



Raport otwarcia reprezentujący obecny stan wiedzy na temat związku zmian klimatu ze stanem zdrowia

Zadanie finansowane ze środków „Narodowego Programu Zdrowia na lata 2016-2020”
Umowa nr 6/4/5/NPZ/2018/1094/542

Spis treści:

1. Wprowadzenie	3
2. Zmiany klimatu	5
2.1. Zagrożenia klimatyczne w Europie	5
2.2. Klimat Polski	7
2.3. Skutki zmian klimatu	9
3. Zdrowotne aspekty zmian klimatu	12
4. Zagrożenia termiczne (fale upałów i chłódów)	21
5. Choroby wektorowe	25
5.1. Wpływ wahań temperatury i wilgotności na wskaźniki śmiertelności kleszczy	25
5.2. Biologia kleszczy a warunki środowiskowe	25
5.3. Kleszcze jako rezerwuuar i wektor patogenów chorób transmisyjnych w Polsce	27
5.4. Stan wiedzy na temat zakażeń w Polsce wirusem kleszczowego zapalenia mózgu (KZM) oraz występowania tego wirusa w naszym kraju	34
5.5. Podsumowanie	35
6. Wpływ zmian klimatu na występowanie chorób związanych z wodą i żywnością: analiza sytuacji w Europie i Polsce	37
6.1. Pałeczki <i>Legionella</i> i legioneloza a zmiany klimatu	37
6.2. Występowanie przecinkowców z rodzaju <i>Vibrio</i> a zmiany klimatu	44
7. Wnioski i rekomendacje	57

1. Wprowadzenie

Zmiany klimatu, wg. organu ONZ - Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) rozumiane są jako zmiany wartości średnich i/lub zmienności elementów klimatu, utrzymujące się przez dłuższy okres, najczęściej dziesięciolecia lub dłużej. Zmiany klimatu mogą być następstwem zarówno naturalnych procesów wewnętrznych, jak i wymuszenia zewnętrznego lub trwałych zmian antropogenicznych w składzie atmosfery, lub w użytkowaniu gruntów¹. Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) w swoim artykule 1 definiuje zmianę klimatu jako: „zmianę w klimacie spowodowaną pośrednio lub bezpośrednio działalnością człowieka, która zmienia skład atmosfery ziemskiej i która jest odróżniana od naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach”.

Zmianom klimatycznym towarzyszą ekstremalne zjawiska pogodowe (*zjawiska rzadko występujące na danym terenie i w danej porze roku, o zazwyczaj przyjmowanej częstotliwości występowania mieszczącej się w granicach 10-ego lub 90-ego percentyla zaobserwowanej funkcji gęstości prawdopodobieństwa*). Należy podkreślić, że pojedyncze zjawiska ekstremalne nie mogą być w sposób prosty i bezpośredni przypisane antropogenicznej zmianie klimatu, ponieważ zawsze występuje określone prawdopodobieństwo, że analizowane zjawisko powstało w wyniku naturalnych procesów. Jeśli układ ekstremalnej pogody utrzymuje się przez pewien okres, np. porę roku, może być sklasyfikowany jako ekstremalne zjawisko klimatyczne, szczególnie jeżeli przekracza średnie lub sumaryczne wartości (np. susza lub ulewne deszcze w skali pory roku).

Wg Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) w związku z globalnym ocieplaniem się klimatu i wzrostem intensywności występowania zjawisk ekstremalnych z roku na rok, zmiany klimatu stanowią istotny problem dla globalnego zdrowia publicznego. W ciągu ostatnich 50 lat działalność człowieka, a w szczególności spalanie paliw kopalnych (ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego) oraz biomasy i intensyfikacja rolnictwa spowodowała znaczącą emisję tzw. gazów cieplarnianych (*naturalnych i antropogenicznych elementów składowych atmosfery, które absorbują i emitują promieniowanie o określonych długościach fal w zakresie widma cieplnego promieniowania podczerwonego emitowanego przez powierzchnię Ziemi, samą atmosferę oraz chmury; gazu cieplarniane to: para wodna (H₂O),*

¹ Ciais P. et al (2013): Climate change 2013: the physical science basis contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013 <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

dwutlenek węgla (CO₂), podtlenek azotu (N₂O), metan (CH₄), ozon (O₃), sześćciofluorek siarki (SF₆), fluorowęglowodory (HFCs) oraz perfluorowęglowodory (PFCs)) w ilościach powodujących efekt cieplarniany (pochłanianie przez gazy cieplarniane ciepłego promieniowania podczerwonego, emitowanego przez powierzchnię Ziemi, atmosferę i chmury, co prowadzi do zatrzymania ciepła przy powierzchni ziemi i w troposferze; zwiększenie koncentracji gazów cieplarnianych prowadzi do wzrostu współczynnika pochłaniania promieniowania podczerwonego w atmosferze a przez to do silniejszego wypromieniowania w kosmos z większych wysokości przy niższych temperaturach, co powoduje wymuszenie radiacyjne, które prowadzi do wzmocnienia efektu cieplarnianego, czyli tzw. wzmocnionego efektu cieplarnianego), co wpłynęło na ocieplenie się globalnego klimatu².

Od czasu rewolucji przemysłowej emisje gazów cieplarnianych stale wzrastają³. Należy dodać, że wyemitowany CO₂ pozostaje w atmosferze przez bardzo długi czas⁴. W ciągu ostatnich 130 lat średnia temperatura powietrza wzrosła o około 0,85 st. C. Każda kolejna z ostatnich trzech dekad była sukcesywnie cieplejsza niż jakakolwiek inna dekada poprzedzająca 1850 rok⁵. Szacuje się, że oceany pochłonęły ponad 90% zatrzymanej w atmosferze energii w ostatnich latach. Wzrost temperatury powodujący topnienie lodowców (rocznie znika ok. 50 000 km² lodu Arktyki, Antarktyda traci rocznie ok. 159 miliardów ton lodu)⁶ w efekcie prowadzi do wzrostu poziomu mórz i oceanów. Taka sytuacja w konsekwencji powoduje wzrost i częstotliwość występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych. Konsekwencje tego stanu rzeczy nie pozostają obojętne dla zdrowia publicznego.

² WHO Fact "Climate change and Health" sheet <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

³ British Petroleum. BP statistical review of world energy June 2014. London: BP, 2014

⁴ Ciais P. et al (2013): Climate change 2013: the physical science basis contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013 <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

⁵ IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

⁶ McMillan M et al (2014): Increased ice losses from Antarctica detected by CryoSat-2. Geophys Res Lett 2014; 41: 3899–905

2. Zmiany klimatu

Krzysztof Skotak

2.1. Zagrożenia klimatyczne w Europie

W ostatnich latach w Europie wyraźnie zauważalne są symptomy zmieniającego się klimatu. Do najbardziej istotnych zaliczyć należy wzrosty średniej temperatury oraz różnice w rozkładzie opadów⁷. Najważniejsze obserwowane i przewidywane skutki zmian klimatu w głównych regionach biogeograficznych Europy mają wpływ zarówno na morza europejskie – poprzez zakwaszenie oceanów i rosnącą temperaturę wody, jak i na wybrzeża zagrożone podnoszeniem się poziomu mórz, erozją i częstszymi potężnymi sztormami. Zmiany klimatu odbijają się również na systemach wód słodkich – w południowej i wschodniej Europie spada ilość wody w rzekach, podczas gdy w innych regionach rośnie. Na ekosystemy słodkowodne wpływa również zwiększenie częstotliwości i intensywności susz (zwłaszcza w południowej Europie) oraz wzrost temperatury wody. Ekosystemy lądowe zmieniają się w zakresie fenologii i dystrybucji, a ich stabilności zagrażają również inwazyjne gatunki obce⁸.

Najbardziej zauważalne zmiany klimatu w Europie dotyczą⁹:

- **Temperatury.** Globalna średnia temperatura powierzchni jest kluczową zmienną klimatyczną wykorzystywaną do śledzenia antropogenicznych zmian klimatu, często wskazywana jako kluczowy argument do podejmowania wszelkich działań. Zmiany średniej temperatury w Europie różnią się do globalnej, ale świadczą o istotnych zmianach klimatu na kontynencie. Wskaźnik ten najczęściej wykorzystywany jest do oceny skutków zmian klimatycznych i informowania. W tym przypadku największą rolę odgrywają ekstremalne warunki cieplne, mogące mieć poważny wpływ na zdrowie całych populacji.
- **Opadów.** Średnie opady atmosferyczne są kluczową zmienną klimatyczną o dużym znaczeniu dla funkcjonowania ekosystemów. W powiązaniu z powodzią i podtopieniami mają również istotne znaczenie dla oceny ryzyka systemów miejskich oraz ludzi.

⁷ Ciais P. et al (2013): Climate change 2013: the physical science basis contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013 <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

⁸ Środowisko Europy 2015. Stan i prognozy. Synteza. EEA, Kopenhaga, 2015

⁹ Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, 2017

- **Prędkości wiatru.** Silne wiatry, w tym tornada, w połączeniu z występowaniem burz są postrzegane jako znaczące zagrożenie, mogące spowodować przede wszystkim znaczne szkody materialne. Stanowią również zagrożenie dla zdrowia.
- **Grad.** Ten typ opadu jest odpowiedzialny przede wszystkim za znaczne zniszczenia budynków, upraw, pojazdów i infrastruktury w dotkniętych regionach. Jednak lokalny charakter gradu sprawia, że trudno jest go monitorować, a ocena zmian i trendów obciążona jest dużym poziomem niepewności.



Rycina 2.1. Najważniejsze obserwowane i przewidywane skutki zmian klimat w głównych regionach w Europie (źródło EEA, 2015)

Prowadzone w Europie obserwacje wskazują, że w zależności od regionu obserwowany jest wzrost temperatury średniej rocznej na całym obszarze Kontynentu (obejmującym ląd i morza) w granicach 0,83-0,89°C w okresie 2006-2015 w stosunku do okresu przedindustrialnego. Z 16 najcieplejszych lat w historii pomiarów, 15 miało miejsce w ostatnich latach począwszy od 2000 roku. Najcieplejszym rokiem w historii był 2014 i 2015. Wzrost średniej rocznej temperatury dla obszaru lądowego w okresie wspomnianej dekady wyniósł około 1,5°C. Przewiduje się, znaczny wzrost średniej rocznej temperatura gruntu w Europie pod koniec obecnego stulecia (w stosunku do okresu 1971-2000) od 1 do 5,5°C w zależności od scenariusza. Najsilniejsze ocieplenie prognozowane jest w północno-wschodniej części Europy i w Skandynawii latem, zaś zimą na południu Europy.

2.2. Klimat Polski

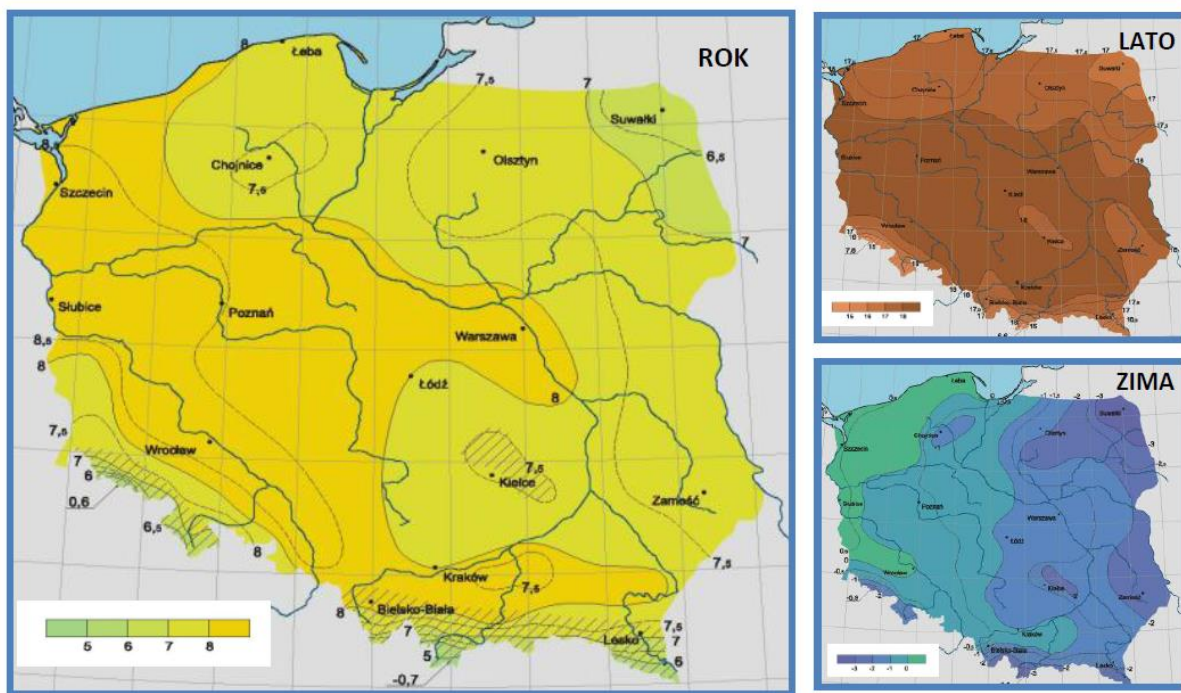
Opracowań charakteryzujących klimat Polski jest wiele. Podstawą oceny klimatu są głównie dane pomiarowe prowadzone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB)¹⁰ oraz wykonywane na ich podstawie mapy. Prowadzone od wielu lat pomiary i badania wskazują, że klimat Polski charakteryzuje się znaczną zmiennością zarówno w zakresie wskaźników klimatycznych jak i przestrzennym zróżnicowaniem ich występowania¹¹.

Średnie wartości temperatury rocznej powietrza wahają się w granicach 5-9°C. Przeciętnie najcieplejszym obszarem jest południowo-zachodnia część Polski, zaś najchłodniejszym - północno-wschodnia (w szczególności obszary górskie). Najmniejsze amplitudy temperatury obserwowane są na wybrzeżu zaś największe na wschodzie kraju. Najchłodniejszym regionem kraju jest północny wschód Polski (Pojezierze Suwalskie).

Zróżnicowanie temperatury powietrza wpływa na długość okresu wegetacyjnego i okresu aktywnego wzrostu roślin. Średnio okres wegetacyjny w Polsce trwa 214 dni, wahając się od 199 do 233 dni zgodnie z gradientem temperatury północny wschód – południowy zachód.

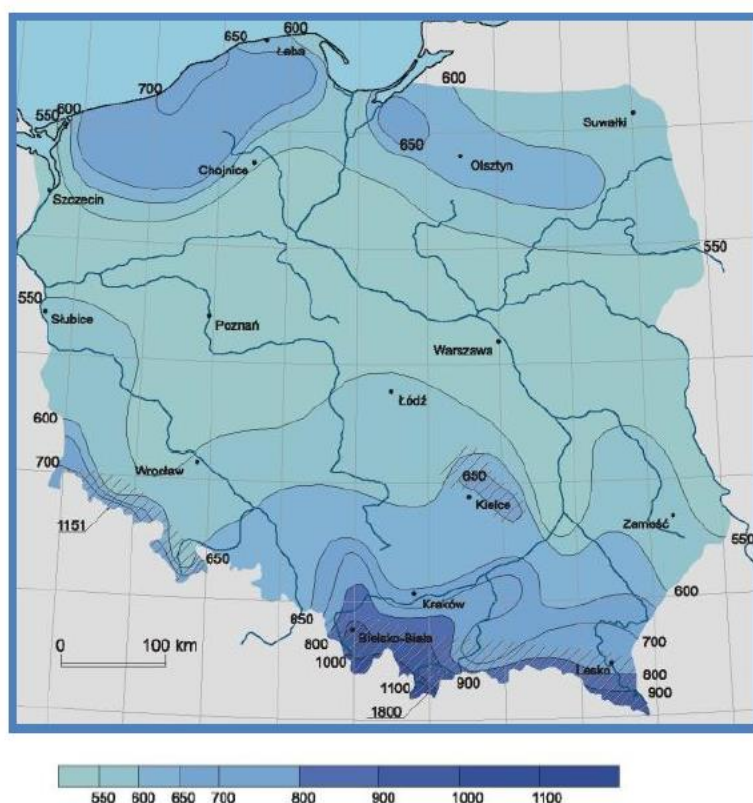
¹⁰ http://klimat.pogodynka.pl/pl/climate-maps/#Mean_Temperature/Monthly/2010/1/Winter

¹¹ SPA2020. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. Ministerstwo Środowiska. Warszawa, październik, 2013



Rycina 2.2. Średnia temperatura powietrza w st. C na obszarze Polski (1971-2000) (źródło SPA2020)

Jeszcze większą zmiennością przestrzenną charakteryzują się opady atmosferyczne, wykazując dużą zależność od ukształtowania powierzchni terenu. Średnia suma opadów dla Polski wynosi blisko 600 mm, przy czym najmniejsze opady obserwuje się w środkowej części Polski (poniżej 500 mm), zaś najwyższe na wybrzeżu (blisko 800 mm) i w górach (ponad 1000 mm). Najwyższe sumy opadów obserwowane są latem, gdy występują tzw. deszcze nawałne (opady atmosferyczne o natężeniu > 2 mm/min) w trakcie występowania burz. Warto zauważyć, że opady śniegu, nie przekraczają 15-20% rocznej sumy opadów.



Rycina 2.3. Średnie roczne sumy opadów w mm na obszarze Polski (1971-2000) (źródło SPA2020)

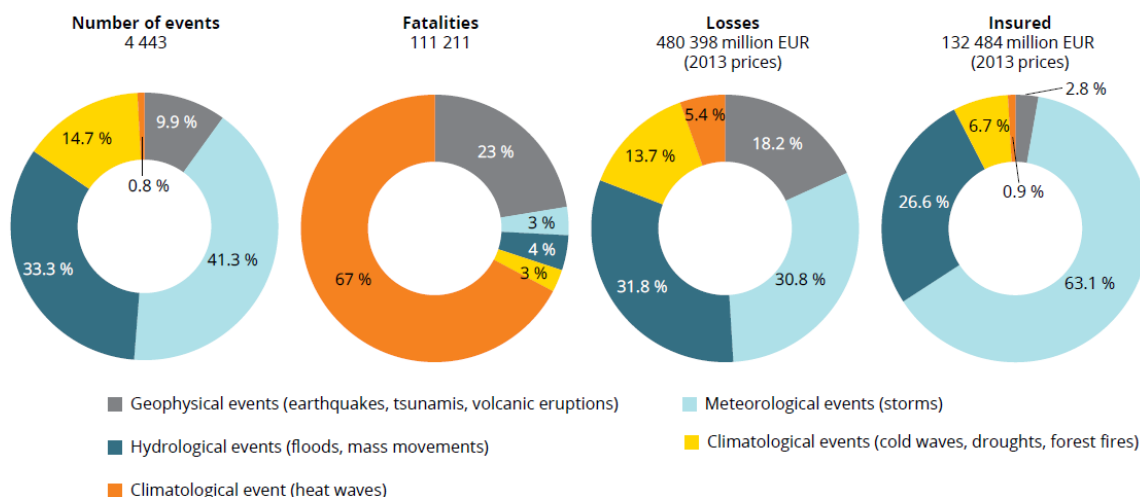
2.3. Skutki zmian klimatu

Szacunki pokazują, że straty ekonomiczne spowodowane ekstremalnymi zjawiskami klimatycznymi w ostatnich latach wzrosły, przy zauważalnej dużej zmienności przestrzennej i rocznej. Szacunki poniesionych kosztów spowodowanych klęskami żywiołowymi nie są pełne i najczęściej obejmują koszty bezpośrednie usuwania skutków. Często odzwierciedlają jedynie strukturalne szkody w dobrach materialnych, pomijając wpływ na zdrowie, zaburzenie funkcjonowania ekosystemów czy straty niematerialne jak w przypadku dziedzictwa kulturowego.

Według danych NatCatSERVICE, straty klimatyczne maksymalnie stanowią 82% ogółu zgłoszonych strat w państwach członkowskich UE w latach 1980-2013. Pozostałe 18% to straty wynikające z trzęsień ziemi i erupcji wulkanów¹².

Straty ekonomiczne i skutki zdrowotne zależne są od rodzaju zagrożeń klimatycznych. Przykładowo fale upałów stanowią ok. 1% wszystkich zagrożeń obejmując zaledwie 5% zgłoszonych strat, ale są odpowiedzialne aż za 67% wszystkich ofiar śmiertelnych.

¹² Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017. European Environment Agency, 2017



Rycina 2.4. Liczba zdarzeń, ofiar śmiertelnych oraz, strat całkowitych i strat związanych z ubezpieczeniami dla zagrożeń naturalnych (źródło NatCatSERVICE)

Szacuje się, że straty związane z występowaniem ekstremów klimatycznych w Europie wynoszą przeciętnie 11,6 mld EUR rocznie (710 EUR na mieszkańca, ok. 0,1% skumulowanego PKB)¹³. Należy dodać, że jedynie 33% wszystkich zgłoszonych strat było ubezpieczonych. Rozkład przestrzenny strat spowodowanych zmianami klimatycznymi w państwach członkowskich UE nie jest równomierny. Największe straty w wartościach bezwzględnych odnotowano w dużych krajach takich jak: Niemcy, Włochy i Francja. Najwyższe straty przeliczone na mieszkańca odnotowano w Szwajcarii, Danii i Luksemburgu oraz w Czechach, Chorwacji i na Węgrzech.

