie zaobserwowano obecności larw komarów w zbiornikach zasiedlanych przez ryby i inne organizmy

żywiące się larwami komarów. Należy tutaj pamiętać, że w przypadku podniesienia się poziomu wód w głębokich i stałych zbiornikach wodnych (jak miało to miejsce w 2021 roku) larwy komarów mogą rozwijać się w zalanej przybrzeżnej i płytkiej strefie takich zbiorników. Tego typu sytuacja była obserwowana po wezbraniach Odry w sąsiednich gminach. Strefa przybrzeżna takich zbiorników jest miejscem rozwoju larw komarów z gatunków popowodziowych oraz widliszków (*Anopheles*). Szczególną uwagę podczas prowadzenia monitoringu należy zwrócić na zbiorniki tymczasowe. Są to miejsca, w których rozwijają się znaczące liczby larw. W trakcie inwentaryzacji zaobserwowano znaczącą liczbę larw komarów w pozostałościach po zbiornikach powstałych podczas wezbrań wód w Odrze i Oławie (ryc. 19 - 20). W ramach prowadzonej inwentaryzacji wykonywano aplikacje larwicydu do tego typu niewielkich zbiorników.



Rycina. 19. Aplikacja larwicydu do zbiornika, w którym odnaleziono znaczącą liczbę larw komarów z gatunków popowodziowych i synantropijnych.



Rycina. 20. Larwy komarów odnalezione w pozostałościach zbiornika popowodziowego.

Podsumowanie i wnioski na kolejne lata

Podsumowując cały sezon wiosenno-letni 2021 roku należy zaliczyć go jako sprzyjający rozwojowi komarów. Miniony sezon obfitował w opady, pomimo że cały nie odbiegał od średniej wieloletniej dla naszego regionu. Sprawilo to, że w terenie w trakcie całego sezonu pojawiały się miejsca dogodne dla rozwoju larw komarów. Temperaturowo okres wiosny był nieco chłodniejszy od wielolecia co przełożyło się na niewielką i dużo później zauważalną populację komarów zwłaszcza z gatunków synantropijnych. Okres lata natomiast był cieplejszy na tle wielolecia co przekładało się na zwiększone tempo rozwoju komarów zwłaszcza z gatunków popowodziowych. Na podstawie zaobserwowanych warunków atmosferycznych i hydrologicznych można stwierdzić z dużą dozą prawdopodobieństwa, że w przypadku sezonu mokrego powierzchnia i liczba zbiorników wodnych będących miejscem rozwoju larw komarów będzie o wiele większa.

Ze względu na późne rozpoczęcie prac związanych z inwentaryzacją miejsc rozwoju komarów na terenie gminy Siechnice nie odnajdowano znaczącej liczby larw komarów nawet na terenach gdzie warunki były sprzyjające (zalane obszary z zagłębieniami na terenach otwartych i leśnych). Na całym inwentaryzowanym terenie nie odnajdowano dużej liczby larw komarów z gatunków wiosennych. Niestety liczba osobników dorosłych, które generowały znaczącą uciążliwość na tym obszarze świadczyła, iż jest to teren który generuje duży problem, zwłaszcza w okresie wiosennym i po wezbraniach wód w Odrze i Oławie. W dalszej części sezonu poziom wód obniżył się na tyle, że większość miejsc sprzyjających rozwojowi larw komarów wyschła całkowicie (ryc. 21 - 22). Duża liczba rozlewisk, zagłębień oraz kanałów obsychała i była sucha w dalszej części sezonu i nie obserwowano tam miejsc dogodnych do rozwoju larw komarów (ryc. 22 - 24).



Rycina 21. Wyschnięte kanały wzdłuż drogi na Utratę.



Rycina 22. Wyschnięte rozlewisko w nieopodal Śluzy Ratowice.



Rycina 23. Wysychający zbiornik w sąsiedztwie Kotowic



Rycina 24. Wysychające kanały w lesie na północ od Kotowic.

