

ZMIANY KLIMATU W OBSZARZE WSPARCIA

Autor - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Badań Środowiskowych

Publikacja powstała w ramach projektu: TRANSGEA – Transgraniczna współpraca w zakresie lokalnych działań adaptacyjnych do zmian klimatu.

Projekt jest realizowany w ramach Programu Współpracy **INTERREG Polska-Saksonia 2014 – 2020**.

Głównym celem projektu jest przygotowanie regionu transgranicznego Polski i Saksonii do nadchodzących zmian klimatu na poziomie lokalnym poprzez koordynację współpracy w dziedzinie ekologii pomiędzy instytucjami oraz społeczeństwem.

Wyłącznie odpowiedzialność za zawartość niniejszej publikacji ponoszą jej autorzy. Przedstawione poglądy nie muszą odzwierciedlać oficjalnego stanowiska Unii Europejskiej.

Okres realizacji projektu: 01.07.2018 – 30.06.2020

Wartość projektu: 433.535,63 €

Dofinansowanie z Unii Europejskiej: 85%

Partner wiodący

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy.

Kierownik projektu: Mariusz Adynkiewicz-Piragas

e-mail: mariusz.adynkiewicz@imgw.pl

Partnerzy projektu

GÜSA e.V.

SAPOS GmbH

Fundacja Ekologiczna „Zielona Akcja”

Fundacja Natura Polska

Publikacja dofinansowana ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.

Poglądy autorów i treści zawarte w publikacji nie zawsze odzwierciedlają stanowisko WFOŚiGW we Wrocławiu.

Strona internetowa projektu: <http://www.transgea.eu>

Spis treści

1.	WPROWADZENIE	5
2.	ŚREDNIA TEMPERATURA POWIETRZA.....	5
3.	DNI UPALNE.....	6
4.	STOPNIODNI GRZANIA (HDD)	7
5.	OPADY ATMOSFERYCZNE	7
5.1.	Opady - rozkład przestrzenny	7
5.2.	Opady - przebieg roczny.....	8
5.3.	Opady - trendy	8
6.	POKRYWA ŚNIEŻNA	9
7.	WIATR	9
8.	BURZE	10
9.	PROJEKCJE KLIMATYCZNE.....	10
9.1.	Projekcje klimatyczne - temperatura	11
9.2.	Projekcje klimatyczne - opady	12
10.	PODSUMOWANIE.....	12

1. WPROWADZENIE

Jedną z najistotniejszych kwestii związanych ze środowiskiem naturalnym w ostatnich latach są zmiany klimatu. Ich zakres, przebieg, scenariusze, a przede wszystkim przyczyny są przedmiotem sporów już nie tylko naukowców, ale i polityków oraz organów administracyjnych. Do najważniejszych problemów wynikających z obserwowanych i prognozowanych zmian klimatu należą m.in. określenie stopnia zmian klimatu w przyszłości oraz jakie działania mogą przyczynić się do ich zmniejszenia. W skali lokalnej znacznie istotniejsze wydają się być jednak kwestie dotyczące adaptacji do zmian klimatu. Niezależnie od przyjętego scenariusza, zmiany klimatu mogą w przyszłości znaleźć odzwierciedlenie w funkcjonowaniu wielu sektorów społeczno-ekonomicznych.

Charakterystyka warunków hydroklimatycznych regionu pogranicza polsko-saksońskiego została opracowana w oparciu o dane z sieci stacji meteorologicznych IMGW-PIB (Polska) i DWD (Saksonia). Dane obejmowały lata 1971-2015 i dotyczyły takich elementów i zjawisk meteorologicznych jak: temperatura powietrza, opady atmosferyczne, pokrywa śnieżna, prędkość wiatru oraz burze atmosferyczne. Ponadto, w analizach wykorzystano również dane z projekcji klimatycznych do 2100 r., opracowanych dla regionu wsparcia w ramach projektów KLAPS i NEYMO.