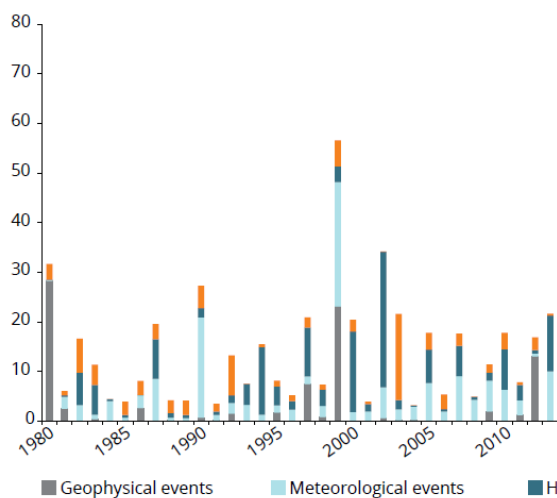
Średnie roczne (skorygowane o inflację) straty związane z występowaniem klimatycznych zjawisk ekstremalnych w Europie wzrosły z 7,6 mld EUR w latach '80, do 13 mld euro w latach '90 i 13,7 mld EUR w roku 2000. Najbardziej kosztownym ekstremum klimatycznym do tej pory była powódź w Europie Środkowej w 2002 r. (20 mld EUR) oraz susza i fala upałów w 2003 r. (16 mld EUR). Szacuje się, że aż 14 mld EUR strat spowodował w 1999 roku zimą sztorm "Lothar"¹⁴.

¹³ Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017. European Environment Agency, 2017

¹⁴ Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017. European Environment Agency, 2017

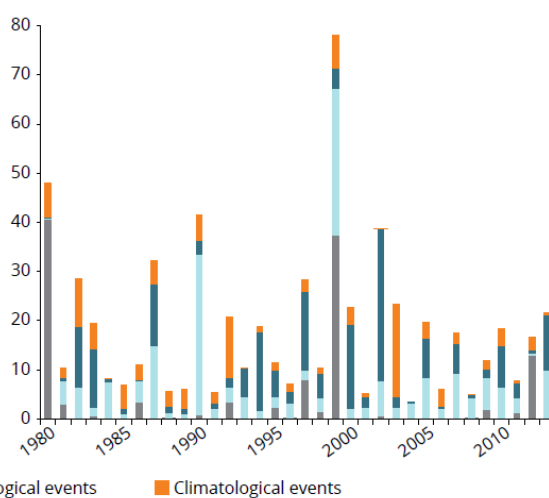
Economic losses (adjusted for inflation only)

Billion EUR (2013 EUR value)



Economic losses (adjusted for inflation and wealth)

Billion EUR (adjusted)



Rycina 2.5. Trendy wysokości strat ekonomicznych związanych z zagrożeniami naturalnymi w Europie (źródło NatCatSERVICE)

3. Zdrowotne aspekty zmian klimatu

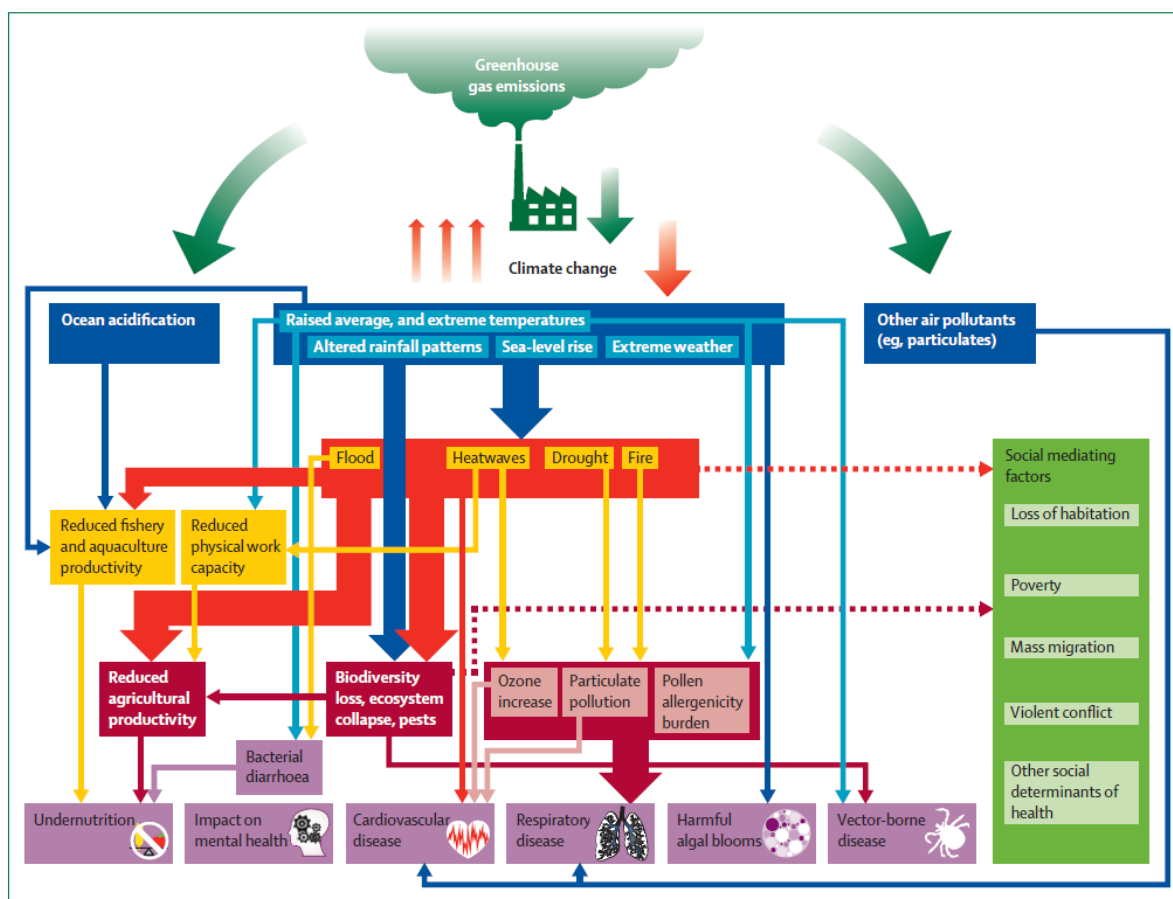
Krzysztof Skotak

Chociaż globalne ocieplenie może przynieść pewne korzyści, szczególnie w skali lokalnej, takie jak np. spadek liczby zgonów z powodu wychłódzeń w klimacie umiarkowanym lub wzrost produkcji żywności na niektórych obszarach, gdzie warunki klimatyczne sprzyjają danej uprawie, to ocenia się, że skutki zdrowotne zmieniającego się klimatu najprawdopodobniej będą w przeważającej mierze obszarów globu negatywne.

Mechanizm zdrowotnego wpływu zmian klimatu nie jest w pełni poznany i wskazuje na szereg interakcji i powiązań¹⁵. Wpływ zmian klimatu na zdrowie może mieć charakter:

- **bezpośredni**, np. poprzez występowanie okresów upałów i chłódów, intensyfikację występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych takich jak burze, czy tornada, powodzie (powodujące ryzyko utonięcia) oraz susze (wywołujące pożary lasów),
- **pośredni**, m.in. przez wpływ zmian reżimów termiczno-opadowych na ekosystemy (powodując np. straty w rolnictwie oraz wzrost ryzyka występowania chorób wektorowych) oraz gospodarkę (straty w wyniku powodzi czy huraganów oraz nawałnych deszczy) i strukturę społeczną (np. powodujące migracje ludności i występowanie konfliktów na tle ekonomicznym i społecznym).

¹⁵ Watts N. et al. (2015): Health and climate change: policy responses to protect public health. The Lancet Commissions. Vol 386 November 7, 2015

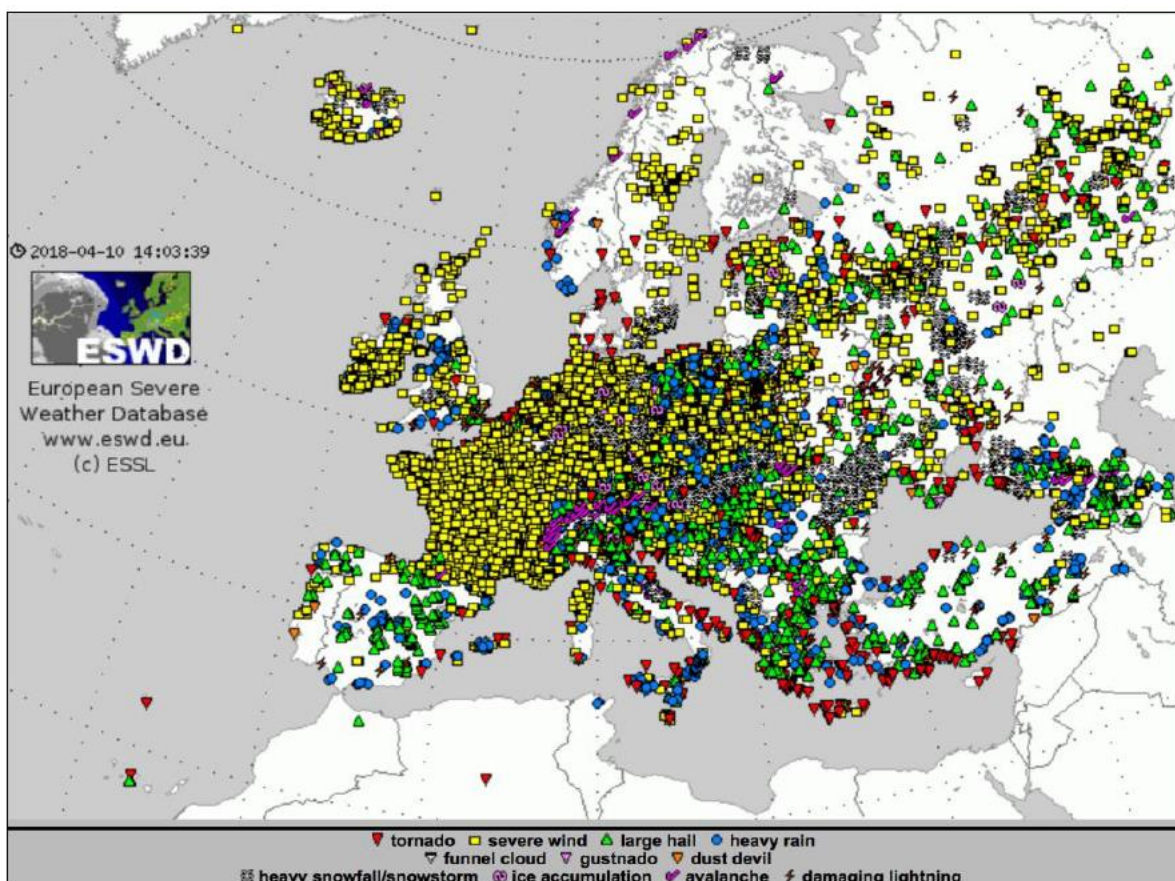


Rycina 3.1. Ogólny schemat powiązań wpływu zmian klimatu na zdrowie (źródło Watts N. et al., 2015)

W przypadku oddziaływań bezpośrednich, analizuje się przede wszystkim wpływ na organizm człowieka pojedynczych elementów klimatu, w tym przede wszystkim zjawisk pogodowych^{16, 17}.

¹⁶ Annual Report 2017, European Severe Storms Laboratory (ESSL) e.V, Weßling, 2018

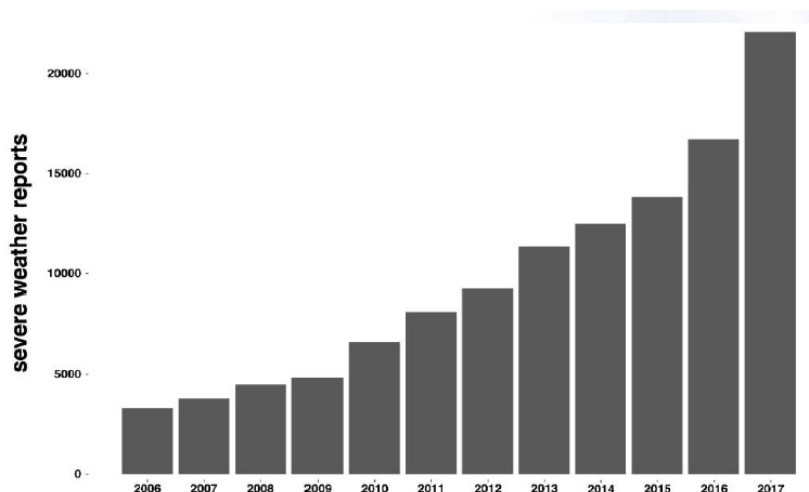
¹⁷ Błażejczyk K., Kozłowska-Szczęśna T. 2008. Klimat a zdrowie. [w:] Kundzewicz Z.W., Starkel L (red.) Globalne ocieplenie i jego skutki, Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych, t. 57, 3-4, s. 269-279



Rycina 3.2. Występowanie zjawisk ekstremalnych w Europie w 2017 roku (źródło ESSL2018)

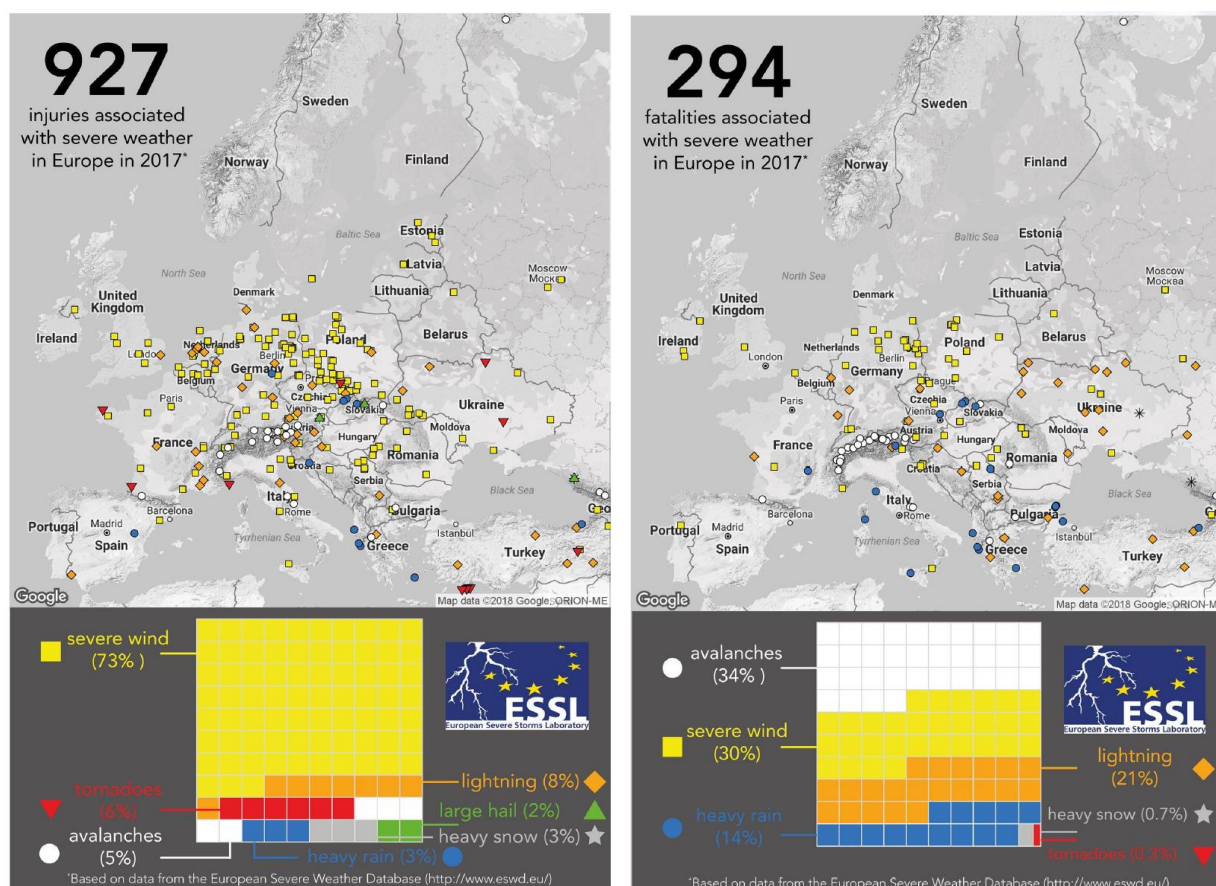
Niemal wszystkie zjawiska pogodowe, szczególnie o charakterze ekstremalnym są monitorowane¹⁸. Tylko w 2017 roku zaobserwowano w Europie ponad 22 tysiące takich przypadków, głównie silnych wiatrów (ponad 66% przypadków). Należy podkreślić, że w 2017 roku w Europie zaobserwowano występowanie ponad 600 tornad oraz ponad 2,5 tys. przypadków intensywnego gradu i deszczy nawalnych. Wyniki obserwacji wskazują, że liczba zjawisk ekstremalnych w Europie szybko wzrasta z roku na rok.

¹⁸ Watts N. et al. (2015): Health and climate change: policy responses to protect public health. The Lancet Commissions. Vol 386 November 7, 2015



Rycina 3.3. Liczba zjawisk ekstremalnych w Europie w latach 2006-2017 (źródło ESSL2018)

W wyniku tych zjawisk w roku 2017 zaobserwowano blisko 1000 przypadków uszkodzeń ciała oraz blisko 300 ofiar śmiertelnych, w tym również w Polsce.



Rycina 3.4. Przestrzenny rozkład przypadków uszkodzeń ciała oraz zgonów w Europie w 2017 w wyniku występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych (źródło ESSL2018)

Zdecydowana większość skutków zdrowotnych łączonych ze zmianą klimatu dotyczy pośredniego wpływu i złożonych procesów ekologicznych i społecznych. Do najważniejszych zaliczyć należy:

- choroby wektorowe,
- choroby wodozależne, w tym obecność w wodzie toksyn wytwarzanych przez mikroorganizmy wodne,
- skutki zanieczyszczenia powietrza (w tym w wyniku pożarów lasów),
- konsekwencje występowania powodzi (w tym straty w mieniu oraz poprzez wpływ na psychikę populacji dotkniętych),
- konsekwencje występowania susz (w tym poprzez wpływ na żywność),
- konsekwencje występowania huraganów (w tym straty ekonomiczne).

Zakwity wody i związany z nimi rozwój wytwarzających toksyny sinic są powiązane ze wzbogacaniem zbiorników wodnych w składniki biogenne, zwłaszcza w czasie upałów, co może mieć wpływ na zdrowie człowieka. Sinice (Cyanobacteria) należy do grupy prokariotycznych organizmów wodnych, wchodzących w skład fitoplanktonu, reprezentowana przez przeszło 2500 gatunków¹⁹. Występują powszechnie na całym świecie w zbiornikach zarówno słonowodnych, jak i słodkowodnych, w rzekach, a nawet źródłach termalnych. Oznacza to, że zagrożenie dla zdrowia sinicami dotyczyć może każdego akwenu wodnego w którym dochodzi do zakwitu sinic, czyli masowego namnażania i obumierania komórek Cyanobacteria²⁰. Należy zaznaczyć, że do zakwitów dochodzić może również w przypadku namnażania się szeregu innych organizmów fitoplanktonowych np. zielenic, okrzemek czy złotowiciowców, które w przeciwieństwie do sinic nie mają większego wpływu na zdrowie człowieka²¹. Toksyczne gatunki sinic (cyjanotoksyn), w szczególności cykliczne peptydy, alkaloidy oraz lipopolisacharyd, mogą mieć działanie hepato-, cyto-, neuro-, lub dermatotoksyczne. Najbardziej wrażliwe na działanie toksyn sinicowych są stałocieplne kręgowce, w związku z czym bezpośredni kontakt człowieka z kwitnącą wodą prowadzić może do licznych powikłań zdrowotnych. Niebezpieczne dla zdrowia jest również spożywanie ryb i bezkręgowców wodnych (krewetki, małże, ślimaki) odżywiających się fitoplanktonem, poławianych w

¹⁹ Oren A. (2011): Cyanobacterial systematics and nomenclature as featured in the International Bulletin of Bacteriological Nomenclature and Taxonomy. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2011, 61, 10-15.

²⁰ Rzymski P. (2009): Wpływ toksyn sinicowych na zdrowie człowieka *Nowiny Lekarskie* 2009, 78, 5–6, 353–359

²¹ Stewart I., Falconer I.R. (2008): Cyanobacteria and cyanobacterial toxins. W: Walsh P.J., Smith S.L., Fleming L.E. (eds.): *Oceans and human health: risks and remedies from the seas*. New York, Academic Press, 2008, 271-296.

ekosystemach podatnych na zakwity sinic^{22,23}. Z tego powodu toksyny sinicowe stanowią realne zagrożenie dla zdrowia człowieka. Istnieje szereg dróg narażenia się na oddziaływanie cyjanotoksyn. Najczęściej do zatrucia dochodzi drogą pokarmową, w wyniku spożycia skażonej wody pitnej, jeziornej lub morskiej i organizmów wodnych (skorupiaków, małży, ryb, jadalnych alg), które skumulowały w tkankach toksyny lub na powierzchni, których występują toksyczne sinice. Zagrożeniem są również coraz bardziej popularne suplementy diety oparte o wysuszone sinice (gdyż w suszu mogą znaleźć się obok gatunki toksyczne). Kontakt z toksynami może nastąpić również na drodze dermalnej: podczas rekreacyjnej kąpieli w zbiornikach o wysokim udziale sinic toksycznych (w okresie zakwitu) czy kąpieli sanitarnej, jeżeli woda wodociągowa jest skażona. Istnieje również możliwość ekspozycji drogą oddechową poprzez wdychanie wodnych aerozoli, sprayów lub powietrza pochodzącego ze skażonego systemu klimatyzacyjnego. W przypadku użycia do hemodializy wody skażonej cyjanotoksynami może dojść do zagrożenia życia człowieka. Zmiany klimatu, szczególnie w okresie występowania fal upałów, mogą spowodować wzrost występowania i namnażania sinic, a tym samym zwiększyć częstotliwość występowania zakwitów wody²⁴.

W przypadku ryzyka związanego z chorobami wektorowymi, decydującą rolę odgrywają zmiany reżimu termiczno-wilgotnościowego, wpływając na rozwój oraz zasięg i występowanie wektorów takich jak bakterie, komary i kleszcze (zagrożenia opisane w poniższych rozdziałach), zwiększając liczbę zgonów o ponad 600 000 rocznie²⁵.