Liczne wezbrania wód w Odrze i Oławie potwierdzają występowanie sprzyjających warunków do rozwoju larw komarów na inwentaryzowanym terenie po przejściu fal wezbraniowych. Podczas pierwszych wizyt w terenie obserwowano znaczące obszary porośnięte roślinnością świadczącą o cyklicznym występowaniu wody we wszelkiego rodzaju zagłębieniach terenu (ryc. 22). Odnaleziono duże obszary z licznymi naturalnymi dla doliny rzeki zagłębieniami terenu (ryc. 25), gdzie w składzie gatunkowym zbiorowisk roślinności dominowała trawa z gatunku *Phalaris arundinacea* (mozga trzcinowata) (ryc. 26). Jest to łatwy do identyfikowania gatunek trawy, który potwierdza występowanie odpowiednich warunków dla składania jaj przez samice komarów z gatunków rozwijających się na terenach zalewowych. W wielu pracach naukowych dowiedziono, iż ten gatunek traw może być łatwym do zidentyfikowania bio wskaźnikiem miejsc, w których zdeponowana jest większa liczba jaj komarów. Podobne wyniki uzyskano na terenie doliny Renu, w dolinie Bystrzycy czy na Wrocławskich Polach Irygowanych, gdzie samice komarów popowodziowych *Ae. vexans* preferowały do składania jaj, miejsca porośnięte między innymi przez *Phalaris arundinacea* (Becker 1989, Rydzanicz i wsp. 2011). Monitoring terenowy potwierdził występowanie dużej liczby larw komarów w tego typu miejscach także na terenie gminy Siechnice (ryc. 20).



Rycina 25. Naturalne ukształtowanie obszaru doliny rzeki z wieloma zagłębieniami wypełnianymi się wodą po każdym wezbraniu.



Rycina 26. Obszar w dolinie Oławy porośnięty mozgą trzcinowatą (*Phalaris arundinacea*).

Ze względu na charakter terenu na jakim leży gmina jeden sezon nie może zagwarantować inwentaryzacji wszystkich zbiorników wodnych i obszarów odpowiednich dla rozwoju komarów. Zaleca się kontynuację inwentaryzacji miejsc rozwoju komarów w połączeniu z monitoringiem liczebności populacji komarów w kolejnych latach. Dodatkowo za takim działaniem przemawia położenie gminy w sąsiedztwie Odry oraz obecność dużych obszarów objętych ochroną. Wiele z terenów, na których występują miejsca rozwoju komarów (stałe i tymczasowe) to obszary cenne przyrodniczo i objęte ochroną, na których niedopuszczalne jest stosowanie wielkoobszarowych aplikacji chemicznych środków owadobójczych. Jedynie zastosowanie działających selektywnie a przez to bezpiecznych dla środowiska i ludzi mikrobiologicznych larwicydów może zagwarantować bezpieczeństwo i zachowanie bioróżnorodności tych obszarów.

W związku z zaobserwowaną sytuacją w lasach na północ od Kotowic w kolejnych sezonach wskazane jest rozpoczęcie prac monitoringu populacji komarów wraz ze zwalczaniem komarów już w lutym a najpóźniej z początkiem marca. Wcześniejsze rozpoczęcie prac zagwarantuje możliwość uchwycenia odpowiedniego momentu do zastosowania mikrobiologicznych larwicydów na dużych obszarach pokrytych zbiornikami wodnymi na obszarze doliny Odry i Oławy. Aplikacja larwicydu w odpowiednim momencie pomoże w ograniczeniu populacji komarów rozwijających się na tym terenie w okresie wiosennym co przyniesie realną poprawę sytuacji dla mieszkańców w tej części gminy. Prowadzona obserwacja miejsc rozwoju larw komarów w terenie i efektów prowadzonych działań w 2021 roku świadczy o czasowym występowaniu wielkopowierzchniowych miejsc dogodnych dla rozwoju larw komarów w tym rejonie.

Poniżej zawarto zalecenia, które powinny być wdrożone w kolejnych latach prowadzenia monitoringu liczebności populacji komarów na terenie gminy Siechnice.