2. ŚREDNIA TEMPERATURA POWIETRZA

Średnia temperatura powietrza obliczana dla całego omawianego obszaru dla lat 1971-2015 wyniosła 7,6°C. Jednakże z uwagi na znaczne zróżnicowanie wysokościowe, region ten pod względem termicznym cechuje się wyraźną zmiennością. Najwyższymi wartościami temperatury odznaczają się obszary nizinne, gdzie średnia roczna wartość przekracza 9°C. W przypadku niższych pięter gór (np. Szczawno-Zdrój, Jelenia Góra) temperatura powietrza jest

średnio 1,5-2,0°C niższa, natomiast w szczytowej strefie Karkonoszy (Śnieżka) osiąga jedynie 0,9°C.

Cechą charakterystyczną warunków termicznych na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat jest wyraźny wzrost zarówno temperatury powietrza, jak i częstości występowania sytuacji pogodowych odznaczających się stresem gorąca.

Ocenia się, że w przypadku Śnieżki wartość średniej rocznej temperatury w omawianym okresie wzrosła o ponad 1,6°C, a w przypadku Zielonej Góry i Cottbus o 1,5°C. Najmniejszy wzrost zanotowany został dla stacji w Szczawnie-Zdroju, gdzie wyniósł on nieco ponad 1°C. W poszczególnych porach roku największymi zmianami odznaczał się sezon letni.

3. DNI UPALNE

Dni z temperaturą maksymalną przekraczającą 30°C są szczególnie uciążliwe w kontekście wpływu na bilans cieplny ciała człowieka i niekorzystnego oddziaływania na samopoczucie mieszkańców. W latach 1971-2015 średnia roczna liczba dni upalnych w regionie wsparcia wynosiła 6-7 dni w części nizinnej przy ok. 4 dniach w niższych piętrach gór i ich braku w strefie szczytowej. W tym kontekście szczególnie gorący okazał się być sezon letni 2015 r., kiedy zanotowano aż 21-25 dni upalnych. W pozostałych latach dużą częstością takich sytuacji pogodowych odznaczały się też sezony letnie 1994 i 2006, kiedy stwierdzono odpowiednio 15-24 i 12-23 dni upalne.

W przypadku wszystkich uwzględnionych stacji meteorologicznych dla lat 1971-2015 zanotowano zwiększenie się liczby dni upalnych. Największy wzrost zaobserwowano dla wschodniej części regionu, reprezentowanego przez stację w Legnicy.

Należy również nadmienić, że oprócz dni upalnych w omawianym okresie

zannotowano również znaczący wzrost dni gorących, czyli dni z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C.

4. STOPNIODNI GRZANIA (HDD)

Wskaźnik ten wykorzystywany jest w ocenach długości sezonu grzewczego i jest sumą odchyłeń średniej temperatury dobowej od założonej wartości progowej tj. 17°C, dla dni ze średnią dobową temperaturą powietrza nie przekraczającą 15°C.

W latach 1971-2015 w całym regionie wsparcia zannotowano spadek jego wartości, co świadczy o tym, że w okresie tym sezon grzewczy uległ potencjalnemu skróceniu. Największe zmiany zostały zannotowane na Śnieżce oraz w północnej części regionu, czyli na obszarach o najwyższym wzroście temperatury. Najmniej dynamiczny spadek wskaźnika stopniodni grzania został natomiast stwierdzony dla Szczawna-Zdroju, gdzie z kolei wzrost temperatury był najmniejszy.

5. OPADY ATMOSFERYCZNE

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę rozkładu przestrzennego, przebiegu rocznego oraz trendów opadów atmosferycznych w obszarze wsparcia.

5.1. Opady - rozkład przestrzenny

Pod względem opadów atmosferycznych omawiany region cechuje się znacznym zróżnicowaniem. Najistotniejszym czynnikiem powodującym zróżnicowanie sum opadów jest wysokość bezwzględna. Obszary górskie, przede wszystkim Karkonosze i Góry Izerskie, cechują się zdecydowanie najwyższymi sumami opadów, osiągającymi w ciągu roku 1131 mm (Śnieżka) i

1376 mm (Jakuszyce).