Zmiany klimatu będą również wpływać na występowanie chorób wodozależnych, w tym poprzez zanieczyszczenie zasobów wody przeznaczonej do spożycia oraz przez wzrost temperatury akwenów i zapewnienie dogodnych warunków do rozwoju bakterii²⁶ (szerszy opis zawarty jest w poniższych rozdziałach raportu).

Obserwowane zmiany temperatury, częstości opadów w powiązaniu z występowaniem stagnacji powietrza wpływają na poziom zanieczyszczenia powietrza, który już obecnie stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia^{27,28,29}. Zmiany klimatu wpływają na poziom

²² Kabziński A.K.M.: Badanie obecności toksyn sinicowych w wodach powierzchniowych. *Polski Przegląd Geolog.*, 2005, 53, 1067-1068.

²³ Duy T.N. et al (200): Toxicology and risk assessment of freshwater cyano-bacterial (bluegreen algal) toxins in water. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 2000, 163, 113 –186.

²⁴ Jöhnk, K. D. et al. (2008): 'Summer heatwaves promote blooms of harmful cyanobacteria', *Global Change Biology* 14, pp. 495–512

²⁵ Stan środowiska w Polsce w roku 2018. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2018

²⁶ Lipp EK, Huq A, Colwell RR (2002): Effects of global climate on infectious disease: the cholera model. *Clin Microbiol Rev* 2002; 15: 757–70

²⁷ Stan środowiska w Polsce. Sygnały 2016. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2017

zanieczyszczenia zarówno poprzez tworzenie się zanieczyszczeń, ich dyspersję i depozycję³⁰. Głównymi zanieczyszczeniami powietrza związanymi ze zmianami klimatu są ozon w warstwie przyziemnej (tworzony w wyniku reakcji fotochemicznych przy wzroście temperatury i udziale promieniowania w obecności prekursorów ozonu) i pył zawieszony (emitowany w wyniku pożarów lasów oraz wtórnego unosu w okresach suszy).

Zmiany klimatu (niedobory wody i susze) mogą mieć istotne implikacje dla bezpieczeństwa żywnościowego (zapotrzebowanie wody do produkcji żywności) i poziomu ubóstwa, a także dla zdolności rządów i systemów opieki zdrowotnej do radzenia sobie z pojawiającymi się zagrożeniami dla zdrowia. Tym samym należy liczyć się ze wzrostem ceny żywności i w konsekwencji z jej dostępnością dla ubogich (jednej z najbardziej wrażliwych grup społecznych)³¹.

Kolejnym zagrożeniem dla zdrowia związanym ze zmianami klimatu jest wzrost częstotliwości występowania powodzi, gwałtownych burz i huraganów. W przypadku huraganów i powodzi, poza bezpośrednim zagrożeniem, należy liczyć się również z długoterminowym wpływem na jakość życia i problemami psychicznymi oraz krótkotrwałymi zdarzeniami związanymi z prawdopodobieństwem wybuchu epidemii³².

Bezpośrednie i pośrednie zagrożenia dla zdrowia populacji związane z klimatem mają wymiar społeczny i uwarunkowane są geograficznie. Co więcej, zagrożenia nie są rozmieszczone równomiernie na świecie i zależą od takich czynników jak: poziom rozwoju społeczno-gospodarczego danego regionu (kraj), poziom rozwoju technologicznego oraz poziom świadczenia usług zdrowotnych.

Ocenia się, że zmiany klimatu mogą ograniczyć poziom rozwoju w wielu regionach świata, tym świadczenie usług zdrowotnych i innych usług wpływając na stan gospodarki i infrastrukturę państw. Mogą mieć wpływ na postrzeganie poziomu bezpieczeństwa wpływając na aspekty tożsamości kulturowej w miejscach bezpośrednio dotkniętych. Skutki zagrożeń klimatycznych mogą więc być zarówno wzmacniane, jak i modyfikowane przez czynniki społeczne m. in. poprzez poziom produkcji żywności (bezpieczeństwo żywności

²⁸ Stan środowiska w Polsce w roku 2018. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa 2018

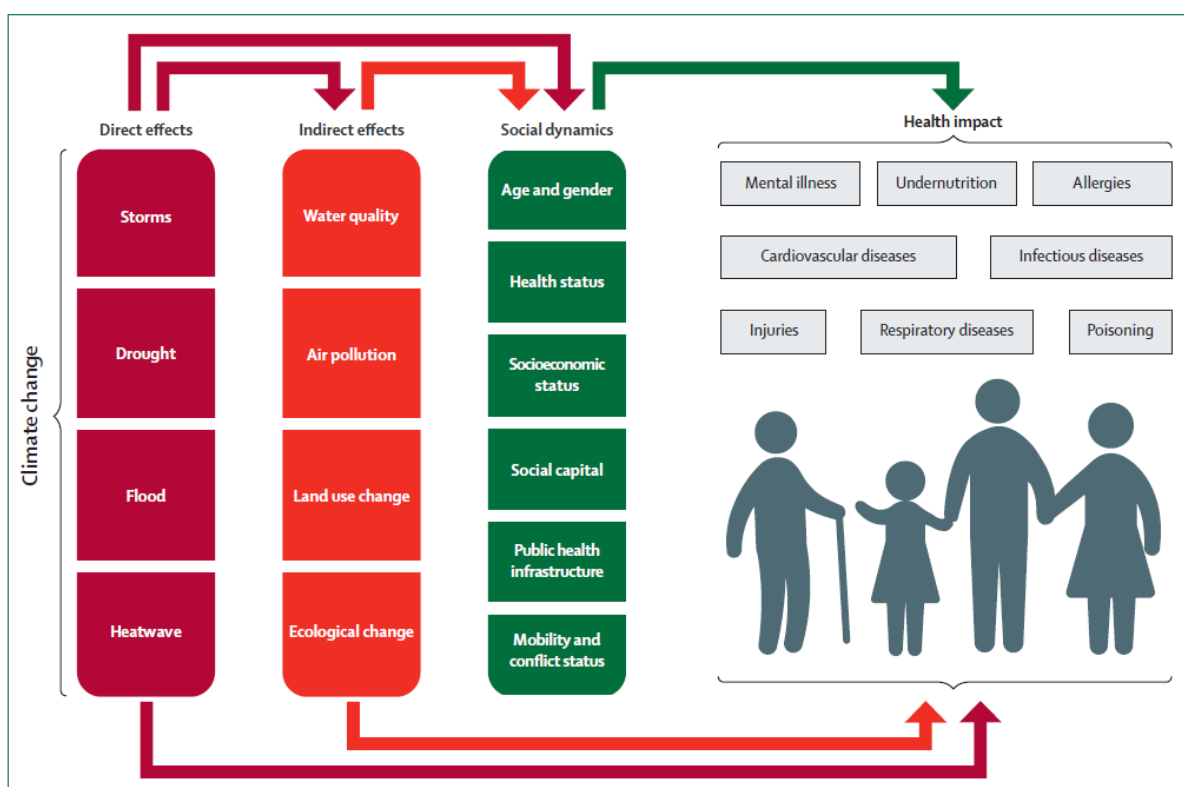
²⁹ Air quality in Europe - 2018 report. EEA Report No 12/2018. European Environment Agency, 2018

³⁰ Giorgi F, Meleux F. (2007): Modelling the regional effects of climate change on air quality. C R Geosci 2007; 339: 721–33

³¹ Porter JR. et al. (2014): Food security and food production systems. In: Field CB. et al. ;: Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014

³² Ahern M. et al. (2005): Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. Epidemiol Rev 2005; 27: 36–46.

często zdeterminowane przez politykę, regulacje i subsydia). Wpływ zmian klimatu na zdrowie w populacji generalnej nie jest równomierny. Badania naukowe wskazują na grupy ludności szczególnie wrażliwe na wpływ zmian klimatycznych, którego uwarunkowania wynikają m.in. z istniejących nierówności społeczno-ekonomicznych, norm kulturowych czy czynników fizjologicznych. Do grup tych należą dzieci, osoby starsze oraz osoby z istniejącymi problemami zdrowotnymi w tym niepełnosprawni. Zmianami klimatu dotknięte mogą być szczególnie osoby bezdomne, biedne i zmarginalizowane społecznie.



Rycina 3.5. Bezpośredni i pośredni mechanizm wpływu zmian klimatu na zdrowie (źródło Watts N. et al., 2015)

Wielkość i charakter skutków zdrowotnych związanych ze zmianami klimatu jest trudny do oszacowania. Istnieje realne ryzyko, że efekty zdrowotne nie będą liniowe w miarę wzrostu emisji gazów cieplarnianych i globalnej zmiany temperatury. Niemal pewne jest, że najbardziej i najbardziej wrażliwe społeczności ucierpią w pierwszej kolejności, ale wzajemnie połączony charakter systemów klimatycznych, ekosystemów i demografii może zaburzyć warunki rozwoju całych populacji (co wskazuje na to, iż nikt nie jest i nie będzie odporny na negatywne skutki zmian klimatu)³³.

³³ Haines A, Ebi KL, Smith KR, Woodward A. (2014): Health risks of climate change: act now or pay later. Lancet 2014; 384: 1073–75

Niestety żaden region na świecie nie jest odporny na negatywne skutki zmian klimatu, co potwierdzają obecnie obserwowane skutki zdrowotne związane z występowaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz problemami z użytkowaniem terenu oraz produkcją i jakością żywności³⁴. W 2014 r. Światowa Organizacja Zdrowia oszacowała wpływ klimatu na zdrowia jako 250 000 potencjalnych przedwczesnych zgonów rocznie w latach 2030-2050 w związku ze zrozumiałymi skutkami zmian klimatu. Wartości te mogą być zaniżone, gdyż nie uwzględniają szkód gospodarczych związanych z upałami, powodzią oraz z niedoborem wody³⁵. Istotne znaczenie mają interakcje między zmianą klimatu a wieloma innymi trendami mającymi wpływ na zdrowie publiczne, takimi jak poziom ubóstwa, czy migracje (przemieszczanie się w regiony o mniejszej podatności na zmiany klimatyczne) oraz czynniki społeczne (m.in. rozkład gęstości zaludnienia wynikający z urbanizacji) oraz zmiany demograficzne (starzenie się populacji).

Na kontynencie europejskim zidentyfikowano cztery główne zdrowotne zagrożenia klimatyczne, które mogą być traktowane odrębnie w ocenie ryzyka i nie są łączone z bardziej ogólnymi wskaźnikami zmian klimatu³⁶. Są to:

- **temperatury ekstremalne** (głównie skupiające się na ekstremalnie wysokich temperaturach),
- choroby przenoszone przez **wektory**,
- choroby przenoszone przez **wodę i żywność**,
- **powódzie** (dotyczy zarówno powodzi przybrzeżnych, jak i rzecznych).

	Flood and wet mass movement (°)	Cold event	Heat wave	Storm	Wildfire
Eastern Europe	8.57	28.27	11.39	1.73	0.54
Northern Europe	0.99	1.67	11.17	2.48	0.01
Southern Europe	6.75	0.92	177.98	1.19	0.97
Western Europe	2.09	0.89	191.58	2.79	0.04
Total	4.64	5.31	128.98	1.99	0.46

Rycina 3.6. Wskaźnik zgonów w przeliczeniu na milion osób w wyniku występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych w podregionach europejskich w latach 1991-2015 (źródło: EEA, 2017)

³⁴ Walker BH et al. (2006): A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. Ecol Soc 2006; 11: 13

³⁵ Hales S. Et al (2014): Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization, 2014

³⁶ Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, 2017

4. Zagrożenia termiczne (fale upałów i chłódów)

Krzysztof Skotak

Kluczowym i bezpośrednim zagrożeniem dla zdrowia związanym ze zmianami klimatu są fale upałów i chłódów, szczególnie w przypadku grup wrażliwych populacji.

Istnieje udowodniony naukowo ścisły związek między ekstremalnymi wysokimi i niskimi temperaturami a wzrostem zachorowań i zgonów^{37,38,39}. Niewiele jednak wiadomo na temat poziomu optymalnych temperatur, podczas których skutki zdrowotne byłyby pomijalne⁴⁰. Wyniki badań wskazują, że kluczowym wskaźnikiem decydującym o poziomie ryzyka poza ekstremalnymi temperaturami są czas trwania anomalii temperaturowych, szybkość wzrostu i spadku temperatury oraz w przypadku upałów również poziom temperatury minimalnej nocą. Ponadto istotnymi czynnikami podnoszącymi ryzyko są również duże natężenie promieniowania słonecznego oraz wysoka wilgotność powietrza⁴¹. Podstawowe mechanizmy patofizjologiczne, które wiążą ekspozycję na wysokie temperatury z ryzykiem zgonu, nie zostały całkowicie wyjaśnione. Udar cieplny w upalne dni i hipotermia w zimie stanowią jedynie niewielki odsetek nadwyżek śmiertelnych. Wysokie i niskie temperatury wiążą się ze zwiększonym ryzykiem dla szerokiego zakresu przyczyn sercowo-naczyniowych, oddechowych i innych, co sugeruje istnienie wielu powiązań i interakcji^{42,43}.

Wyniki badań wskazują, że zdecydowana większość zgonów jest spowodowana ekspozycją na umiarkowanie gorące i niskie temperatury, a udział dni z temperaturami ekstremalnymi w liczbie zgonów pomimo wysokiego ryzyka jest stosunkowo niski^{44,45}.

³⁷ Ye X. et al (2012): Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environ Health Perspect* 2012; 120: 19–28

³⁸ Hales S. et al (2014) : Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization, 2014

³⁹ Aström C. et al (2013): Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment. *BMJ Open* 2013; 3: e001842

⁴⁰ Gasparrini A. et al (2015): Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study, *The Lancet*, Vol 386 July 25, 2015

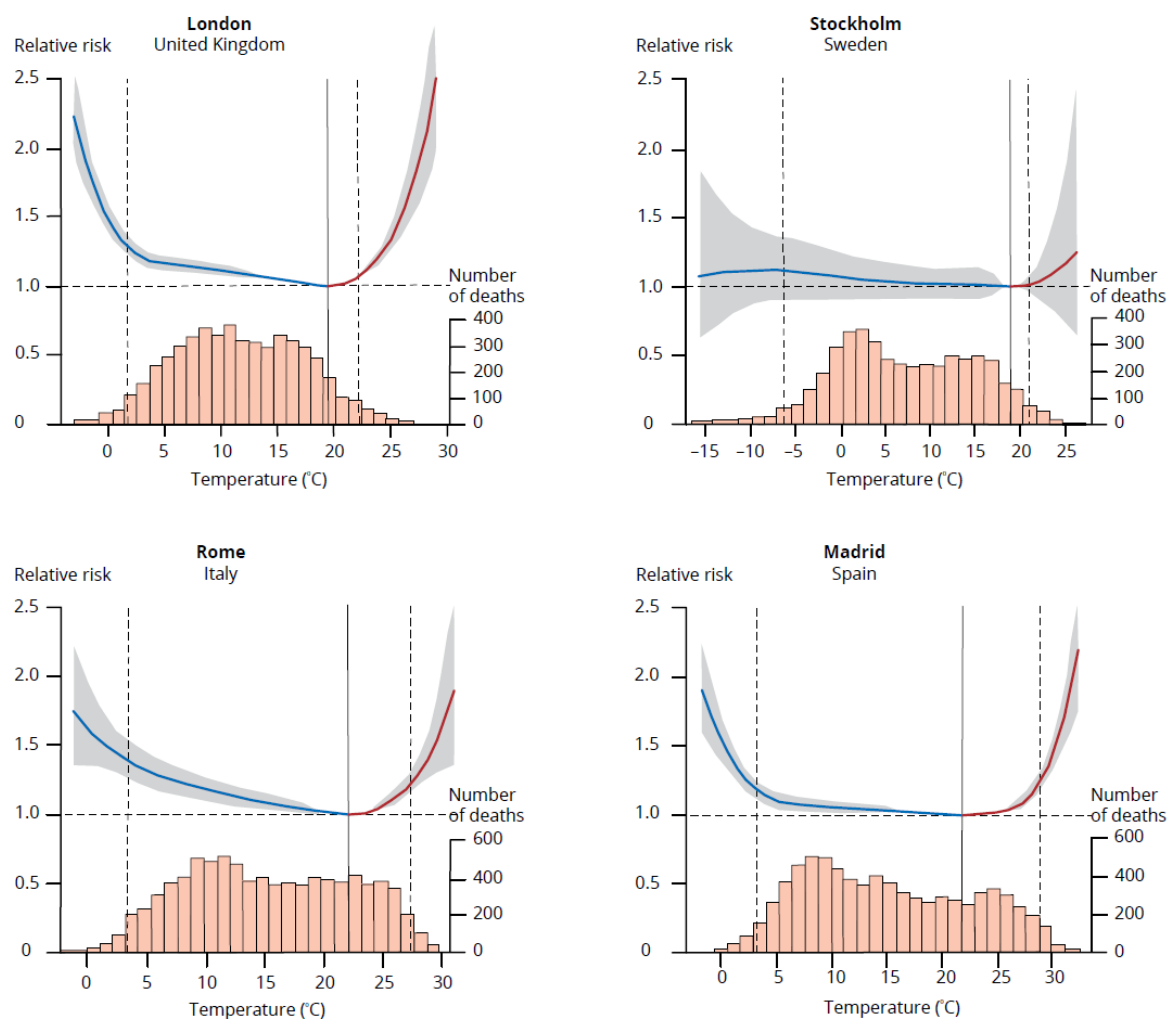
⁴¹ Błażejczyk K., McGregor G. (2007): Warunki biotermiczne a umieralność w wybranych aglomeracjach europejskich. *Przegląd Geograficzny*, 79, 3 i 4, s. 401-423

⁴² Analitis A, et al (2008): Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE. Project. *Am J Epidemiol* 2008; 168: 1397

⁴³ Anderson BG, Bell ML (2009): Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology* 2009; 20: 205–13.

⁴⁴ Gasparrini A. et al (2015): Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study, *The Lancet*, Vol 386 July 25, 2015.

⁴⁵ Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, 2017



Rycina 4.1. Względne ryzyko niskich i wysokich temperatur w miastach Europy (źródło Gasparrini A. et al. 2015; EEA 2017)

Zagrożenia związane z upałami definiowane są różnie w różnych regionach świata, gdyż zależą od poziomu odchylenia temperatur od temperatur uznanych w danym regionie jako norma. Ryzyko jest większe w okresie wiosennym, gdy gorące okresy pojawiają się zanim populacja zaadaptuje się do temperatur letnich⁴⁶. Związek jest heterogeniczny między populacjami ze względu na aklimatyzację, różne reakcje adaptacyjne i zmienność czynników podatności^{47,48}. Co więcej, efektem ubocznym występowania fal upałów często są pożary lasów, które przyczyniają się do wzrostu zarówno bezpośredniego zagrożenia, jak i pośredniego związanego ze wzrostem zanieczyszczenia powietrza produktami spalania

⁴⁶ Patz JA. et al (2005): Impact of regional climate change on human health. *Nature* 2005; 438: 310–17

⁴⁷ Zanobetti A, et al (2013): Susceptibility to mortality in weather extremes: effect modification by personal and small-area characteristics. *Epidemiology* 2013; 24: 809–19.

⁴⁸ McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project. *Int J Epidemiol* 2008; 37: 1121–31

biomasy, głównie pyłem zawieszonym i tlenkiem węgla⁴⁹. Wpływ zdrowotny występowania upałów będzie znacznie bardziej odczuwalny w miastach, poprzez efekt miejskiej wyspy ciepła.

Analiza przeprowadzona w Zakładzie Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności NIPZ-PZH dla danych z Warszawy, w okresie 2008-2013 wykazała istotny statystycznie, nieliniowy wpływ temperatury maksymalnej powietrza na umieralność populacji ogółem oraz wyznaczonych przez płeć i wiek. Wyznaczono wartość temperatury optymalnej (przy której ryzyko zgonu jest najmniejsze) dla różnych badanych podpopulacji. Wahala się ona od 20 do 24°C. Występowanie fal upałów definiowanych jako przynajmniej trzy kolejne dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C było dodatkowym czynnikiem zwiększającym umieralność oprócz samej temperatury maksymalnej powietrza, szczególnie wśród mężczyzn w starszym wieku.⁵⁰

Pomimo generalnego wzrostu temperatury globalnej, chłody nadal stanowią istotne zagrożenia dla zdrowia. W wielu strefach klimatycznych nadal obserwowany jest wzrost liczby zgonów w okresie zimowym, ale mechanizmy odpowiedzialne za ten wzrost nie są jednoznaczne i łatwe do określenia⁵¹. Większość zgonów zimą związanych jest z chorobami układu sercowo-naczyniowego, jednak związek między spadkiem temperatury (niskimi temperaturami bezwzględными, okresami trwania chłódów) a śmiertelnością z tego powodu jest słabo udokumentowany⁵². Znacznie silniejszy związek między zgonami zimą występuje w przypadku układu oddechowego, ale z kolei stanowią znacznie niższy procent zgonów. Szacuje się, że w wyniku zmian klimatu, w niektórych regionach może być obserwowana niewielka redukcja liczby zgonów. Tego zagrożenia nie należy jednak bagatelizować⁵³.

Ze względu na tendencje demograficzne (starzenie się), wzrost liczby ludności, trendy urbanizacyjne i obserwowane migracje ludności oraz w obliczu zmieniającego się klimatu, liczba osób narażonych na ekstremalne temperatury wzrośnie, co będzie miało poważne konsekwencje w ujęciu planowania działań ukierunkowanych na ochronę zdrowia

⁴⁹ Ryazantzev S. (2011): Demographic and socio-economic consequences of heat wave and forest fires of 2010 in European Russia. *Ecol Life* 2011; 5: 80–85

⁵⁰ Rabchenko D. et al (2016): Association between high temperature and mortality of Warsaw inhabitants, 2008-2013, *Przegląd Epidemiologiczny* 2016; 70(4): 629-640

⁵¹ Gasparrini A. et al (2015): Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study, *The Lancet*, Vol 386 July 25, 2015

⁵² Healy JD. (2003): Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57: 784–89

⁵³ Ebi K, Mills D. (2013): Winter mortality in a warming climate: a reassessment. *Wiley Interdiscip Rev Clim Change* 2013; 4: 203–12

publicznego. Dotyczyć to będzie w szczególności osób starszych oraz osób pracujących na zewnątrz pomieszczeń⁵⁴.