- Działania prowadzone w ramach monitoringu powinny rozpoczynać się wczesną wiosną, aby ograniczyć uciążliwość ze strony gatunków wczesnowiosennych. W tym samym czasie powinny być wybierane firmy DDD, aby istniała możliwość zlecenia aplikacji larwicydów w momencie stwierdzenia występowania rozwoju populacji komarów przez zespół monitorujący sytuację w terenie.
- Po każdym sezonie powinna zostać opracowana mapa/tabela z wyszczególnionymi punktami monitoringowymi, liczbą przeprowadzanych aplikacji mikrobiologicznych oraz chemicznych w celu wykazania tzw. „hot spot” - obszarów najbardziej „produktywnych” w danym roku.
- Niezbędna jest dalsza inwentaryzacja oraz aktualizacja listy miejsc wyznaczonych do monitoringu oraz uzupełnianie listy zbiorników i miejsc rozwoju komarów odnalezionych w trakcie sezonu, a generujących znaczącą uciążliwość.
- Zaleca się by w przyszłości zwrócić uwagę na możliwość ograniczenia liczebności komarów w sąsiedztwie domków jednorodzinnych. Na podstawie doświadczeń z Wrocławia, wydaje się, że prowadzona akcja informacyjna pomogła w ograniczeniu liczby miejsc rozwoju Culicidae na tego typu terenach. Warto rozważyć zarezerwowanie niewielkiej kwoty w budżecie na kolejne lata przeznaczonej na akcje informacyjne skierowane do mieszkańców.
- W przypadku dostępności środków i funduszy zaleca się przeprowadzanie jesiennych wielkoobszarowych aplikacji adultycydów na obszarach w sąsiedztwie miejscowości, gdzie w sezonie zidentyfikowano znaczną liczbę osobników z gatunków synantropijnych. Działanie takie jest skuteczne a jego uzasadnienie uwidacznia się zwłaszcza w pierwszej połowie kolejnego sezonu rozwojowego – pierwsze pokolenia gatunków synantropijnych występują później i są mniej liczne.
- Istnieje potrzeba znalezienia możliwości nawiązania współpracy, podpisania porozumień itp. z sąsiednimi gminami, w celu zintegrowanego i zsynchronizowanego zwalczania larw oraz osobników dorosłych Culicidae na terenach przygranicznych, na których głównym źródłem uciążliwości są tereny poza granicami gminy Jelcz-Laskowice (zwłaszcza po drugiej stronie Odry).

Literatura

- Becker N. 1989. Life strategies of mosquitoes as an adaptation to their habitats. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 14(1): 6-25
- Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Madon M., Kaiser A. 2010. *Mosquitoes and their control*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp 579.
- Goddard J. 2007. *Arthropods of Medical importance*. CRS PRESS Taylor and Francis Group. pp 457
- Harbach, R.E. 2013. Mosquito taxonomic inventory. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/>. [dostęp 29.08.2018]
- Jawień P. 2014. Czasoprzestrzenna analiza środowiskowych uwarunkowań mikrobiologicznej kontroli komarów (Culicidae) na terenie aglomeracji wrocławskiej – rozprawa doktorska
- Kubica – Biernat B. 1999. Distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Poland. *European Mosquito Bulletin* 5: 1 - 17
- Kubica-Biernat B., Kowalska-Ulczyńska B. 2006. Fauna komarów (Diptera: Culicidae) Mierzei Wiślanej. W: Buczek A., Błaszak C. (Red.), *Stawonogi. Środowisko, patogeny i żywiciele*. Wyd. Koliber, Lublin: 61 – 66.
- Lonc E., Rydzanicz K. 1999. Wprowadzenie do biologii warunkującej środowiskowe zwalczanie komarów. *Wiadomości parazytologiczne*. 45 (4): 431-448
- Lonc E., Rydzanicz K., Gomułkiewicz B. 2004. Monitoring środowiskowy i zwalczanie miejskich populacji komarów Culicinae (Diptera: Culicidae) we Wrocławiu. *Wiadomości Parazytologiczne*. 50 (3): 571-578
- Lonc E, Andrzejczak S. 2005. Bioróżnorodność toksyn *Bacillus thuringiensis* ich zastosowanie. *Postępy Mikrobiologii*. 44 (3): 253-263
- Lonc E., Rydzanicz K., Jawień P. 2010. Ekologiczne aspekty biokontroli komarów z

wykorzystaniem technik GPS/GIS. Wiadomości Parazytologiczne. 57 (4): 295-305

Pawłowski Z., Stefaniak J. (red.) 2004. Parazytologia kliniczna w ujęciu wielodyscyplinarnym. Wyd. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa. pp. 364

Rydzanicz K., Lonc E., Kiewra D. 2008. Organizacja integrowanego programu zwalczania komarów na terenie wrocławskich Pól Irygowanych. W: Buczek A., Błaszak Cz. (red.), Stawonogi. Oddziaływanie na żywiciela. Akapit, Lublin. pp. 281-288

Rydzanicz K., Kącki Z., Jawień P. 2011. Environmental factors associated with the distribution of floodwater mosquito eggs in irrigated fields in Wrocław, Poland. Journal of Vector Ecology 36(2): 332 – 342

Rydzanicz K., Czulowska A., Manz C., Jawień P. 2017. First record of *Anopheles daciae* (Linton, Nicolescu & Harbach, 2004) in Poland. Journal of Vector Ecology 42: 196-199

Schaffner F., Medlock J.M., Van Bortel W. 2013. Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. Clinical Microbiology and Infection. 19(8): 685-692

Service M. 2008. Medical entomology for students. Cambridge University Press. pp 289

WHO. 2008. World Malaria Report. World Health Organization, Geneva, Switzerland, pp. 215

Osoba monitorująca

dr Piotr Jawień

Załącznik 1

Załącznik 2