Sumy opadów sukcesywnie maleją wraz ze spadkiem wysokości. W niższych piętrach gór oraz na przedgórzu osiągają przeważnie wartości 700-800 mm, a na nizinach 600-700 mm. Najmniejsze sumy opadów obserwowane są we wschodniej części regionu, gdzie przyjmują wartości poniżej 600 mm. Spośród rozpatrywanych stacji najmniejszą roczną sumą opadów odznacza się Legnica, z opadami rocznymi 525 mm. Średnia obszarowa suma opadów dla omawianego regionu wsparcia wynosi 716 mm.

5.2. Opady - przebieg roczny

W przebiegu rocznym najwyższe opady obserwowane są w lipcu. Średnia obszarowa suma dla tego miesiąca wynosi 92 mm, a dla Legnicy 89 mm. W przypadku odznaczających się największymi opadami Jakuszyce, średnia suma opadów w lipcu wynosi 152 mm. Najbardziej suchym miesiącem jest luty. Średnia suma opadów wynosi wówczas niespełna 40 mm, przy czym dla Legnicy jest to wielkość dwukrotnie mniejsza. Natomiast w Jakuszycach minimum roczne opadów przypada na kwiecień, kiedy notuje się średnio 82 mm. Wynika to z faktu, że na terenie Sudetów Zachodnich, notowane są stosunkowo wysokie sumy opadów w okresie półrocza chłodnego, a zwłaszcza sezonu zimowego. W niektórych obszarach Gór Izerskich wielkości opadów sezonu letniego do zimowego są niemal identyczne. Uwzględniając wysokie zimowe sumy opadów oraz znaczną wysokość bezwzględną, region ten jest uprzywilejowany w kontekście wysokości i czasu zalegania pokrywy śnieżnej.

5.3. Opady - trendy

W przypadku zarówno rocznych sum opadów, jak i opadów silnych (reprezentowanych przez wskaźnik liczby dni z opadem dobowym powyżej 10 mm), a także maksymalnej rocznej długości okresów bezopadowych, dla

niektórych stacji obserwowany jest wzrost ww. wskaźników lub brak jakiegokolwiek tendencji.

6. POKRYWA ŚNIEŻNA

Pokrywa śnieżna w regionie, zarówno pod względem jej wysokości jak i czasu zalegania, odznacza się znacznym zróżnicowaniem. Na rysunkach poniżej przedstawiony został przebieg zmian maksymalnej grubości pokrywy dla stacji reprezentujących część nizinną (Görlitz) oraz górską (Jelenia Góra). W przypadku Görlitz zaobserwować można nieznaczną tendencję spadkową, natomiast w Jeleniej Górze brak jest wyraźniejszych zmian. Dla żadnej z omawianych stacji nie zanotowano istotności statystycznej. Najwyższą pokrywą śnieżną w przypadku obydwu stacji zaobserwowano w sezonach zimowych 1980/81 i 2009/10. W Görlitz pokrywa osiągnęła wówczas wysokość 92 i 93 cm, a w Jeleniej Górze odpowiednio 104 i 103 cm. Z kolei najmniejsza maksymalna pokrywa śnieżna została zanotowana w sezonach 1991/92 (Görlitz) i 1973/74 (Jelenia Góra), kiedy na niżej położonej stacji zmierzono pokrywę o wysokości 8 cm, a w Jeleniej Górze 15 cm.

7. WIATR

Warunki wietrzne w regionie cechuje znaczne zróżnicowanie pomiędzy najwyższymi partiami górskimi a pozostałym obszarem. Średnia roczna prędkość wiatru w niższych piętrach wysokościowych wynosi 3,3 m/s, natomiast w szczytowej części gór (Śnieżka) osiąga 12,5 m/s. Największa średnia prędkość wiatru jest obserwowana w zimie, zwłaszcza w styczniu i grudniu, kiedy waha się od 2,8 m/s w Jeleniej Górze do 16 m/s na Śnieżce. W całym okresie zimowym (grudzień-luty) średnia prędkość wiatru dla niżej położonych obszarów wynosi 4,0 m/s, a w szczytowej części gór 15,7 m/s. Lato jest najmniej wietrznym sezonem. Prędkość wiatru w tym okresie przyjmuje wartości od 1,9 m/s w Jeleniej Górze do 9,6 m/s na Śnieżce. W

przypadku stacji nizinnych wielkości te różnicują się w przedziale 2,6-3,2 m/s.