Wiele z przeprowadzonych badań epidemiologicznych wskazało, że ekstremalnie wysokie temperatury powietrza przyczyniają się bezpośrednio do zgonów z powodu chorób sercowo-naczyniowych i układu oddechowego, szczególnie wśród osób starszych. Na fali upałów latem 2003 r. w Europie odnotowano ponad 70 000 więcej zgonów z powodu wymienionych przyczyn^{55,56}. Wysokie temperatury podwyższają również poziom ozonu i innych zanieczyszczeń w powietrzu, które zaostrzają choroby sercowo-naczyniowe i oddechowe. Poziom pylenia oraz poziomy alergenów są również wyższe w przypadku ekstremalnie wysokich temperatur. Mogą one wywoływać astmę, która dotyka około 300 milionów ludzi na całym świecie. Oczekuje się, że ciągły wzrost temperatury zwiększy to obciążenie. Innym zjawiskiem powiązaniem z falami upałów jest większe narażenie ludności na promieniowanie UV, które ma istotny związek z zapadalnością na choroby nowotworowe skóry.

⁵⁴ Kjellstrom T, Holmer I, Lemke B. (2009): Workplace heat stress, health and productivity—an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action* 2009; 2: 10.3402/gha.v2i0.2047

⁵⁵ Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. Robine JM, Cheung SL, Le Roy S, Van Oyen H, Griffiths C, Michel JP, et al. *C R Biol.* 2008;331(2):171-8.

⁵⁶The use of climate information to estimate future mortality from high ambient temperature: A systematic literature review Sanderson M, Arbuthnott K, Kovats S, Hajat S, Falloon P *PLoS One.* 2017 Jul 7;12(7)

5. Choroby wektorowe

Tomasz Chmielewski, Beata Fiecek, Wioletta Rożej-Bielicka

5.1. Wpływ wahań temperatury i wilgotności na wskaźniki śmiertelności kleszczy

Temperatura otoczenia ma bezpośredni wpływ na wskaźniki śmiertelności wektora. Granice występowania kleszczy wyznaczone są występowaniem ekstremalnych temperatur zagrażających ich rozwojowi. Na zasięg ten wpływ ma także zdolność wektorów do znalezienia schronienia w środowisku naturalnym (np. w ściółce, gdzie temperatura jest wyższa, względnie stała i nie podlega wahaniom w zależności od pory dnia i nocy).

W warunkach laboratoryjnych udowodniono, że śmiertelność kleszczy wzrasta w niskich i wysokich temperaturach. *I. ricinus* może przetrwać 24-godziną ekspozycję na temperatury w zakresie od $-14,4^{\circ}\text{C}$ do $-18,9^{\circ}\text{C}$, a nawet 30 dni w temperaturze -10°C , choć śmiertelność nienapitych larw i nimf, będących w okresie diapauzy jest w tych warunkach wysoka. W środowisku naturalnym aktywność postaci dorosłych kleszczy następuje w temperaturze $>5^{\circ}\text{C}$, aktywność nimf $>8^{\circ}\text{C}$. Do oogenezy i przeżywalności poszczególnych stadiów, wektory potrzebują optymalnych temperatur. Dolny próg, to w zależności od gatunku kleszcza $3-18^{\circ}\text{C}$, a górny to 30°C .

Przeżycie w okresie diapauzy wymaga mikroklimatu o wilgotności względnej wynoszącej co najmniej 80%, co gwarantuje uniknięcie śmiertelnego wysuszenia. Na obszarach, gdzie obniżony poziom letnich opadów pokrywa się z podwyższonymi letnimi temperaturami, przeżycie, aktywność i gęstość rozmieszczenia *I. ricinus* prawdopodobnie ulegają zmniejszeniu z powodu ich podatności właśnie na wysychanie. W wilgotności mniejszej niż 80% samice kleszczy nie składają jaj, a w już złożonych nie następuje rozwój embrionalny^{57, 58}.

5.2. Biologia kleszczy a warunki środowiskowe

Kleszcze bytują w środowisku naturalnym najczęściej na obszarach trawiastych i zakrzewionych oraz na granicy lasów liściastych. Ich rozmieszczenie i częstość występowania, zależą od warunków środowiskowych.

⁵⁷ Ogden NH, Lindsay LR, Beauchamp G, Charron D, Maarouf A, O'Callaghan CJ, Waltner-Toews D, Barker IK. Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field. J Med Entomol. 2004;41(4):622-33.

⁵⁸ Siuda K. Kleszcze (Acari:Ixodida) Polski. Część I Zagadnienia ogólne. PWN, 1991, Wrocław.

Analizy danych z badań wykazały, że w ciągu prawie 30 lat od początku lat 80-tych do 2008 r. *I. ricinus* znacznie rozszerzył swój zasięg na północ. We wczesnych latach 90-tych kleszcze znajdowano na nowych obszarach wzdłuż północnego wybrzeża Morza Bałtyckiego, natomiast w badaniu z 2009 r. po raz pierwszy kleszcze wykrywano w wielu lokalizacjach w północnej Szwecji. Obejmowały one tereny wybrzeża daleko na północy na 66° szerokości geograficznej północnej (wcześniej 61° szerokości geograficznej północnej) oraz miejsca w środkowej części Północnej Szwecji w dolinach rzek. W tym okresie obszar występowania kleszczy w Szwecji wzrósł o 9,9%. Ponadto, według respondentów uczestniczących w badaniu, znacznie wzrosła ilość kleszczy w obszarach endemicznych występowania boreliozy z Lyme i TBE na południu (Götaland) i w środkowej Szwecji. Naukowcy wiążą to zjawisko ze zwiększeniem populacji żywicieli (zwłaszcza jeleniowatych) w ciągu ostatnich 30 lat w związku z większą dostępnością pożywienia, z wysokim potencjałem reprodukcyjnym saren, ich zdolnością do pokonywania dużych odległości, a przede wszystkim z cieplejszym klimatem, z łagodniejszymi zimami i wydłużonym okresem temperatur sprzyjających aktywności kleszczy⁵⁹.

Oprócz zwiększania zasięgu występowania, kleszcze zajmują także tereny coraz wyżej położone. Badania terenowe w Czechach w 1957 r. i w latach 1979-80 wykazały obecność kleszczy na terenach znajdujących się na wysokościach do 700 metrów nad poziomem morza. W 2001 i 2002 roku w podobnych badaniach, w tych samych lokalizacjach kleszcze znajdowano na wysokości 1100 metrów w obszarach, w których poprzednio były nieobecne. Wykazano, że kleszcze te przenosiły zarówno wirusa TBE jak i krętki *B. burgdorferi*^{60, 61, 62}.

⁵⁹ Jaenson TG, Jaenson DG, Eisen L, Petersson E, Lindgren E. Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasit Vectors*. 2012; 10;5:8.

⁶⁰ Materna J, Daniel M, Danielova V: Altitudinal distribution limit of the tick *Ixodes ricinus* shifted considerably towards higher altitudes in central Europe: results of three years monitoring in the Krkonose Mts. (Czech Republic). *Cent Eur J Public Health* 2005, 13:24-28.

⁶¹ Danielova V, Daniel M, Schwarzova L, Materna J, Rudenko N, Golovchenko M, Holubova J, Grubhoffer L, Kilian P: Integration of a tickborne encephalitis virus and *Borrelia burgdorferi* sensu lato into mountain ecosystems, following a shift in the altitudinal limit of distribution of their vector, *Ixodes ricinus* (Krkonose mountains, Czech Republic). *Vector Borne Zoonotic Dis* 2010;10:223-230.

⁶² M. Daniel. Influence of the microclimate on the vertical distribution of the tick, *Ixodes ricinus* (L.) in Central Europe. *Acarologia*, 1993; 34:105–113.

5.3. Kleszcze jako rezerwuar i wektor patogenów chorób transmisyjnych w Polsce

Na świecie znanych jest ponad 800 gatunków kleszczy. W Polsce występuje 21 gatunków, z których największe znaczenie dla medycyny ludzkiej i weterynaryjnej ma *Ixodes ricinus* i *Dermacentor reticulatus*.

Coraz więcej przypadków chorób przenoszonych przez kleszcze jest rejestrowanych w Polsce i w Europie. Największy wzrost zapadalności od dwóch dekad obserwuje się w przypadku boreliozy z Lyme. Choroba ta jest przenoszona przez kleszcze twarde z gatunków *I. ricinus* ⁶³. W Polsce w roku 2016 zarejestrowano 21200 przypadków (zapadalność 55,2/100 tys. ludności), a w 2017 roku 21516 przypadków (zapadalność 56/100 tys. ludności) i był to znaczący wzrost rejestrowanych zachorowań w stosunku do lat poprzednich (dane NIZP-PZH). Jedną z przyczyn takiego wzrostu są łagodne zimy. Największa zapadalność występuje w województwie Podlaskim (130,1/100 tys. ludności) i lubelskim (92,8/100 tys. ludności), a najmniejsza w województwach łódzkim i kujawsko-pomorskim (odpowiednio 25,7/100 tys. ludności i 26,2/100 tys. ludności).

Od lat, w różnych rejonach Polski, prowadzone są badania określające poziom zakażenia kleszczy różnymi patogenami, w tym krętkami *Borrelia burgdorferi*. W północno-zachodniej Polsce wykryto 24,3% zakażonych kleszczy *Ixodes ricinus* z których 19,2% przenosiło krętki z rodzaju *Borrelia* (*B. afzelii* 55,2%; *B. garinii* 29,7%; *B. burgdorferi* s.s. 5,4%; *B. valaisiana* 4,5%; *B. lusitane* 3,6%; *B. miyamotoi* 0,6%), *Anaplasma phagocytophilum* występowała u 1,5% zakażonych kleszczy, a *Rickettsia* spp. u 5,2% z czego *R. helvetica* stanowiła 97,8% a *R. monacensis* 2,2%.

W północno-wschodniej Polsce krętki *B. burgdorferi* s. l. występowały u 9,8 % kleszczy *I. ricinus*. Najczęściej występującymi genogatunkami były *B. garinii* 45,7% i *B. afzelii* 28,6% ⁶⁴. Obserwuje się także zakażenia mieszane. U 19,2% kleszczy występowały zakażenia mieszane, w których *A. phagocytophilum* była obecna wraz z *B. garinii* u 7,4% kleszczy; z *B. afzelii* u 7,4%; a z *B. burgdorferi* s. s. 3,7% (Skotarczak 2016) ⁶⁵.

⁶³ Dane: NIZP-PZH

⁶⁴ Gryczyńska A, Welc-Falęciak R. Long-term study of the prevalence of *Borrelia burgdorferi* s.l. infection in ticks (*Ixodes ricinus*) feeding on blackbirds (*Turdus merula*) in NE Poland. *Exp Appl Acarol.* 2016;70(3):381-394.

⁶⁵ Skotarczak B, Wodecka B, Rymaszewska A, Adamska M. Molecular evidence for bacterial pathogens in *Ixodes ricinus* ticks infesting Shetland ponies. *Exp Appl Acarol.* 2016;69(2):179-189.

W północno-wschodniej Polsce (okolice Białowieży) i w centralnej Polsce (Warszawa i jej okolice) wykazano, że krętki *Borrelia* spp. występują z podobną częstością na obszarach miejskich 10,9% i w środowisku naturalnym 12,4%. Częstość występowania krętków była wyższa w okresie letnio-jesiennym (15%) niż w okresie wiosenno-letnim (10,4%). Najczęściej występowały *B. afzelii* 69,3% na terenach miejskich i *B. garinii* 48,1% w obszarach naturalnych. *B. miyamotoi* występowała z częstością 3,9% na obszarach naturalnych i 1,3% na obszarach miejskich. Więcej kleszczy obserwowano w lasach 17,8% niż parkach 9,8%⁶⁶. Badania prowadzono także na kleszczach pochodzących od pacjentów przez nie ukłutych. DNA *B. burgdorferi* wykrywano u: 18,2% kleszczy z północno-zachodniej części Polski; 15,7% kleszczy z północnej części Polski; 20,2% kleszczy ze wschodniej części Polski; 8,8% kleszczy z centralnej części Polski; 26,7% kleszczy z południowo-zachodniej części Polski i 8,7% kleszczy z południowej części Polski.

Największą ilość zakażonych kleszczy zebrano jesienią 69,2%. Wyniki badań pokazują, że kleszcze zakażone *B. burgdorferi* występują we wszystkich regionach Polski⁶⁷.

Krętki wykrywane są także u kleszczy *Dermacentor reticulatus*. Badania przeprowadzone w we wschodniej Polsce, w województwie lubelskim (Ostrów Lubelski, Parczew i Włodawa) wykazały, że 1,6% kleszczy *D. reticulatus* jest zakażonych *B. burgdorferi* s.l., a 1,1% *A. phagocytophilum*⁶⁸.

Badania serologiczne 134 leśników z wschodniej części Polski (województwa lubelskiego) wykazały, że 39% ma swoiste przeciwciała dla *B. burgdorferi* s. l. a kolejne 40% miało przeciwciała dla *A. phagocytophilum*, co potwierdza, że ludzie pracujący na obszarach leśnych gdzie jest wysokie ryzyko narażenia na kontakt z różnymi patogenami powinni być szkoleni w zakresie profilaktyki⁶⁹.

Kleszcze z rodzaju *Ixodes* są także wektorem przenoszącym zakażenie bakteriami *A. phagocytophilum* (w Europie *I. ricinus*). Bakterie te, podobnie jak krętki *B. burgdorferi*, wykrywano w całej Polsce.

⁶⁶ Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Fałęciak R, Siński E, Karbowski G, Bajer A. Ticks and the city - are there any differences between city parks and natural forests in terms of tick abundance and prevalence of spirochaetes? Parasit Vectors. 2017;10(1):573.

⁶⁷ Gałęziowska E, Rzymowska J, Najda N, Kołodziej P, Domżał-Drzewicka R, Rząca M, Muraczyńska B, Charzyńska-Gula M, Szadowska-Szlachetka Z, Ślusarska B, Guty E. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in ticks removed from skin of people and circumstances of being bitten - research from the area of Poland, 2012-2014. Ann Agric Environ Med. 2018;25(1):31-35

⁶⁸ Zajac V, Wójcik-Fatla A, Sawczyn A, Cisak E, Sroka J, Kloc A, Zajac Z, Buczek A, Dutkiewicz J, Bartosik K. Prevalence of infections and co-infections with 6 pathogens in *Dermacentor reticulatus* ticks collected in eastern Poland. Ann Agric Environ Med. 2017;24(1):26-32.

⁶⁹ Tokarska-Rodak M, Plewik D, Michalski AJ, Kołodziej M, Mełgieś A, Pańczuk A, Konon H, Niemcewicz M. Serological surveillance of vector-borne and zoonotic diseases among hunters in eastern Poland. J Vector Borne Dis. 2016;53(4):355-361

Częstość występowania zakażonych kleszczy była dwukrotnie większa na obszarach miejskich i wyniosła 13,2% (Las Bielański, Las Kabacki i Łazienki Królewskie) w porównaniu do obszarów chronionych - 6,9% (Mazurski Park Krajobrazowy, Białowiecki Park Narodowy i Kampinoski Park Narodowy). Częstość występowania *A. phagocytophilum* u dorosłych kleszczy wynosiła 6,0% natomiast u nimf 11,2%. Ilość zakażeń mieszanych w kleszczach również była większa na obszarach miejskich i wynosiła 2,6%, w porównaniu do obszarów leśnych (0,3%)⁷⁰. W południowo-zachodniej części Polski i okolicach Wrocławia zbadano kleszcze z rodzaju *I. ricinus* i *I. hexagonus*, zdjętych z 760 domowych psów i 171 kotów. *A. phagocytophilum* została wykryta u 21,3% kleszczy z rodzaju *I. ricinus* oraz u 8,1% *I. hexagonus*.⁷¹

Na terenie południowo-zachodniej Polski (okolice Legnicy, Milicza, Lubania i Oławy), częstość występowania zakażenia *A. phagocytophilum* wynosiła 4,3%⁷². W północno-wschodniej Polsce u 8,7% kleszczy wykryto DNA *A. phagocytophilum*⁷³, w środkowo-wschodniej części Polski u 8,5% kleszczy, w środkowo-wschodniej części Polski 13,1% a północnej 14%^{74, 75, 76}. Bywają także tereny np. w północno-wschodniej Polsce gdzie ilość zakażonych bakteriami *A. phagocytophilum* kleszczy pozyskanych od pacjentów wynosiła aż 23,7%⁷⁷.

W grupach zawodowych związanych ze zwiększonym ryzykiem zachorowania (leśnicy), przeciwciała dla *A. phagocytophilum* wykrywane były u około 20% osób w Białowieży i okolicach Lublina⁷⁸, u 5% w województwie Świętokrzyskim (dane własne

⁷⁰ Kowalec M, Szewczyk T, Welc-Falęciak R, Siński E, Karbowski G, Bajer A. Rickettsiales Occurrence and Co-occurrence in Ixodes ricinus Ticks in Natural and Urban Areas. Microb Ecol. 2018.

⁷¹

⁷² Kiewra D, Zalesny G, Czulowska A. The prevalence of Anaplasma phagocytophilum in questing Ixodes ricinus ticks in SW Poland. Pol J Microbiol. 2014;63(1):89-93

⁷³ Grzeszczuk A, Puzanowska B, Miegoć H, Prokopowicz D. Incidence and prevalence of infection with Anaplasma phagocytophilum. Prospective study in healthy individuals exposed to ticks. Ann Agric Environ Med. 2004;11(1):155-157.

⁷⁴ Sytykiewicz H, Karbowski G, Hapunik J, Szpechciński A, Supergan-Marwicz M, Goławska S, Sprawka I, Czerniewicz P. Molecular evidence of Anaplasma phagocytophilum and Babesia microti co-infections in Ixodes ricinus ticks in central-eastern region of Poland. Ann Agric Environ Med. 2012;19(1):45-9.

⁷⁵ Tomaszewicz K, Modrzewska R, Buczek A, Stańczak J, Maciukajć J. The risk of exposure to Anaplasma phagocytophilum infection in Mid-Eastern Poland. Ann Agric Environ Med. 2004;11(2):261-4.

⁷⁶ Stańczak J, Gabre RM, Kruminis-Łozowska W, Racewicz M, Kubica-Biernat B. Ixodes ricinus as a vector of Borrelia burgdorferi sensu lato, Anaplasma phagocytophilum and Babesia microti in urban and suburban forests. Ann Agric Environ Med. 2004;11(1):109-114.

⁷⁷ Grzeszczuk A, Stanczak J. High prevalence of Anaplasma phagocytophilum infection in ticks removed from human skin in north-eastern Poland. Ann Agric Environ Med. 2006;13(1):45-48.

⁷⁸ Zwoliński J, Chmielewska-Badora J, Cisać E, Buczek, i wsp. Prevalence of antibodies to Anaplasma phagocytophilum and Borrelia burgdorferi in forestry workers from the Lublin region. Wiad Parazytol. 2004;50(2):221-7.

niepublikowane) i u 4% w okolicach Białegostoku⁷⁹. We wschodniej Polsce (tereny Lublina) przeprowadzone badania serologiczne wykazały przeciwciała klasy G dla *B. burgdorferi* i *A. phagocytophilum* u 93 osób pracujących w rolnictwie i leśnictwie (narażonych na stałą ekspozycję na ukłucie kleszcza). Wśród nich u 28% były obecne przeciwciała klasy G dla *A. phagocytophilum* i *B. burgdorferi* świadczące o zakażeniach mieszanych. Istnieje przypuszczenie, że występowanie w surowicach rolników i leśników obu patogenów może zakłócać przebieg kliniczny boreliozy z Lyme (Pańczuk 2016)⁸⁰. W województwie lubelskim w próbkach surowic pobranych od 134 myśliwych, przeciwciała dla *A. phagocytophilum* wykryto u 30% osób⁸¹.

Zakażeniami, które niewątpliwie łączą się z ociepleniem klimatu są gorączki plamiste wywoływane przez różne gatunki riketsji (ang. Spotted Fever Group, SFG). Dotychczas sądzono, że naturalną granicą ich występowania jest linia Karpat. Na początku tego wieku okazało się, że zakażenia te występują także w Polsce⁸². Wektorem SFG są głównie kleszcze z gatunków *Ixodes ricinus* przenoszące *R. helvetica*, *R. monacensis* i *R. slovaca*, oraz kleszcze *Dermacentor reticulatus* przenoszące *R. raoultii*. Badania kleszczy *I. ricinus* wykazały, że stopień ich zakażenia bakteriami *R. helvetica* wynosi 12,7% w województwie Wielkopolskim, 9,5% w Zachodniopomorskim, 8,5% w Świętokrzyskim, 2,8-10,8% w Mazowieckim. Ponadto u pojedynczych osobników wykrywano *R. monacensis* (woj. Zachodniopomorskie, parki miejskie Warszawy) oraz *R. slovaca* (woj. Świętokrzyskie). Obecność *R. raoultii* w kleszczach *D. reticulatus* wykazano u 40,7 - 57% tych stawonogów w województwie Podlaskim i u 53% w województwie Lubelskim^{83, 84, 85, 86}.

⁷⁹ Grzeszczuk A. *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* ticks and human granulocytic anaplasmosis seroprevalence among forestry rangers in Białystok region. Adv Med Sci. 2006;51:283-6.

⁸⁰ Pańczuk A, Tokarska-Rodak M, Koziół-Montewka M, Plewik D. The incidence of *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* coinfections among foresters and farmers in eastern Poland. J Vector Borne Dis. 2016 ;53(4):348-354.

⁸¹ Tokarska-Rodak M, Plewik D, Michalski AJ, Kołodziej M, Mełgieś A, Pańczuk A, Konon H, Niemcewicz M. Serological surveillance of vector-borne and zoonotic diseases among hunters in eastern Poland. J Vector Borne Dis. 2016;53(4):355-361.

⁸² Świtaj K., Chmielewski T., Borkowski P., S. Tylewska-Wierzbanowska, Olszyńska-Krowicka M. Spotted fever rickettsiosis caused by *Rickettsia raoultii* - case report. Przegl. Epidemiol. 2012; 66:347-350.

⁸³ Stańczak J, Racewicz M, Michalik J, Cieniuch S, Sikora B, Skoracki M. Prevalence of infection with *Rickettsia helvetica* in feeding ticks and their hosts in western Poland. Clin Microbiol Infect. 2009;15 Suppl 2:328-9.

Wójcik-Fatla A, Cisak E, Zajac V, Sroka J, Sawczyn A, Dutkiewicz J. Study on tick-borne rickettsiae in eastern Poland. I. Prevalence in *Dermacentor reticulatus* (Acari: Amblyommidae). Ann Agric Environ Med. 2013;20(2):276-9.

⁸⁴ Stańczak J. The occurrence of Spotted Fever Group (SFG) Rickettsiae in *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae) in northern Poland. Ann N Y Acad Sci. 2006;1078:512-4.

⁸⁵ Welc-Falęciak R, Kowalec M, Karbowski G, Bajer A, Behnke JM, Siński E. *Rickettsiaceae* and *Anaplasmataceae* infections in *Ixodes ricinus* ticks from urban and natural forested areas of Poland. Parasit Vectors. 2014;7:121.

Wśród chorób odkleszczowych na szczególną uwagę zasługuje babeszjoza, wywoływana przez pierwotniaki z rodzaju *Babesia*. Są to pasożytnicze pierwotniaki, bytujące wewnątrz czerwonych krwinek. Organizmy te wymagają obecności dwóch żywicieli w swoim cyklu rozwojowym. Żywicielem ostatecznym *Babesia* są kleszcze, natomiast żywicielem pośrednim mogą być różne kręgowce: ludzie, ssaki, ptaki.

Babeszjoza jest chorobą o zasięgu ogólnoswiatowym oraz o dynamicznej sytuacji epidemiologicznej, która stanowi poważny problem weterynaryjny i medyczny. Uważa się, że inwazja *Babesia* u ludzi rzadko występuje samodzielnie, natomiast często współistnieje nierozpoznana z innymi chorobami transmitowanymi przez kleszcze, powodując zaostrzenie i zaburzenie ich przebiegu⁸⁷. Na terenach endemicznych babeszjozy u pacjentów z boreliozą, u których występują powikłania zaleca się wykonanie specjalistycznych badań serologicznych w kierunku inwazji *Babesia* oraz wprowadzenie doustnego leczenia doksocykliną. Podobne wskazania istnieją w regionach endemicznego występowania ludzkiej erlichiozy wywołanej inwazją jednego z trzech gatunków *Ehrlichia*: *E. chaffeensis*, *E. phagocytophila* i *E. ewingi*⁸⁸. Obraz kliniczny babeszjozy jest bardzo zróżnicowany. Zarażenie może mieć przebieg od bezobjawowego (rejony endemiczne w USA), przez łagodny, z nasilonymi objawami klinicznymi, ostro, nadostro, niekiedy może być śmiertelne. Przebieg choroby zależy od wielu czynników takich jak: wiek chorego, jego status immunologiczny, czy występują inne współistniejące zakażenia i zarażenia, a także od czynników genetycznych oraz inwazyjnego gatunku pasożyta. W większości przypadków u chorych immunokompetentnych, inwazja *Babesia* przebiega łagodnie, kończąc się spontanicznym wyzdrowieniem. Ciężką postać kliniczną babeszjozy i przypadki śmiertelne obserwowano u chorych po splenektomii, z niedoborami immunologicznymi oraz u osób w starszym wieku.

Obraz kliniczny babeszjozy i rokowania, poza statusem immunologicznym pacjenta, zależy w znacznej mierze od inwazyjnego gatunku *Babesia*, które charakteryzują się różną zjadliwością. W chorobach wywoływanych *B. divergens*, babeszjoza przebiega piorunująco. Bardzo szybko pojawiają się objawy zagrażające życiu. Szacuje się, że śmiertelność wśród pacjentów z obniżoną odpornością, w pierwszych trzech tygodniach od zarażenia tym

⁸⁶ Wójcik-Fatla A, Cisak E, Zając V, Sroka J, Sawczyn A, Dutkiewicz J. Study on tick-borne rickettsiae in eastern Poland. I. Prevalence in *Dermacentor reticulatus* (Acari: Amblyommidae). *Ann Agric Environ Med*. 2013;20(2):276-9.

⁸⁷ Sweeney C.J., Ghassemi M., Agger W.A., Persing D.H.: Coinfection with *Babesia microti* and *Borrelia burgdorferi* in a western Wisconsin resident. *Mayo Clin Proc* 1998;73:338-341.

⁸⁸ Mylonakis E.: When to suspect and how to monitor babesiosis. *Am Fam Physician* 2001;63(10):1969-1974.

szczepem, sięga nawet 42%⁸⁹. Większość śmiertelnych inwazji *B. divergens* kończyło się zgonem w ciągu 4–7 dni od wystąpienia pierwszych objawów hemoglobinurii. Przyczyną zgonu była niewydolność wielonarządowa. Przebieg kliniczny babeszjozy wywoływanej przez *B. venatorum* jest od łagodnego do umiarkowanie ciężkiego, z możliwością wyleczenia nawet u pacjentów po splenektomii, czy też cierpiących na choroby autoagresywne. W przebiegu babeszjozy, gdzie czynnikiem etiologicznym był ten gatunek pierwotniaka opisywano przypadki chorych seronegatywnych w badaniach, mimo trwającej już jakiś czas aktywnej inwazji.

Ze względu na wysoką swoistość *Babesia* względem żywicieli pośrednich i ostatecznych, istnieją znaczne różnice w dystrybucji poszczególnych gatunków i szczepów tych pasożytów, spowodowane ograniczeniami w zasięgu geograficznym wektorów. U ludzi w Ameryce Północnej przeważają zarażenia *B. microti*; tam wektorem pasożyta jest kleszcz *Ixodes scapularis*. Na innych kontynentach *B. microti* jest pospolitym pasożytem gryzoni, jednak babeszjoza wywołwana przez ten gatunek u ludzi jest rzadka. Poza Ameryką odnotowywano dotychczas zarażenia zawlekanie przez osoby powracające z terenów endemicznych, głównie z USA. W Europie najczęściej wykrywanym czynnikiem etiologicznym babeszjozy jest *Babesia divergens*, którego wektorem jest *Ixodes ricinus* (kleszcz pospolity), powszechnie występujący na całej półkuli północnej. Jest to jedyny gatunek kleszcza, który może transmitować trzy różne szczepy *Babesia* uznawane za patogenne dla człowieka: *B. divergens*, *B. microti* i *B. venatorum*⁹⁰.

Analiza danych zebranych przez Centrum Kontroli i Zapobiegania Chorobom w Atlancie (CDC, USA) wskazuje na geograficzną ekspansję oraz stały wzrost liczby zarażeń *Babesia*. W Stanach Zjednoczonych w latach 2011–2014 zarejestrowano 5542 nowe zachorowania na babeszjozę⁹¹. W piśmiennictwie znajdują się opisy około 50 przypadków potwierdzonej babeszjozy w krajach europejskich, głównie wśród pacjentów po splenektomii i z obniżoną odpornością. W Polsce opisano dotychczas jeden przypadek zawleczonej z Brazylii objawowej babeszjozy wywołanej przez *B. microti*⁹² oraz kilkadziesiąt przypadków bezobjawowych, ale najprawdopodobniej jest ich znacznie więcej, tylko nie zostały zgłoszone, ponieważ zarówno w Polsce, jak i innych krajach europejskich inwazje *Babesia* u

⁸⁹ Gray J., Zintl A., Hildebrandt A., Hunfeld K.P., Weiss L.: Zoonotic babesiosis: overview of the disease and novel aspects of pathogen identity. *Ticks Tick Borne Dis* 2010;1:3-10

⁹⁰ Hildebrandt A., Tenter A.M., Straube E., Hunfeld K.P.: Human babesiosis in Germany: Just overlooked or truly new? *Int J Med Microbiol* 2008;298:336-346.

⁹¹ <http://www.cdc.gov/parasites/babesiosis/data-statistics.html>

⁹² Humiczewska M., Kuźna-Grygiel W. [A case of imported human babesiosis in Poland]. *Wiad Parazytol.* 1997;43(2):227-9

ludzi na razie nie podlegają obowiązkowi ewidencjonowania, a jednocześnie jej przebycie jest kryterium trwale dyskwalifikującym dawcę krwi⁹³.

Dużym problemem staje się babeszjoza szerząca się drogą pozawektorową, przez krew i preparaty krwiopochodne. Wnętrze krwinki czerwonej, stanowiące środowisko dla rozwoju *Babesia*, jest niszą, która zwiększa prawdopodobieństwo przekazania inwazji podczas transfuzji. Doświadczalnie wykazano zdolność *Babesia* do przeżycia w erytrocytach poza organizmem żywiciela. Badania przeprowadzono w warunkach dodatkowego stresu dla krwinek tj. w próbkach zawierających antykoagulant (EDTA), a nie w specjalnych workach zwiększających przeżywalność komórek, poprzez optymalizację wymiany gazowej. W warunkach doświadczalnych *B. microti* pozostawały żywotne co najmniej przez 21 dni w próbkach przetrzymywanych w temperaturze 4°C⁹⁴. Wykazano także, że *Babesia* pozostają żywotne w preparatach krwi, które były poddane procesowi kriokonserwacji⁹⁵. Dla pacjentów z obniżoną czynnością układu odpornościowego potencjalnym źródłem babeszjozy może być nawet pojedynczy erytrocyt zawierający w swoim wnętrzu pasożyty⁹⁶. U takich osób obserwowano wyjątkowo ciężką postać choroby, oporną na standardową chemioterapię, zwykle kończącą się śmiercią. W latach 2005–2008 w USA zarejestrowano 12 zakończonych zgonem przypadków babeszjozy transfuzyjnej. Inwazje *Babesia* mogą współistnieć nierozpoznane z innymi chorobami odkleszczowymi, powodując zaostrzenie i zaburzenie ich przebiegu. Współtowarzyszącą inwazję *Babesia* wykryto u 10% pacjentów z boreliozą z Lyme z nowej Anglii (USA)⁹⁷, dlatego też w USA, na terenach endemicznego występowania babeszjozy, u pacjentów z boreliozą o powikłanym przebiegu zaleca się wykonanie badań laboratoryjnych w kierunku inwazji *Babesia* oraz wprowadzenie odpowiedniego leczenia przeciwpierwotniaczego.

⁹³ obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 20 lutego 2014 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o publicznej służbie krwi – Dz.U. 2014 poz. 332

⁹⁴ Eberhard ML, Walker EM, Steurer FJ. Survival and infectivity of *Babesia* in blood maintained at 25 C and 2-4 C. J. Parasitol. 1995;81:790–792.

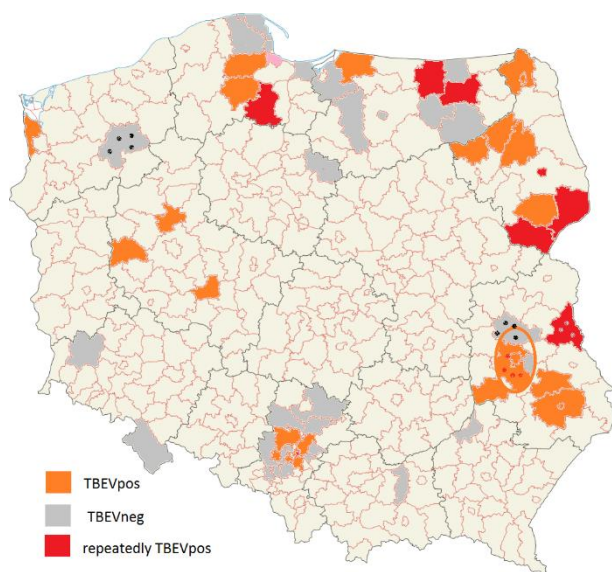
⁹⁵ Wormser GP, Prasad A, Neuhaus E, Joshi S, Nowakowski J, Nelson J, Mittleman A, Agüero-Rosenfeld M, Topal J, Krause PJ. Emergence of resistance to azithromycin-atovaquone in immunocompromised patients with *Babesia microti* infection. Clin Infect Dis 2010;50:381–386.

⁹⁶ Gubernot DM, Nakhasi HL, Mied PA, Asher DM, Epstein JS, et al. Transfusion-transmitted babesiosis in the United States: summary of a workshop. Transfusion 2009;49: 2759–2771.

⁹⁷ Sweeney CJ, Ghassemi M, Agger WA, Persing DH. Coinfection with *Babesia microti* and *Borrelia burgdorferi* in a western Wisconsin resident. Mayo Clin Proc 1998;73:338–341.

5.4. Stan wiedzy na temat zakażeń w Polsce wirusem kleszczowego zapalenia mózgu (KZM) oraz występowania tego wirusa w naszym kraju

Kleszczowe zapalenie mózgu jest ciężką postacią zakażenia wywołanego przez wirusa KZM, który występuje endemicznie na terenie naszego kraju, a zakażenie przenoszone jest przez kleszcze, głównie *Ixodes ricinus*. Opisane w literaturze stanowiska występowania w/w wirusa przedstawiono na mapie (Ryc. 5.1). Najczęściej wykrywano aktywność wirusa w regionie Północno-wschodniej Polski: w województwie Podlaskim i Warmińsko-Mazurskim, gdzie liczba przypadków KZM jest również najwyższa - każdego roku stanowi odpowiednio ok. 45% i 25% wszystkich zgłoszonych zachorowań na KZM. Wirusa wykrywano także w innych regionach: w Lubelskim, Śląskim, Wielkopolskim i Zachodnio-Pomorskim oraz w Centralnej Polsce, jednak nie zawsze wykrycie obecności wirusa pokrywało się ze wzrostem zgłoszonych przypadków KZM. Jest to zjawisko, które wymaga dodatkowych badań nad czynnikami które mogą wpływać na tę zależność.



Rycina 5.1. Wyniki badań nad występowaniem wirusa kleszczowego zapalenia mózgu w kleszczach w Polsce.

Jednym z elementów, które powinno się uwzględnić jest podtyp wirusa kleszczowego zapalenia mózgu (Tick Borne Encephalitis Virus, TBEV). Zakażenia wywołane podtypem Syberyjskim (TBEV-Sib) i Dalekowschodnim (TBEV-FE) charakteryzują się znacznie wyższą śmiertelnością oraz znacznie poważniejszymi neurologicznymi powikłaniami w przebiegu zachorowania niż podczas zakażenia podtypem Europejskim (TBEV-CE). Na terenie Polski oraz Europy dominuje wirus typu TBEV-CE, natomiast wirusy podtypu

Syberyjskiego i Dalekowschodniego aktywne są na terenach Rosji (Syberia), na Dalekim Wschodzie, w Mongolii, Kazachstanie i Kirgistanie. W ostatnich latach zaobserwowano ekspansję wirusa podtypu Syberyjskiego na zachód. W 2015r. w Finlandii stwierdzono 2 zgony w wyniku zakażenia wirusem TBEV-Sib. Także w Moskwie w ostatnim czasie stwierdzano zakażenia tym wirusem. Równolegle stwierdzano rozszerzanie się zasięgu występowania kleszczy z gatunku *I. persulcatus*, który jest wektorem TBEV-Sib. Ostatnio wykryto je na półwyspie Skandynawskim oraz w krajach nadbałtyckich. Innym problemem jest możliwość współwystępowania dwóch typów wirusa TBEV na jednym terenie oraz adaptacja wirusa do nowego wektora – takie zjawisko prawdopodobnie ma obecnie miejsce na wyspach Archipelagu Kotka w Finlandii, gdzie wykrywano wirusa TBEV-Sib w *I. ricinus* a TBEV-CE w *I. persulcatus*. Współwystępowanie 2 typów wirusa TBEV oraz adaptacja do nowych wektorów może stać się przyczyną ekspansji nowego typu wirusa na tereny Europy co wiązać się będzie ze znacznie wyższą zachorowalnością i śmiertelnością. Wykazano bowiem brak krzyżowej ochrony przed zachorowaniem wywołanym jednym typem wirusa po szczepieniu przeciw drugiemu typowi wirusa KZM.

Innym elementem, który być może wynika ze zmian klimatycznych jest różny rozkład zachorowań w poszczególnych kwartałach w latach. Ogółem liczba zgłoszonych przypadków kleszczowego zapalenia mózgu w Polsce wahała się w ostatnich 5 latach od 149 do 283. Najwięcej zachorowań zgłaszanych jest zwykle w III kwartale i stanowią one ok. 46-58% wszystkich przypadków w danym roku, jednak w 2017 r. 50% zachorowań zgłoszono w IV kwartale. Jednym z możliwych wyjaśnień tego zjawiska jest tzw. wyjątkowo ciepła jesień i zima 2017. Ponadto pojawianie się w Europie i wzrost aktywności TBEV-Sib wraz z introdukcją *I. persulcatus*, a także ewentualna adaptacja tego wirusa do *I. ricinus* oraz współwystępowanie dwóch podtypów wirusów TBEV powoduje konieczność monitorowania zachorowań na kzm w celu zidentyfikowania zakażeń podtypem TBEV-Sib charakteryzujących się ciężkim przebiegiem i wysoką śmiertelnością.

5.5. Podsumowanie

Przewiduje się, że zmiany reżimu termiczno-opadowego, w tym łagodniejsze zimy i bardziej deszczowe lata, mogą spowodować na obszarze Polski rozszerzenie zasięgu występowania wektorów chorób zakaźnych, wydłużenia okresu ich aktywności oraz zwiększenia wielkości populacji. Zjawiska te w połączeniu ze zwiększającą się mobilnością ludzi, ułatwiają szybsze

wprowadzanie i rozprzestrzenianie się chorób wektorowych z terenów endemicznych na tereny wolne od zachorowań. Obserwuje się zmiany w występowaniu kleszczy, jednego z głównych wektorów różnych patogenów wywołujących choroby u ludzi i zwierząt.

Zmiana klimatu ma nie tylko bezpośredni wpływ na cykle życiowe kleszczy. Zmiana klimatu powoduje także migracje ludności i osadnictwo na nowych terenach, powstawanie nowych ekosystemów, większą różnorodność biologiczną, powstawanie nowych szlaków migracyjnych ptaków, modyfikacje w użytkowaniu gruntów i zmiany pokrycia roślinnością terenu, zmianę wzorców behawioralnych u ludzi. Złożony łańcuch procesów sprawia, że określenie najbardziej istotnych czynników odpowiedzialnych za zmiany w występowaniu poszczególnych chorób są często trudne do ustalenia. Niewątpliwie jednak zmiany klimatyczne do tych czynników należą.

6. Wpływ zmian klimatu na występowanie chorób związanych z wodą i żywnością: analiza sytuacji w Europie i Polsce

6.1. Pałeczki *Legionella* i legioneloza a zmiany klimatu

Piekarska K., Wołkowicz T., Zacharczuk K., Rzeczkowska M., Gierczyński R.

Pałeczki *Legionella* należą do bakterii powszechnie zasiedlających słodkowodne zbiorniki wodne, zwłaszcza wody stojące, w których dochodzi do przejściowego podwyższenia temperatury powyżej 20° C. Bakterie te żyją i namnażają się wewnątrz różnych rodzajów wolnożyjących pierwotniaków (*Acanthamoeba*, *Naeglaria*, *Hartmanella*) w temperaturze (25 - 45°C, optimum temperaturowe 35°C)^{98, 99}. Do zakażenia dochodzi najczęściej u osób wrażliwych, wskutek inhalacji wodnych aerozoli. Im mniejsze kropelki aerozolu, tym większe prawdopodobieństwo, że dojdzie do zakażenia ze względu na to, że krople o średnicy poniżej 5 µm łatwo przedostają się do dolnych dróg oddechowych. Nawet, gdy źródło aerozolu jest w znacznym oddaleniu (powyżej 3,2 km). Przeżywalność pałeczek *Legionella* wzrasta wraz ze wzrostem wilgotności. Wyjątek stanowi *Legionella longbeachae*, która rzadko nabywana jest przez inhalację skażonych aerozoli. W przypadku tego gatunku, jako główne źródło infekcji uznaje się ziemię oraz kompost i jest on główną przyczyną legionelozy odnotowywanej wśród ogrodników i innych osób narażonych na kontakt z ziemią doniczkową w Australii, Nowej Zelandii, USA i Japonii^{100, 101, 102}.

Pałeczki *Legionella* mogą powodować ostre zapalenie płuc o ciężkim przebiegu zwane chorobą legionistów (LD – ang. *legionnaires' disease*). Pomimo, że w porównaniu z innymi chorobami LD jest chorobą dość rzadko rozpoznawaną, to stanowi ona jednak istotną przyczynę zachorowań o szczególnie ciężkim przebiegu, szczególnie u osób starszych lub obciążonych innymi chorobami (śmiertelność ok. 10% - 15%). Do czynników ryzyka predysponujących do nabycia zakażenia o etiologii *Legionella* należą m. in.: palenie papierosów, wiek (powyżej 40 roku życia), przewlekłe choroby układu oddechowego i

⁹⁸ Fields B.S., Benson R.F., Besser R.E. *Legionella* and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. *Clin Microbiol Rev.* 2002;15:506-26.