W kontekście warunków wietrznych należy podkreślić, że wiatr jest jednym z istotniejszych czynników meteorologicznych oddziałujących zarówno na zdrowie i bezpieczeństwo mieszkańców, jak i infrastrukturę techniczną regionu.

8. BURZE

Występowanie silnego wiatru często związane jest z burzami atmosferycznymi. W regionie wsparcia burze pojawiają się średnio z częstością 24-27 dni w roku. Dla większości rozpatrywanych stacji dla lat 1971-2015 obserwowany jest wzrost rocznej liczby dni z burzami. W przypadku Zielonej Góry i Legnicy cechuje się on dodatkowo istotnością statystyczną. Ocenia się, że tempo wzrostu częstości występowania burz na tych dwóch stacjach wyniosło ok. 1 dnia/6 lat w Zielonej Górze i ok. 1 dnia/8 lat w Legnicy. Najwięcej przypadków burz stwierdzono w latach 2007, 2009, 2012 i 2014 (w Legnicy dodatkowo w 1974).

W przebiegu rocznym zdecydowanie największa liczba dni z burzą jest notowana w okresie letnim, kiedy osiąga średnio 16-18 dni. W okresie wiosennym burze pojawiają się znacznie rzadziej, średnio przez 6-7 dni, a w sezonie jesiennym przez 1-2 dni. W okresie zimowym burze występują sporadycznie.

9. PROJEKCJE KLIMATYCZNE

Scenariusze klimatyczne przedstawiają prawdopodobne warianty rozwoju klimatu. Opracowywaniem założeń zmian klimatu i nowych scenariuszy zajmuje się Międzyrządowy Panel Zmian Klimatu, na którego stronie internetowej (www.ipcc.ch) znajdują się raporty podsumowujące prace tego

międzynarodowego zespołu ekspertów. Scenariusze zmian klimatu biorą pod uwagę warianty zmian rozwoju społeczno-gospodarczego, np. procesy demograficzne, rozwój społeczno-gospodarczy, tempo spalania paliw kopalnych, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, postęp technologiczny i ekonomiczny, itd.

W projekcie TRANSGEA wykorzystano scenariusz A1B emisji gazów cieplarnianych (SRES) oraz RCP2.6 i RCP8.5. koncentracji gazów cieplarnianych (RCP). Scenariusz RCP2.6 jest najbardziej optymistyczny (rysunek poniżej) i zakłada, że największa emisja dwutlenku węgla przypadnie na lata 2010-2020. Natomiast RCP8.5 jest scenariuszem pesymistycznym - zakłada stały wzrost emisji do końca XXI wieku, przy braku działań zapobiegawczych.

Wykonane analizy pozwalają określić w jakim zakresie warunki klimatologiczne obszaru wsparcia mogą ulegać zmianom w przyszłości. Wszystkie wyniki analiz klimatycznych pokazano jako wartości w bliższej (2021-2050) i dalszej (2071-2100) przyszłości względem okresu referencyjnego 1971-2000 w świetle trzech omawianych scenariuszy.

9.1. Projekcje klimatyczne - temperatura

Dla stacji Görlitz i Jelenia Góra we wszystkich scenariuszach prognozowany jest dalszy wzrost wartości wszystkich wskaźników termicznych. Dla scenariuszy A1B i RCP8.5 prognozowany wzrost temperatury średniej dla lat 2021-2050 wynosi 1,2-1,6°C, a dla dalszej przyszłości ponad 3,0°C (A1B) i 3,5°C (RCP8.5). Natomiast dla scenariusza RCP2.6. dla lat 2021-2050 wartości te są jeszcze porównywalne do scenariuszy A1B i RCP8.8, natomiast pod koniec XXI wieku przewiduje się stabilizację lub nawet nieznaczne obniżenie się temperatury względem wartości dla przyszłości. Podobne tendencje są obserwowane dla średniej temperatury maksymalnej i minimalnej.