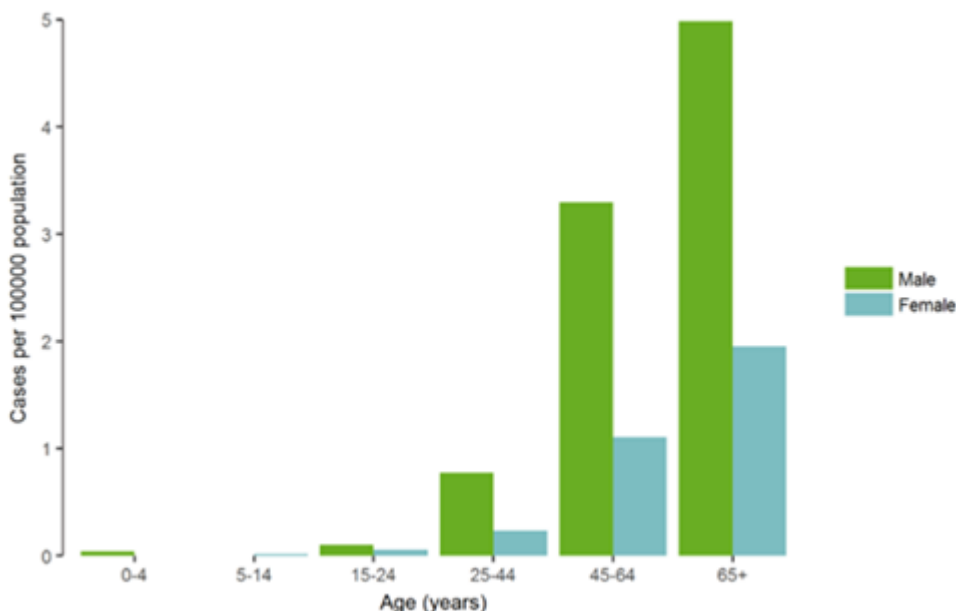
⁹⁹ European Centre for Disease Prevention and Control. European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet) – Operating procedures for the surveillance of travel-associated Legionnaires' disease in EU/EEA. Stockholm: ECDC; 2017.

¹⁰⁰ Centers for Disease Control and Prevention. 2000. Legionnaires' disease associated with potting soil—California, Oregon, and Washington, May-June 2000. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 49:777-778.

¹⁰¹ Whitley H., Bentham R. *Legionella longbeachae* and legionellosis. *Emerg Infect Dis.* 2011;17:579-83.

¹⁰² Hornei B., Ewing S., Exner M., Tartakovsky I., Lajoie L., Dangendorf F., et al. Legionellosis. In: Bartrum J., Chartier Y., Lee J.V., Pond K., Surman-Lee S., editors. *Legionella* and the prevention of legionellosis. Geneva: World Health Organisation; 2007. pp. 1-27.

sercowo-naczyniowego, cukrzyca, alkoholizm, transplantacje (serce, nerki, płuca), nowotwory i immunosupresja. Poniżej zamieszczono rozkład odnotowanych w 2016 roku w krajach EU przypadków LD w zależności od wieku i płci ¹⁰³.



Rycina 6.1. Rozkład przypadków choroby legionistów na 100 000 ludności w zależności od wieku i płci, EU/EEA, 2016 r. Distribution of Legionnaires' disease cases per 100 000 population by age and gender, EU/EEA, 2016.

Okres wylęgania choroby wynosi od 2 do 10 dni. Zachorowaniu zwykle towarzyszą niespecyficzne objawy kliniczne, w tym: ból głowy, ból mięśni i stawów, osłabienie i brak apetytu, gorączka $>38^{\circ}\text{C}$, suchy nieproduktywny kaszel, dreszcze, duszności, objawy ze strony układu pokarmowego - biegunka, nudności, wymioty, ból brzucha, etc. Spośród dotychczas opisanych 61 gatunków *Legionella*, z zakażeniami u ludzi związanych jest 28 gatunków. W Europie, gatunkiem odpowiedzialnym za 96% (lata 2011-2015)¹⁰⁴ i 82% (2016) potwierdzonych przypadków odnotowywanych u ludzi jest *Legionella pneumophila*, w tym w 82,9% przypadków *L. pneumophila* należąca do serogrupy 1, w 2,8% - *L. pneumophila* serogrupy 3 oraz w 1,2% przypadków - *L. pneumophila* należąca do serogrupy 6.

W Polsce, tak jak i w innych krajach europejskich, zachorowania na legionelozę podlegają obowiązkowi zgłaszania. Według danych ECDC (Rycina 6.2 zamieszczona

¹⁰³ European Centre for Disease Prevention and Control. Legionnaires' disease. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2016. Stockholm: ECDC; 2018.

¹⁰⁴ Beauté J., on behalf of the European Legionnaires' Disease Surveillance Network. Legionnaires' disease in Europe, 2011 to 2015. EuroSurveill. 2017; 22(27): pii=30566.

poniżej), spośród 7 069 przypadków LD raportowanych w 2016 roku, zdecydowaną większość (69%) stanowiły przypadki zgłoszone przez Włochy, Francję, Niemcy, i Hiszpanię, odpowiednio 1710, 1218, 981, i 951 przypadków. Poza Niemcami, w innych krajach sąsiadujących z Polską, tj. Czechy i Słowacja zgłoszono w tym czasie odpowiednio 147 i 14 przypadków LD. W Polsce, w raportowanym roku zgłoszono 24 przypadki LD. Podobnie jak w latach ubiegłych, większość przypadków (71%) dotyczyła pozaszpitalnego zapalenia płuc”.

Country	2012		2013		2014		2015		2016			
	Reported cases	Rate	Reported cases	Rate	Reported cases	Rate	Reported cases	Rate	Reported cases	Rate	ASR	Confirmed cases
Austria	104	1.2	100	1.2	133	1.6	160	1.9	161	1.9	1.7	158
Belgium	84	0.8	155	1.4	101	0.9	118	1.1	157	1.4	1.3	128
Bulgaria	0	0.0	1	0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0	0.0	0
Croatia	-	-	-	-	26	0.6	48	1.1	31	0.7	0.7	31
Cyprus	7	0.8	6	0.7	6	0.7	2	0.2	3	0.4	0.4	3
Czech Republic	56	0.5	67	0.6	110	1.0	120	1.1	147	1.4	1.3	138
Denmark	127	2.3	113	2.0	158	2.8	185	3.3	170	3.0	2.8	129
Estonia	3	0.2	10	0.8	8	0.6	6	0.5	14	1.1	1.0	9
Finland	10	0.2	15	0.3	10	0.2	17	0.3	15	0.3	0.3	12
France	1 298	2.0	1 262	1.9	1 348	2.0	1 389	2.1	1 218	1.8	1.8	1 179
Germany	628	0.8	808	1.0	832	1.0	867	1.1	981	1.2	1.0	781
Greece	29	0.3	38	0.3	27	0.2	29	0.3	31	0.3	0.3	31
Hungary	33	0.3	29	0.3	32	0.3	58	0.6	66	0.7	0.6	59
Iceland	2	0.6	-	-	4	1.2	1	0.3	3	0.9	1.2	2
Ireland	15	0.3	14	0.3	8	0.2	11	0.2	10	0.2	0.2	10
Italy	1 346	2.3	1 363	2.3	1 510	2.5	1 577	2.6	1 710	2.8	2.4	1 680
Latvia	48	2.3	34	1.7	38	1.9	22	1.1	24	1.2	1.1	14
Liechtenstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithuania	9	0.3	1	0.0	8	0.3	7	0.2	11	0.4	0.4	11
Luxembourg	5	1.0	7	1.3	5	0.9	5	0.9	3	0.5	0.6	2
Malta	4	1.0	2	0.5	9	2.1	6	1.4	8	1.8	-	8
Netherlands	304	1.8	308	1.8	348	2.1	419	2.5	454	2.7	2.6	422
Norway	25	0.5	40	0.8	51	1.0	60	1.2	43	0.8	0.9	36
Poland	8	0.0	11	0.0	12	0.0	23	0.1	24	0.1	0.1	15
Portugal	140	1.3	94	0.9	588	5.6	145	1.4	197	1.9	1.7	195
Romania	3	0.0	1	0.0	1	0.0	3	0.0	2	0.0	0.0	2
Slovakia	4	0.1	6	0.1	14	0.3	14	0.3	14	0.3	0.2	14
Slovenia	81	3.9	77	3.7	59	2.9	106	5.1	93	4.5	4.2	92
Spain	972	2.1	815	1.7	925	2.0	1 024	2.2	951	2.0	1.9	944
Sweden	102	1.1	122	1.3	136	1.4	142	1.5	145	1.5	1.4	77
United Kingdom	401	0.6	331	0.5	370	0.6	412	0.6	383	0.6	0.6	378
EU/EEA	5 848	1.2	5 830	1.2	6 878	1.3	6 977	1.4	7 069	1.4	1.3	6 560

ASR: Age-standardised rate

..: No data reported

..: No notification rate calculated.

Notification rates ranged from 0.2 per 100 000 inhabitants or less in Bulgaria, Ireland, Poland and Romania to 4.5 per 100 000 in Slovenia (Table 1, Figure 1).

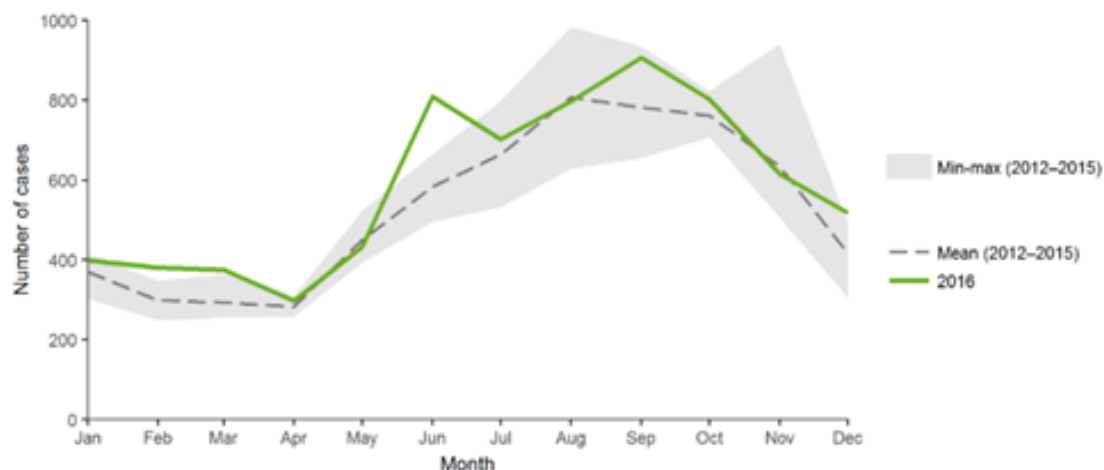
Rycina 6.2. Rozkład przypadków choroby legionistów i współczynnik na 100 000 ludności według kraju, EU/ EEA, 2012-2016.

Distribution of Legionnaires' disease cases and rates per 100 000 population by country, EU/EEA, 2012-2016.

Dane krajowe z ostatniego okresu tj. od 1 stycznia do 15 grudnia 2018 r.¹⁰⁵ świadczą o odnotowaniu 70 przypadków legionelozy, co w porównaniu do analogicznego okresu 2017 r. oznacza wzrost o 112%. Ze względu na relatywnie niską liczbę zgłaszanych przypadków stosunkowo łatwo może ona zostać znacząco zmieniona przez czynniki pośrednio związane z samymi zachorowaniami (np. sposób rejestracji przypadków czy też dostępność i rodzaj prowadzonych badań diagnostycznych). Szczegółowa analiza danych wykazała znaczący wzrost liczby zachorowań w województwie pomorskim, gdzie wywiad epidemiologiczny ujawnił, że w jednym ze szpitali (Szpital Specjalistyczny w Kościerzynie) wprowadzono do stosowania test wykrywający antygen *Legionella pneumophila* i *Streptococcus pneumoniae* w moczu. Przyjęty w tym szpitalu tok diagnostyczny znacząco poprawił wykrywalność choroby legionistów i powinien być poddany analizie pod względem możliwości implementacji w skali ogólnokrajowej. Niemniej jednak rok 2018 charakteryzował się wysokimi temperaturami w okresie lata, co mogło być pierwotną przyczyną większej niż zwykle liczby zakażeń pałeczkami *Legionella*. Wpływ ww. czynników na zarejestrowaną w 2018 r. liczbę zachorowań na chorobę legionistów w Polsce wymaga przeprowadzenia dalszych szczegółowych analiz. Przewidywanemu ze względu na ocieplanie się klimatu wzrostowi liczby zakażeń pałeczkami *Legionella* w Polsce powinno towarzyszyć systemowe usprawnienie diagnostyki w celu szybkiego i trafnego rozpoznawania zachorowań oraz wdrażania skutecznego leczenia, co uchroni pacjentów przed wystąpieniem poważnych i kosztownych w leczeniu następstw zakażenia tymi drobnoustrojami.

Zaznaczyć należy, iż legioneloza charakteryzuje się sezonowością występowania, ze szczytem zachorowań przypadającym w Europie na miesiące letnie (czerwiec - wrzesień) (Ryc. 6.3), co jest ściśle związane z warunkami pogodowymi, tj. wzrostem wilgotności i temperatury powietrza oraz wzrostem turystyki i rekreacji.

¹⁰⁵ Zachorowania na wybrane choroby zakaźne w Polsce od 1 stycznia do 15 grudnia 2018 r. oraz w porównywalnym okresie 2017 r. http://www.wold.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2018/INF_18_12A.pdf



Source: Country reports from Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden and the United Kingdom.

Rycina 6.3. Rozkład przypadków choroby legionistów według miesiący, EU/EEA, 2016 i 2012 do 2015. Distribution of Legionnaires' disease cases by month, EU/EEA, 2016 and 2012 to 2015.

Według ECDC, do uznanych potencjalnych źródeł i rezerwuarów zakażenia pałeczkami *Legionella* zaliczyć można:

- Systemy ciepłej i zimnej wody
- Wieże chłodnicze i skraplacze
- Ogrzewane baseny porodowe
- Baseny zdrojowe, baseny naturalne, źródła termalne
- Fontanny, zraszacze
- Nawilzacze do witryn spożywczych
- Sprzęt do terapii oddechowej
- Linie wodne jednostek stomatologicznych
- Ziemię doniczkową, kompost
- Myjnie pojazdów i zbiorniki na wodę do szyb samochodowych
- Obrabiarki chłodzone wodą

W Polsce, obecność pałeczek *Legionella* w wodzie kontrolowana jest w systemach ciepłej wody znajdujących się w obiektach zamieszkania zbiorowego oraz budynkach użyteczności publicznej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Nadzorowana jest również woda na pływalniach zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 r. w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach. Natomiast

nieznany jest potencjalny stopień narażenia na zakażenie pałeczkami z rodzaju *Legionella* (w szczególności *L. pneumophila*) w następstwie kontaktu z aerozolami skażonymi tymi drobnoustrojami zasiedlającymi: naturalne i sztuczne zbiorniki wodne odkryte, dekoracyjne i rekreacyjne, instalacje wodne znajdujące się na zewnątrz budynków (np. fontanny, kurtyny wodne) oraz występowania tych bakterii okresowo w wodach powierzchniowych (np. kałuże, sadzawki) szczególnie w odniesieniu do obserwowanych zmian klimatu.

Pomimo tego, że w raporcie Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)¹⁰⁶ legionelloza nie została uwzględniona to zdaniem niektórych ekspertów¹⁰⁷ na rozwój choroby potencjalny wpływ wywierać będzie zmieniający się klimat. Przemawia za tym kilka faktów:

- 1) *Legionella* odpowiedzialna jest za 2-15% przyjęć do szpitala z powodu CAP (pozaszpitalnego zapalenie płuc), dla którego szczyt zachorowań przypada na okres letnio-jesienny ;
- 2) wzrost temperatury wody w zakresie 25-42°C stwarza idealne warunki do namnażania pierwotniaków, wewnątrz których żyją pałeczki *Legionella* (możliwość kontaminacji wody przeznaczonej do picia, źródeł wody rekreacyjnej);
- 3) analiza związku pomiędzy zmianami pogodowymi a wystąpieniem legionellozy sugeruje, że alternatywnym źródłem narażenia są intensywne opady (sugerowana rola samochodów poruszających się po mokrej nawierzchni i wytwarzających aerozole zawierające pałeczki *Legionella*).

Rola środowiska naturalnego w epidemiologii *Legionella* oraz wpływ warunków pogodowych tj. wzrost temperatury i intensywności opadów oraz wzrost wilgotności, jako wysoce predykcyjnych dla wyższej częstości występowania legionellozy odnotowano w wielu badaniach prowadzonych na świecie. Poniżej zamieszczono kilka przykładów:

1. W sierpniu i wrześniu 2010 r. w Holandii odnotowano wzrost przypadków choroby legionistów (LD). Przeprowadzone analizy potwierdziły silny związek pomiędzy występowaniem LD a warunkami pogodowymi tzn. z długim okresem ciepłych dni, po których nastąpiły intensywne opady deszczu¹⁰⁸. Wykazano, że w Holandii, w najcieplejszym okresie roku (kwiecień-wrzesień), intensywność opadów, wilgotność względna i temperatura były dodatnio związane z występowaniem LD¹⁰⁹. Chociaż

¹⁰⁶ <https://www.ipcc.ch>

¹⁰⁷ Sakamoto R. Legionnaire's disease, weather and climate. *Bull World Health Organ.* 2015;93:435-6.

¹⁰⁸ Brandsema P.S., Euser S.M., Karagiannis I., Den Boer J.W., Van Der Hoek W. Summer increase of Legionnaires' disease 2010 in The Netherlands associated with weather conditions and implications for source finding. *Epidemiol Infect.* 2014;142:2360-71.

¹⁰⁹ Karagiannis I., Brandsema P., van der Sande M. Warm, wet weather associated with increased Legionnaires' disease incidence in The Netherlands. *Epidemiol Infect* 2009; 137, 181–187.

podstawowy mechanizm, który mógłby wyjaśnić to powiązanie, nie został wytłumaczony, wyniki tych badań jednoznacznie wskazują, że środowisko naturalne może odgrywać istotną rolę w ekspozycji ludzi na pałeczki *Legionella*. Również inne badania potwierdziły związek pomiędzy opadami deszczu a LD. Hicks i wsp.¹¹⁰ zaobserwowali związek między wzrostem opadów deszczu a wzrostem zachorowalności na LD. Również Garcia-Vidal i wsp.¹¹¹ opady są czynnikiem ryzyka sporadycznych przypadków zapalenia płuc o etiologii *Legionella pneumophila* w Hiszpanii. Fisman i wsp.¹¹² zidentyfikowali opady i podwyższoną wilgotność jako czynniki predykcyjne dla występowania LD, natomiast Simmering i wsp.¹¹³ stwierdzili ponad trzykrotnie wyższy współczynnik zachorowań na LD, gdy następował wzrost temperatury i wilgotności.

2. Bakterie *Legionella pneumophila* zostały wykryte w wodzie deszczowej na drogach asfaltowych^{114, 115} i w wodzie po powodzi¹¹⁶. Ponadto naturalna gleba została opisana jako rezerwuar *L. pneumophila* w Tajlandii i Japonii^{117, 118}.

W Polsce jak dotąd nie prowadzone były badania dotyczące roli środowiska naturalnego i zmian temperatury w zakażeniach pałeczkami *Legionella*. Z tego względu analiza ww. zagadnień wymaga zebrania odpowiednich danych w toku dedykowanych, prospektywnych prac badawczych.

¹¹⁰ Hicks L.A., Rose C.E. Jr Fields B.S., Drees M.L., Engel J.P., Jenkins P.R., Rouse B.S., Blythe D. et al. Increased rainfall is associated with increased risk for legionellosis. *Epidemiol Infect* 2007; 135: 811–817.

¹¹¹ Garcia-Vidal C., Labori M., Viasus D., Simonetti A., Garcia-Somoza D., Dorca J., Gudiol F., Carratalà J. Rainfall is a risk factor for sporadic cases of *Legionella pneumophila* pneumonia. *PLoS One*. 2013;16;8:e61036.

¹¹² Fisman D.N., Lim S., Wellenius G.A., Johnson C., Britz P., Gaskins M., Maher J., Mittleman M.A. et al. It's not the heat, it's the humidity: wet weather increases legionellosis risk in the greater Philadelphia metropolitan area. *J Infect Dis* 2005; 192: 2066–2073.

¹¹³ Simmering J.E., Polgreen L.A., Hornick D.B., Sewell D.K., Polgreen P.M. Weather-Dependent Risk for Legionnaires' Disease, United States. *Emerg Infect Dis*. 2017;23:1843-1851.

¹¹⁴ Sakamoto R., Ohno A., Nakahara T., Satomura K., Iwanaga S., Kouyama Y., Kura F., Kato N. et al. *Legionella pneumophila* in rainwater on roads. *Emerg Infect Dis* 2009; 15:1295–1297.

¹¹⁵ Kanatani J., Isobe J., Kimata K., Shima T., Shimizu M., Kura F., Sata T., Watahiki M. Close genetic relationship between *Legionella pneumophila* serogroup 1 isolates from sputum specimens and puddles on roads, as determined by sequence-based typing. *Appl Environ Microbiol* 2013; 79: 3959–3966.

¹¹⁶ Schalk J.A.C., Docters van Leeuwen A.E., Lodder W.J., de Man H., Euser S., den Boer J.W., de Roda Husman A.M. Isolation of *Legionella pneumophila* from pluvial floods by amoebal coculture. *Appl Environ Microbiol* 2012; 78: 4519–4521.

¹¹⁷ Kuroki H., Miyamoto H., Fukuda K., Iihara H., Kawamura Y., Ogawa M., Wang Y., Ezaki T. et al. *Legionella impletisoli* sp. nov. and *Legionella yabuuchiae* sp. nov., isolated from soils contaminated with industrial wastes in Japan. *Syst Appl Microbiol* 2007; 30: 273–279.

¹¹⁸ Amemura-Maekawa J., Kikukawa K., Helbig J.H., Kaneko S., Suzuki-Hashimoto A., Furuhashi K., Chang B., Murai M. et al. Distribution of monoclonal antibody subgroups and sequence-based types among *Legionella pneumophila* serogroup 1 isolates derived from cooling tower water, bathwater, and soil in Japan. *Appl Environ Microbiol* 2012; 78: 4263–4270.

6.2. Występowanie przecinkowców z rodzaju *Vibrio* a zmiany klimatu

Wołkowicz T., Piekarska K., Zacharczuk K., Rzeczkowska M., Gierczyński R.

Przecinkowce z rodzaju *Vibrio* są bakteriami wodnymi obecnymi szczególnie w ciepłych wodach przybrzeżnych akwenów o niskim i średnim zasoleniu. Czynnikiem etiologicznym cholery są toksynotwórcze szczepy *V. cholerae* serogrupy O1 i O139 (zgodnie z europejską definicją przypadku cholery z 2012). Chorobotwórcze dla człowieka mogą być także nietoksynotwórcze szczepy *V. cholerae*, a także szczepy z gatunków *V. parahaemolyticus* oraz *V. vulnificus*, które mogą odpowiadać za sporadyczne przypadki nieżytu żołądkowo-jelitowego lub infekcji ran np. w następstwie kontaktu z wodą, w której występują ww. drobnoustroje. Szczególnie niebezpieczne mogą być zakażenia przecinkowcem *V. vulnificus*, w których wskaźnik śmiertelności w przypadku wystąpienia posocznicy lub zakażenia ran może przekraczać 50%. Bakterie te, szczególnie *V. vulnificus* występują sezonowo w Morzu Bałtyckim, a ich wzmożone występowanie jest skorelowane z temperaturą wody. Ocieplanie się wód morskich, szczególnie w czasie wyjątkowo gorących lat, może wpływać na wzrost ilości bakterii z rodzaju *Vibrio*, a tym samym stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi. Na to potencjalne niebezpieczeństwo wskazują liczne publikacje takich instytucji jak WHO¹¹⁹ czy ECDC¹²⁰.

Dla rozwoju przecinkowców *Vibrio* szczególnie istotna jest temperatura powierzchni wody. Zależność pomiędzy temperaturą powierzchni wody a względnym ryzykiem wystąpienia przecinkowców *Vibrio* przedstawiono na Ryc. 6.4 (za Semenza i wsp. 2017). Z wykresu widać, że przy temperaturze powierzchni morza >16 °C, prawdopodobieństwo to zaczyna gwałtownie wzrastać. Dla celów przygotowania niniejszego raportu posłużono się serwisem E3 Geoportal¹²¹, stworzonym przez Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC), do wygenerowania wykresów średnich tygodniowych temperatur powietrza w latach 2000 – 2017 dla czterech polskich nadbałtyckich regionów: gdańskiego, koszalińskiego, słupskiego oraz szczecińskiego (Ryc. 6.6). Poza klasycznymi rocznymi oscylacjami temperatury nie widać większych różnic na wykresach w poszczególnych latach,

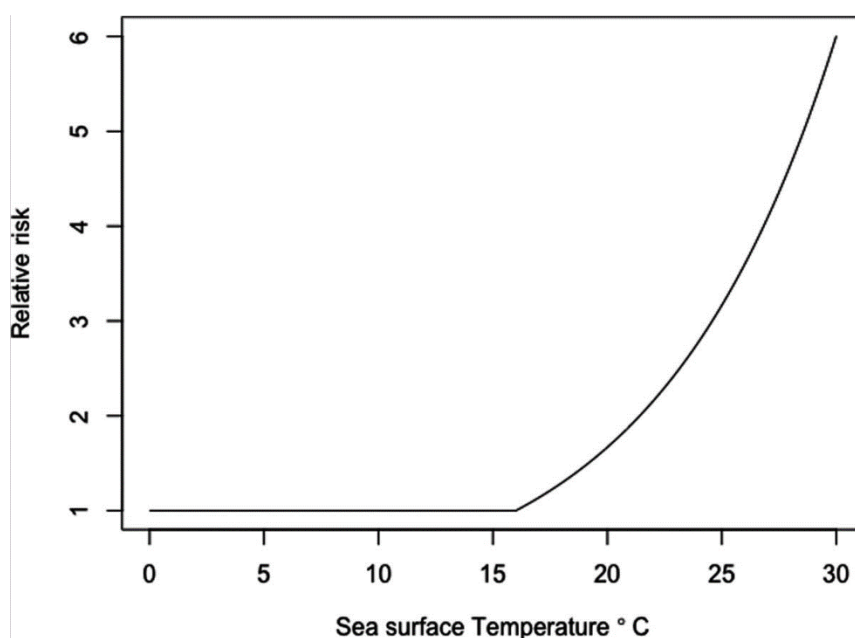
¹¹⁹ WHO: Protecting health in Europe from Climate Change: 2017 update (<http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/protecting-health-in-europe-from-climate-change-2017-update>)

¹²⁰ ECDC Technical Document: Climate change and communicable diseases in the EU Member States. 2010 (https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/1003_TED_handbook_climatechange.pdf)

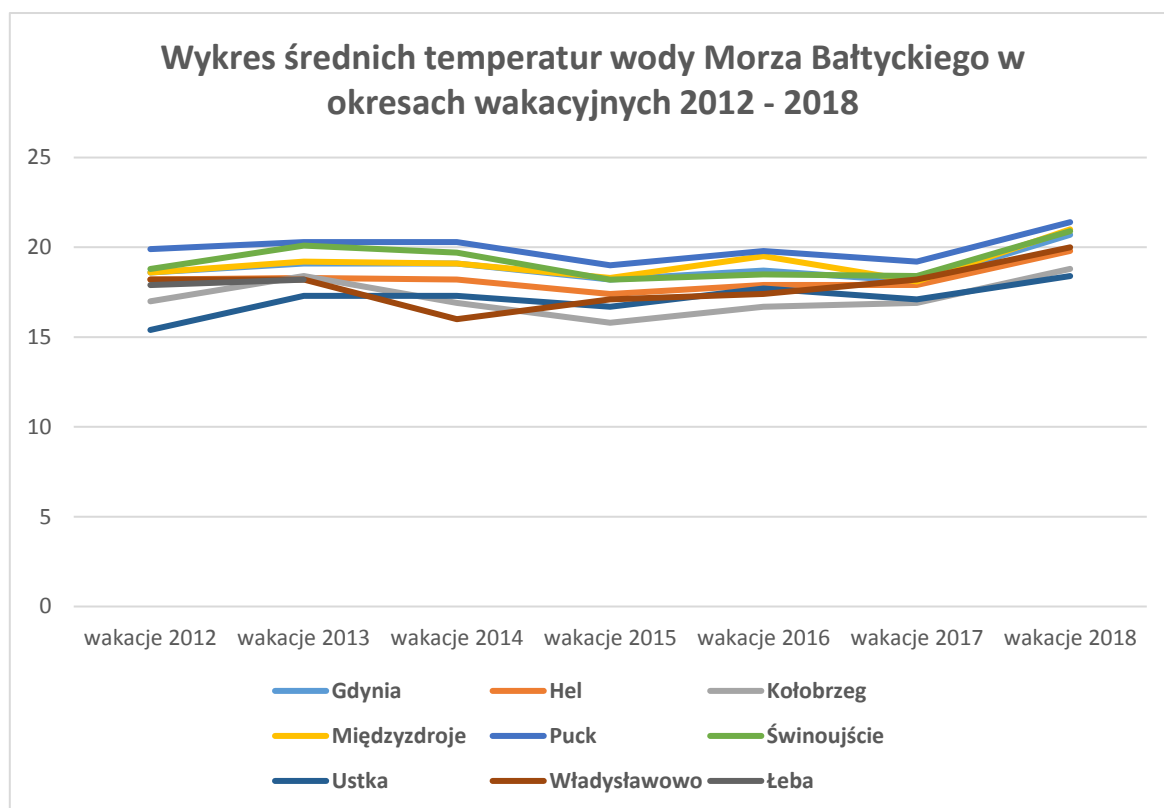
¹²¹ <https://e3geoportal.ecdc.europa.eu/sitepages/home.aspx>

co wskazywałoby na względnie stabilne warunki temperaturowe w polskich regionach przymorskich na przestrzeni ostatnich 17 lat. W roku 2010 można zaobserwować wystąpienie krótkiego, lecz wyraźnie cieplejszego okresu. Dane publikacyjne wskazują, że w tym roku obserwowano podwyższoną częstość występowania zakażeń o etiologii *Vibrio* w krajach nadbałtyckich, co zostanie szczegółowo omówione poniżej.

Z wykorzystaniem danych z serwisu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (www.pogodynka.pl) wygenerowano wykres średnich temperatur wody Morza Bałtyckiego w okresie wakacyjnym (od 15 czerwca do 31 sierpnia) w latach 2012 – 2018. Dane te wskazują, że średnia temperatura wody jest na granicy wzrastającego ryzyka wystąpienia przecinkowców *Vibrio*. Wyraźnie cieplejsza woda występuje w zatoce Puckiej, gdzie tym samym panują najbardziej sprzyjające warunki do wzrostu tych bakterii.



Rycina 6.4. Zależność pomiędzy temperaturą powierzchni morza a względnym ryzykiem wystąpienia przecinkowców *Vibrio* (za Semenza i wsp. 2017).



Rycina 6.5. Wykres średnich temperatur wody Morza Bałtyckiego w okresach wakacyjnych (15 czerwca – 31 sierpnia) w latach 2012 – 2018.

Serwis E3 Geoportal działający w ramach sieci ECDC European Environment and Epidemiology Network, posiada między innymi interaktywną mapę zagrożenia bakteriami z rodzaju *Vibrio* obejmującą dane od 01.01.2014¹²². Prawdopodobieństwo występowania przecinkowców *Vibrio*, kalkulowane jest wg modelu zaproponowanego przez Baker-Austin i wsp.¹²³. Na rycinie 6.7 (rycina na końcu podrozdziału) przedstawiono wyniki dla dwóch przykładowych okresów: 01.02.2018 oraz 01.08.2018. Przedstawione mapy wyraźnie potwierdzają, że prawdopodobieństwo wystąpienia przecinkowców *Vibrio* jest dodatnio skorelowane z temperaturą. W Morzu Czarnym duże ryzyko wystąpienia przecinkowców *Vibrio* przypada na okres od maja do końca października, zaś w naszej strefie klimatycznej przypada na okres letni. W Morzu Bałtyckim okres może trwać od końca czerwca do początku września. Przykładowe zmiany prawdopodobieństwa wystąpienia przecinkowców *Vibrio* w Morzu Bałtyckim w pięciu okresach letnich od roku 2014 do 2018 przedstawiono na Ryc. 6.8 - 6.12 (ryciny na końcu podrozdziału). Z przedstawionych ma wynika, że ryzyko

¹²² <https://e3geoportal.ecdc.europa.eu/SitePages/Vibrio%20Map%20Viewer.aspx>

¹²³ Baker-Austin C, Trinanes JA, Taylor NGH, Hartnell R, Siitonen A, Martinez-Urtaza M. Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change* 2013; 3: 73-77 (<https://www.nature.com/articles/nclimate1628>)

wystąpienia przecinkowców *Vibrio* było szczególnie wysokie w sierpniu 2018 r. i podwyższone w na początku sierpnia 2016 r.

Oszacowanie ilości zakażeń o etiologii *Vibrio* jest trudne, ze względu na brak kompletnych danych i ograniczoną ilość badań diagnostycznych w tym kierunku. W Polsce (podobnie jak w innych krajach europejskich) w przypadku zakażeń przecinkowcami z rodzaju *Vibrio*, obowiązek zgłaszania obejmuje jedynie zachorowania na cholere, tj. zgłoszeniu podlegają jedynie zakażenia toksynotwórczymi przecinkowcami *V. cholerae* (rozporządzenie Ministra Zdrowia z 25 marca 2014 r. [Dz. U. z 2014 r. poz. 459]). W Polsce w ostatnich latach nie zgłoszono ani jednego przypadku cholery. Również w innych krajach europejskich przypadki cholery zdarzają się bardzo rzadko i są to zachorowania zawleczone przez osoby podróżujące, najczęściej do Indii i Pakistanu (dane z 2016r)¹²⁴. Według danych ECDC w roku 2017 odnotowano 17 przypadków cholery (z czego 12 w Wielkiej Brytanii), w roku 2016 – 23 (16 w Wielkiej Brytanii), w roku 2015 – 24 (15 w Wielkiej Brytanii), w roku 2014 – 12 (10 w Wielkiej Brytanii).

Natomiast liczba zakażeń nietoksynotwórczymi przecinkowcami *V. cholerae* oraz innymi przecinkowcami *Vibrio*, nie jest znana ze względu na brak obowiązku rejestracji tego typu zakażeń w Polsce. Lakoniczne są również dane ECDC dotyczące zakażeń o etiologii *Vibrio* na terenie Unii Europejskiej. Według danych z raportów ECDC-EFSA, w roku 2017¹²⁵, 2016¹²⁶ i 2015¹²⁷ odnotowano odpowiednio 59, 76 i 29 przypadków zakażeń u ludzi o etiologii *Vibrio* sp. Niestety we wcześniejszych latach liczba tego typu przypadków nie była wyszczególniana w raportach ECDC-EFSA.

Zastosowanie wspomnianego wcześniej modelu daje możliwość prowadzenia teoretycznych analiz i prognoz występowania przecinkowców *Vibrio* m.in. w wodach Morza Bałtyckiego. Faktyczne występowanie tych bakterii w polskich wodach przybrzeżnych Morza Bałtyckiego nie jest objęte rutynowymi badaniami. Dane epidemiologiczne, w szczególności z Niemiec, Finlandii oraz Szwecji, wskazują na problem związany z infekcjami ran

¹²⁴ ECDC Annual Epidemiological Report for 2016: Cholera

https://www.ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2016-cholera.pdf

¹²⁵ EFSA and ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control), 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. EFSA Journal 2018;16(12):5500, 262 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>

¹²⁶ EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2017. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. EFSA Journal 2017;15(12):5077, 228 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5077>

¹²⁷ EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), 2016. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. EFSA Journal 2016;14(12):4634, 231 pp. doi:10.2903/j.efsa.2016.4634

przecinkowcami *Vibrio*, szczególnie *V. vulnificus*. Z danych piśmiennictwa wynika, że zwiększona ilość tego typu zakażeń związanych z kąpielami w Morzu Bałtyckim była odnotowywana szczególnie w okresach wyjątkowo gorących lat (35 przypadków w 2010, 67 w 2006, 19 w 2003, 21 w 1997 i 21 w 1994)^{128, 129, 130}. Dane szwedzkie, prezentowane przez Semenę i wsp.¹³¹ wskazują na stałe notowanie tego typu zakażeń (w sumie 117 zakażeń w latach 2006 - 2014). W znakomitej większości drogą zakażenia było zakażenie ucha, ran oraz krwi. We wspomnianym okresie szczególnie wysoki wzrost ilości zakażeń o etiologii *Vibrio* odnotowano, zarówno w Szwecji jak i w Finlandii, podczas wyjątkowo gorących okresów w roku 2014¹³².

Przytoczone dane wskazują, że zakażenie ran lub ucha po kontakcie ze skażoną wodą może stanowić główne zagrożenie związane z przecinkowcami *Vibrio* w wodach Morza Bałtyckiego. Na zakażenie najbardziej narażone są osoby z niedoborami odporności i schorzeniami przewlekłymi, takimi jak cukrzyca. Ponadto, przecinkowce z rodzaju *Vibrio* często są odpowiedzialne za dolegliwości ze strony układu pokarmowego (mdłości, wymioty, biegunka). Wydaje się, że kojarzone z tymi patogenami zakażenia pokarmowe nie stanowią istotnego problemu zdrowia publicznego w krajach naszego regionu. Może wynikać to z lokalnych tradycji kulinarnych, gdyż zarówno w Polsce, jak i w sąsiednich krajach nadbałtyckich, spożywanie owoców morza niepoddanych odpowiedniej obróbce termicznej należy do rzadkości. Z drugiej jednak strony, wystąpienie ww. objawów po kontakcie z przecinkowcami obecnymi w wodzie morskiej może, przy braku rutynowej diagnostyki w kierunku *Vibrio* być mylnie przypisywane innym patogenom – najczęściej wirusowym lub zatruciom toksynami.

Mimo ograniczonych ilości dostępnych danych pochodzących z europejskich systemów nadzoru nad zakażeniami, wydaje się, że podczas szczególnie gorących letnich okresów istnieje zagrożenie związane z zakażeniami o etiologii *Vibrio*. Brak jednak danych doświadczalnych pozwalających na weryfikację, czy zgodnie z przedstawionymi modelami epidemiologicznymi ww. patogeny występują każdego roku w polskich wodach

¹²⁸ Frank C, Littmann M, Alpers K, Hallauer J. *Vibrio vulnificus* wound infections after contact with Baltic Sea, Germany. *Eurosurveill* 2006; 11: 3024-5

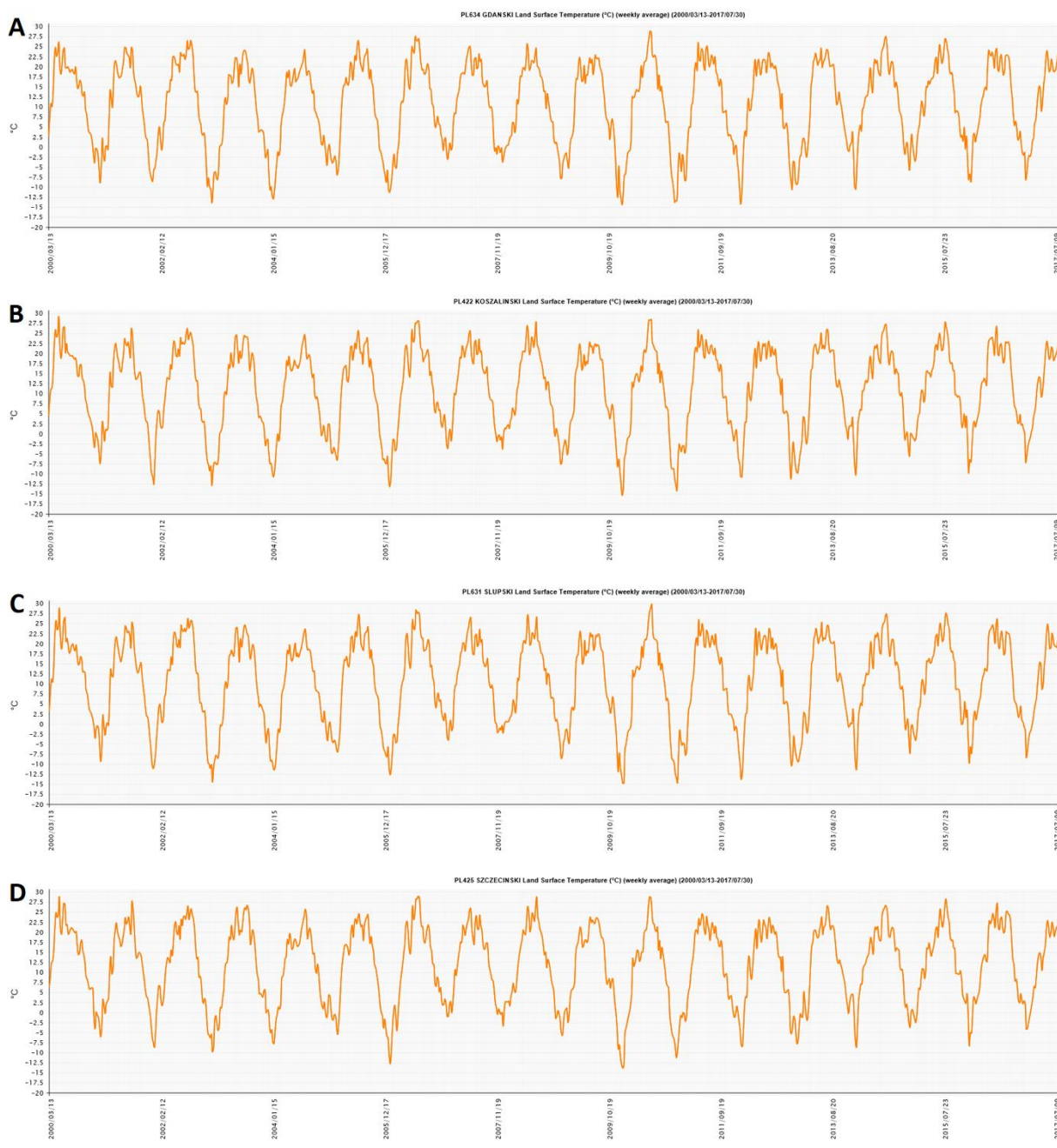
¹²⁹ Collin B, Rehnstam-Holm AS. Occurrence and potential pathogenesis of *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* on the South Coast of Sweden. *FEMS Microbiol Ecol* 2011; 78: 306-13

¹³⁰ Huehn S, Eichhorn Ch, Urmersbach S, Breidenbach J et al. Pathogenic vibrios in environmental, seafood and clinical sources in Germany. *Int J Med Microbiol* 2014; 304: 843-50

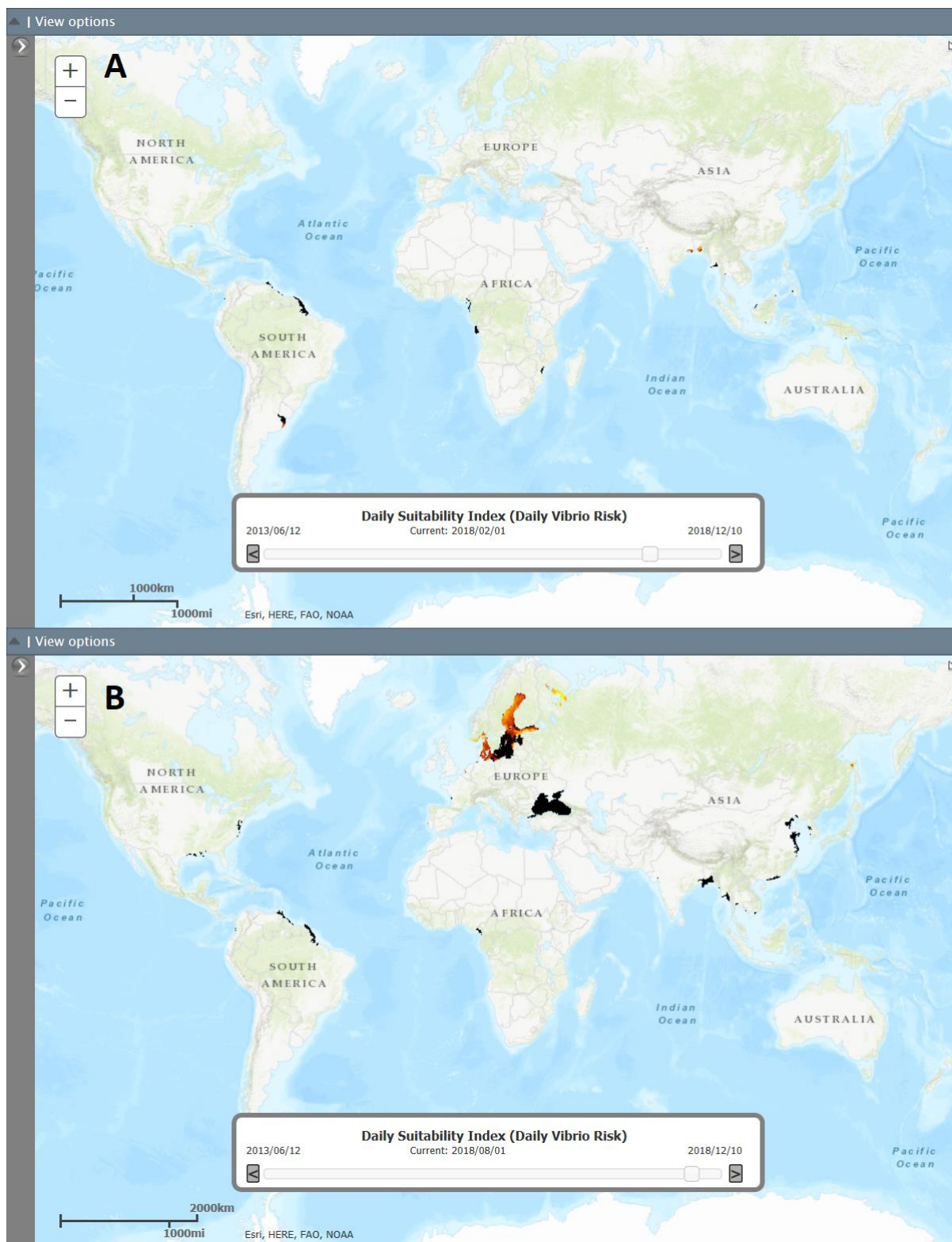
¹³¹ Semenza JC, Trinanes J, Lohr W, et al. Environmental Suitability of *Vibrio* Infections in a Warming Climate: An Early Warning System. *Environ Health Perspect*. 2017;125(10):107004.