9.2. Projekcje klimatyczne - opady

W scenariuszach RCP2.6 i RCP8.5. prognozowane jest zmniejszenie częstości występowania opadów, przy równoczesnym wzroście frekwencji liczby dni bez opadów. W dalszej przyszłości częstość występowania opadów może się zmniejszyć o 5-8 dni, a dni bez opadów zwiększyć o 12-13 dni. Znacznie mniejsze natężenie zmian jest prognozowane dla scenariusza RCP2.6., w bliższej przyszłości zmiany te nie odbiegają znacząco od scenariuszy A1B i RCP8.5, tak w ostatnich dekadach stulecia, podobnie jak w przypadku warunków termicznych, spodziewana jest stabilizacja i brak dalszych znaczących zmian.

10. PODSUMOWANIE

W latach 1971-2015 znacząco wzrosła temperatura powietrza, co znajduje odzwierciedlenie w zmianach większości wskaźników termicznych, m.in. większej częstości występowania sytuacji pogodowych o dużym natężeniu stresu gorąca (np. dni upalne, gorące) oraz zmniejszeniu liczby dni ze stresem zimna. Przebieg sum opadów atmosferycznych oraz wskaźników z nimi związanych w latach 1971-2015 cechuje najczęściej brak jednolitych tendencji oraz istotności statystycznej. Należy jednak podkreślić, że na części obszaru notowana jest tendencja spadkowa sum opadów przy równoczesnym wzroście opadów silnych i liczby dni bez opadów.

Należy zaznaczyć, że warunki klimatologiczne regionu wsparcia są w największym stopniu uzależnione od wysokości bezwzględnej. Oddziałuje one na wielkości temperatury powietrza, opadów atmosferycznych czy też warunki wietrzne. Wraz ze wzrostem wysokości maleją wartości temperatury, wzrastają natomiast opady oraz prędkość wiatru.

Aktualnie występujące tendencje w większości znajdują odzwierciedlenie również w prognozach zmian klimatu do końca XXI wieku. Wszystkie rozpatrywane scenariusze zmian klimatu (A1B, RCP2.6 i RCP8.5) sugerują dalszy wzrost temperatury w przyszłości, przy czym zgodnie ze scenariuszem RCP2.6 wzrost ten może zostać zahamowany w drugiej połowie stulecia. Pokazuje to, przy założeniu że zmiany klimatu wynikają głównie z działalności człowieka, jak duże znaczenie w kształtowaniu warunków klimatologicznych w przyszłości będą miały działania związane z ograniczeniem emisji gazów szklarniowych do atmosfery. W przypadku projekcji dotyczących opadów atmosferycznych, zgodnie z uwzględnionymi scenariuszami zmian klimatu, w przyszłości przewidywany jest spadek częstości występowania opadów, przy równoczesnym wzroście liczby dni bez opadów. Ocenia się, że natężenie tych zmian w świetle scenariuszy A1B i RCP8.5 będzie intensywniejsze w ostatnich dekadach wieku. Potencjalny spadek sum i częstości występowania opadów przy wzroście frekwencji opadów silnych i dni bez opadów wskazuje, że w przyszłości może nastąpić wzrost liczby przypadków zdarzeń ekstremalnych, związanych zarówno z występowaniem deszczy nawalnych, jak i okresów bezopadowych. W połączeniu ze spodziewanym wzrostem temperatury powietrza spadek częstości opadów może przyczynić się do intensyfikacji zjawiska suszy. Można zatem stwierdzić, że prognozowane zmiany klimatu mogą w przyszłości w znacznym stopniu oddziaływać na różne sfery społeczno-ekonomiczne w regionie wsparcia. Dlatego też, w ramach działań przystosowawczych do spodziewanych zmian klimatu, niezbędne jest opracowanie katalogu działań adaptacyjnych, uwzględniającego zarówno kierunek i natężenie zmian klimatu, jak i potencjał ekonomiczny regionu.