¹³² Baker-Austin C, Trinanes JA, Salmenlinna S, et al. Heat Wave-Associated Vibriosis, Sweden and Finland, 2014. *Emerg Infect Dis*. 2016;22(7):1216-20.

przybrzeżnych Morza Bałtyckiego. Przesłanką potwierdzającą występowanie *V. vulnificus* w polskiej strefie przybrzeżnej są wyniki wykonywanych przez NIZP-PZH badań usługowych w zakresie oceny mikrobiologicznej wód portowych (dane niepublikowane). Z tych względów, badania na obecność przecinkowców z rodzaju *Vibrio* w polskich wodach przybrzeżnych Bałtyku są zasadne, a ich wyniki mogą w znacznym stopniu uzupełnić dotychczasową wiedzę odnośnie ryzyka zdrowotnego dla populacji polskiej wynikającego z ocieplania się wody w Bałtyku i klimatu w Polsce.

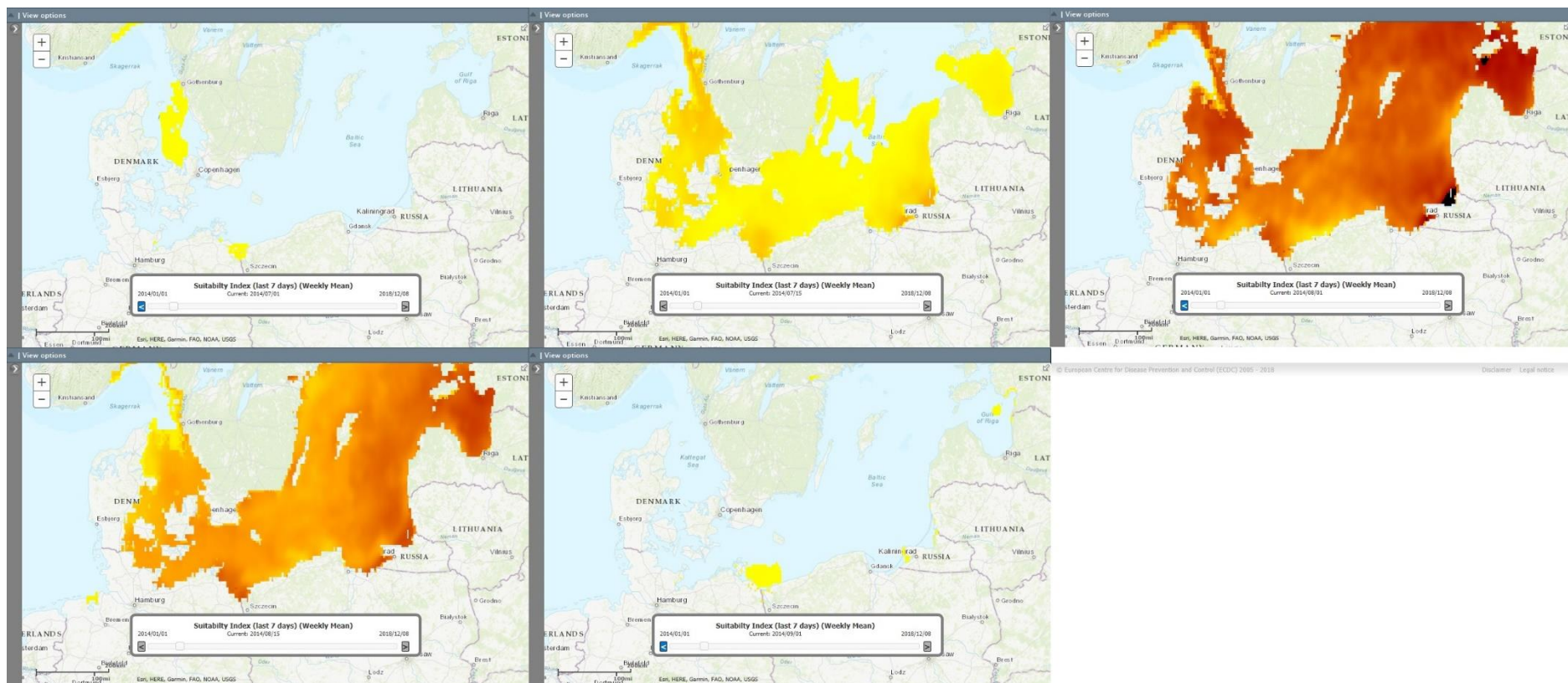


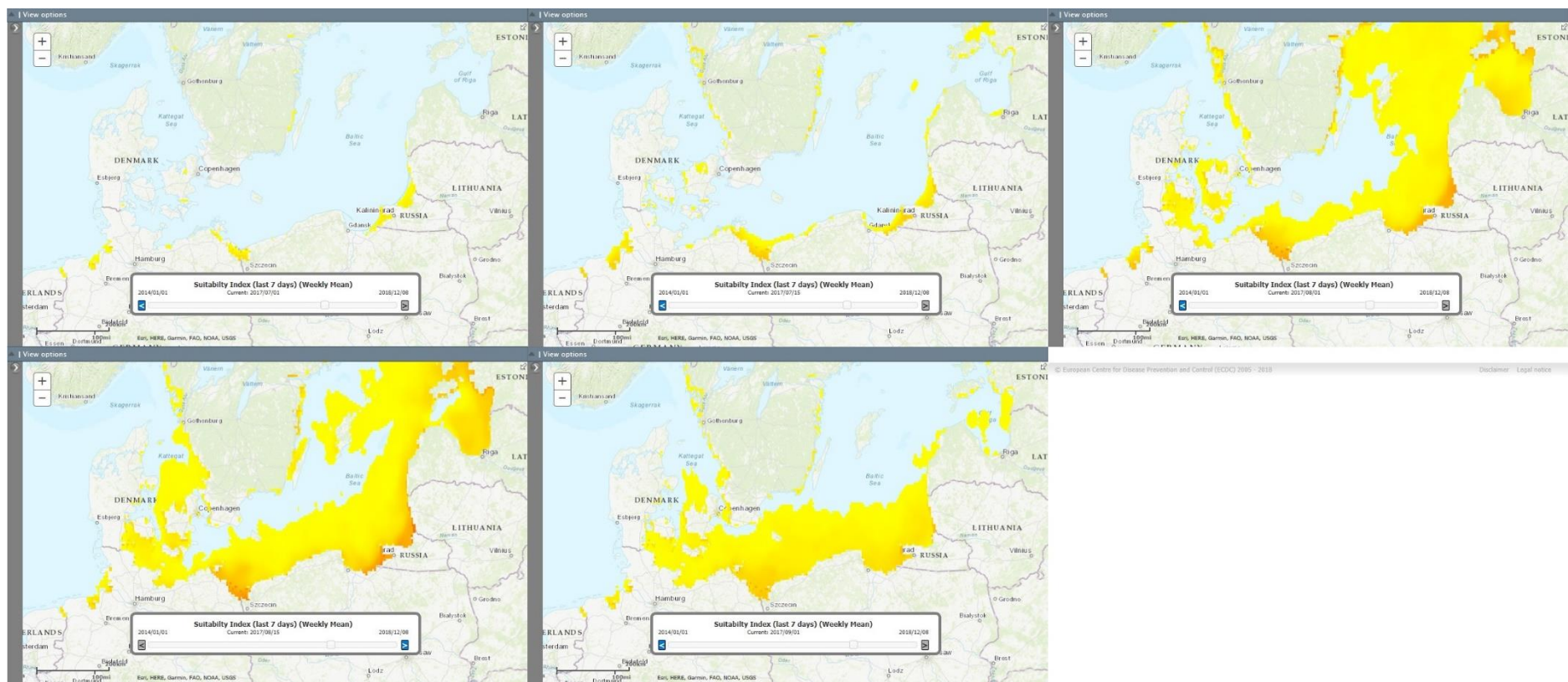
Rycina 6.6. Wykresy średnich tygodniowych temperatur dla regionów: gdańskiego (A), koszalińskiego (B), słupskiego (C) oraz szczecińskiego (D) w latach 2000 – 2017.



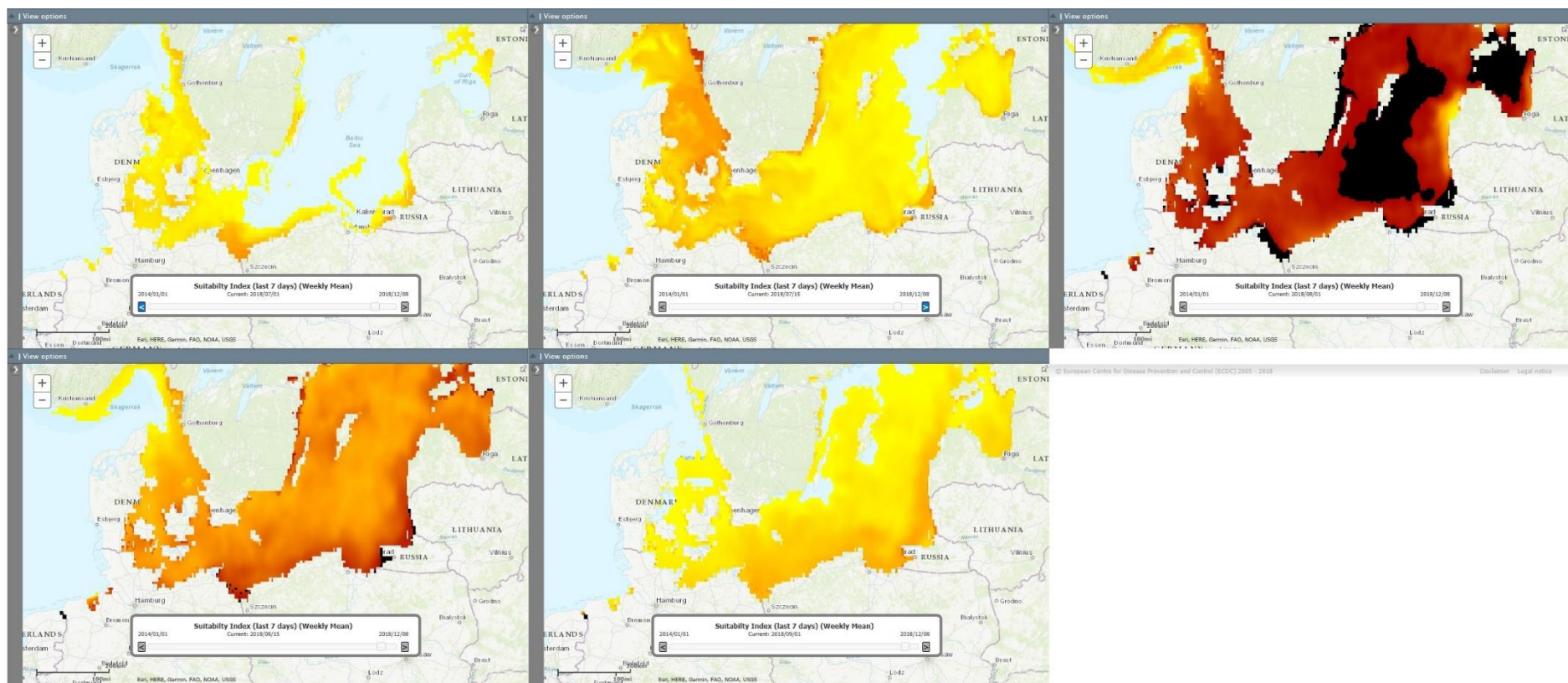
Rycina 6.7. Prawdopodobieństwo występowania w wodach na świecie pałeczek *Vibrio* dla dwóch przykładowych okresów: 01.02.2018 (A) oraz 01.08.2018 (B). Kolory od żółtego przez czerwony do czarnego odpowiadają rosnącemu prawdopodobieństwu wystąpienia przecinkowców *Vibrio*.

Rycina 6.8. Prawdopodobieństwo wystąpienia przecinkowców *Vibrio* w Morzu Bałtyckim w roku 2014 w okresach: 01 lipca, 15 lipca, 1 sierpnia, 15 sierpnia, 1 września.





Rycina 6.11. Prawdopodobieństwo wystąpienia przecinkowców *Vibrio* w Morzu Bałtyckim w roku 2017 w okresach: 01 lipca, 15 lipca, 1 sierpnia, 15 sierpnia, 1 września.



Rycina 6.12. Prawdopodobieństwo wystąpienia przecinkowców *Vibrio* w Morzu Bałtyckim w roku 2018 w okresach: 01 lipca, 15 lipca, 1 sierpnia, 15 sierpnia, 1 września

7. Wnioski i rekomendacje

- Przeprowadzone zostaną szczegółowe badania dotyczące wzrostu częstości występowania wektorów i przenoszonych przez nie patogenów pod kątem zachodzących zmian klimatycznych.
- Zaplanowano wykonanie pilotażowych badań laboratoryjnych wektorów na obecność nowo pojawiających się patogenów nieobjętych obecnie systemem nadzoru epidemiologicznego, to jest bakterii *Anaplasma phagocytophilum* i pierwotniaków z gatunków *Babesia*.
- Dokonany zostanie wybór metodyki adekwatnej do badań przesiewowych wektorów na obecność materiału genetycznego patogenów klimatozależnych.
- Występowanie chorób wektorowych objętych systemem nadzoru epidemiologicznego w odniesieniu do warunków klimatycznych zostanie określone na podstawie analiz danych z nadzoru oraz danych z piśmiennictwa i obejmie przypadki boreliozy z Lyme i KZM.
- Przeprowadzona ocena wskazuje, że najważniejsze zidentyfikowane klimatyczne zagrożenia zdrowotne dotyczą: temperatur ekstremalnych (zarówno fal chłódów, jak i upałów), chorób wektorowych, chorób przenoszonych przez wodę i żywność oraz występowania powodzi i silnych wiatrów. **Zagrożenia te są możliwe do zidentyfikowania w oparciu o dostępne dane.**
- Ze względu na odmienne skutki, dla temperatur ekstremalnych, chorób wektorowych i przenoszonych przez wodę możliwa jest ocena wpływu zmian klimatu na zdrowie. **Dla tego rodzaju skutków możliwe jest przeprowadzenie w sposób wiarygodny analiz dotyczących poziomu ryzyka oraz oceny zależności pomiędzy obserwowanymi zagrożeniami a wskaźnikami zdrowotnymi gromadzonymi w ramach statystyki zdrowotnej i publicznej.**
- Pozostałe potencjalne skutki zdrowotne związane ze zmianami klimatycznymi nieopisane w raporcie np. związane z powodziami czy tornadami, w szczególności w wyniku konsekwencji ekonomicznych, na obecnym etapie są w praktyce niemożliwe do określenia. Powiązane są one również często z innymi przyczynami niż klimatyczne i środowiskowe. Pomimo, że w przypadku powodzi stanowią znaczny udział w ogólnej liczbie szacowanych skutków zdrowotnych związanych z klimatem, z reguły nie

dotyczą całej populacji (dotyczą populacji żyjącej na terenach zalewowych o znacznym ryzyku powodziowym), co uniemożliwia odniesienie wyniku do całej populacji kraju.

- W związku z powyższym, w projekcie planuje się przeprowadzić analizy związku wskaźników zdrowia z ryzykiem klimatycznym dla **temperatur ekstremalnych, chorób wektorowych i chorób przenoszonych przez wodę**.
- Ustalenie narażenia na kontakt społeczeństwa z pałeczkami Legionella podczas rekreacyjnego korzystania z otwartych zbiorników wodnych i fontann oraz doskonalenie nadzoru epidemiologicznego nad chorobą legionistów poprzez usprawnienie diagnostyki zakażeń tymi drobnoustrojami. W okresie od maja do września 2019 r. do badań laboratoryjnych planuje się pobranie od 100 do 200 (w zależności od temperatury i opadów) środowiskowych próbek wody na terenie Warszawy i okolic. Pobrany materiał posiany zostanie na podłoża hodowlane. Do potwierdzenia przynależności wyhodowanych bakterii do rodzaju Legionella wykorzystane będą testy fenotypowe i molekularne. Ponadto, celem poprawy diagnostyki legionelozy w kraju w okresie czerwiec – wrzesień 2019 roku, planowane jest podjęcie współpracy ze Szpitalem Specjalistycznym w Kościerzynie stosującym test przesiewowy oznaczania antygeny w moczu, planowana jest weryfikacja techniką PCR 80-150 (w zależności od sytuacji epidemiologicznej w szpitalu) próbek klinicznych pochodzących z dróg oddechowych. Algorytm doboru próbek zakłada materiał kliniczny uzyskany od pacjentów, u których testem przesiewowym wykryto antygen Legionella w moczu lub od pacjentów z podejrzeniem zapalenia płuc, u których w moczu nie wykryto antygeny Legionella i *S. pneumoniae*. Co więcej, na podstawie przeprowadzonej analizy wcześniej dokonywanych zgłoszeń planowane jest wyłonienie szpitala, w którym występowały pozaszpitalne zapalenia płuc i wykonanie 200 badań oznaczenia antygeny w moczu. Realizacja działania pozwoli przygotować rekomendacje usprawnienia diagnostyki i raportowania zakażeń pałeczkami Legionella oraz umożliwi oszacowanie narażenia społeczeństwa na zakażenia tymi drobnoustrojami w okresie letnim w Polsce oraz będzie stanowić podstawę dla przygotowania odpowiednich materiałów edukacyjnych dla społeczeństwa i materiałów szkoleniowych dla lekarzy.
- Ustalenie narażenia na kontakt społeczeństwa z przecinkowcami Vibrio (*V. cholerae*, *V. vulnificus* i *V. parahaemolyticus*) podczas kąpieli na polskim wybrzeżu Bałtyku oraz usprawnienie diagnostyki zakażeń tymi drobnoustrojami. W roku 2019 planowane jest przeprowadzenie badań występowania przecinkowców z rodzaju

Vibrio w przybrzeżnych wodach kąpieliskowych Morza Bałtyckiego. Planowane jest przeprowadzenie 7 wyjazdów terenowych od czerwca do końca września i każdorazowo pobranie próbek z 10 miejsc na całym wybrzeżu. Pozyskane próbki wody będą badane w NIZP-PZH na obecność przecinkowców *Vibrio cholerae*, *V. vulnificus* i *V. parahaemolyticus* z wykorzystaniem metod klasycznych i molekularnych. Uzyskane wyniki zostaną zestawione z danymi geograficznymi oraz termicznymi (temperatura wody, powietrza) oraz meteorologicznymi. Realizacja działania umożliwi oszacowanie narażenia społeczeństwa na zakażenia tymi drobnoustrojami w okresie letnim w Polsce. Pozwoli przygotować rekomendacje co do konieczności rozszerzenia wymaganych badań dla kąpielisk morskich, przyczyni się również też do usprawnienia diagnostyki i raportowania zakażeń pałeczkami *Vibrio*. Uzyskane wyniki będą stanowić podstawę dla przygotowania odpowiednich materiałów edukacyjnych dla społeczeństwa i materiałów szkoleniowych dla lekarzy.