

Interreg
Polska-Sachsen

Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego



PLSN.04.01.00-02-0078/17

ZMIANY KLIMATU W OBSZARZE WSPARCIA

KLIMAWANDEL IM FÖRDERGEBIET



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej
we Wrocławiu

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



TRANSGEA – Transgraniczna współpraca w zakresie lokalnych działań adaptacyjnych do zmian klimatu

TRANSGEA - Grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Bereich der lokalen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

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.

Vorbereitung der grenzüberschreitenden Region in Polen und Sachsen auf den kommenden Klimawandel auf lokaler Ebene durch die Koordinierung der Zusammenarbeit im Bereich der Ökologie zwischen den Institutionen und der Bevölkerung.

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

Die in dieser Veröffentlichung zum Ausdruck gebrachten Ansichten dürfen keinesfalls dahingehend interpretiert werden, dass sie die offizielle Meinung der Europäischen Union widerspiegeln.

Okres realizacji projektu / Laufzeit des Projektes: 01.07.2018 – 30.06.2020

Wartość projektu / Gesamtausgaben: 433.535,63 €

Dofinansowanie z Unii Europejskiej – 85% / Förderung der Europäischen Union – 85%

Partner wiodący / Lead Partner



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy

Kierownik projektu/Projektmanager: Mariusz Adynkiewicz-Piragas, e-mail: mariusz.adynkiewicz@imgw.pl

Partnerzy projektu / Projekt Partner



FUNDACJA
NATURA POLSKA



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej
we Wrocławiu

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.

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.

EINLEITUNG

Eines der wichtigsten Themen, die mit der Umwelt in den letzten Jahren verbunden sind, ist der Klimawandel. Sein Umfang, Verlauf und seine Szenarien und vor allem die Ursachen sind Streitgegenstand nicht nur zwischen den Wissenschaftlern sondern auch zwischen den Politikern und den Verwaltungsbehörden. Zu den wichtigsten Problemen, die aus dem beobachteten und prognostizierten Klimawandel folgen, gehören u.a. Festlegung des Grades des Klimawandels in Zukunft und Maßnahmen, die zu seiner Verringerung beitragen können. Auf lokaler Ebene sind jedoch die Fragen der Anpassung an den Klimawandel viel wichtiger. Unabhängig von dem angenommenen Szenario kann der Klimawandel in Zukunft seine Widerspiegelung in Funktion von vielen sozialen und wirtschaftlichen Sektoren finden.

Die Charakteristik der Bedingungen von Hydroklima in der Region des polnisch-sächsischen Grenzgebietes wurde auf Basis von Daten aus dem Netz der meteorologischen Stationen IMGW-PIB (Polen) und DWD (Sachsen) erarbeitet. Die Daten umfassen die Jahre 1971 - 2015 und betreffen solche Komponenten und meteorologische Phänomene wie: Lufttemperatur, Niederschlag, Schneedecke, Windgeschwindigkeit und Gewitter. Darüber hinaus wurden in den Analysen auch Daten aus Klimaprojektionen bis zum Jahr 2100 verwendet, die für die Förderregion im Rahmen der Projekte KLAPS und NEYMO erarbeitet wurden.

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.

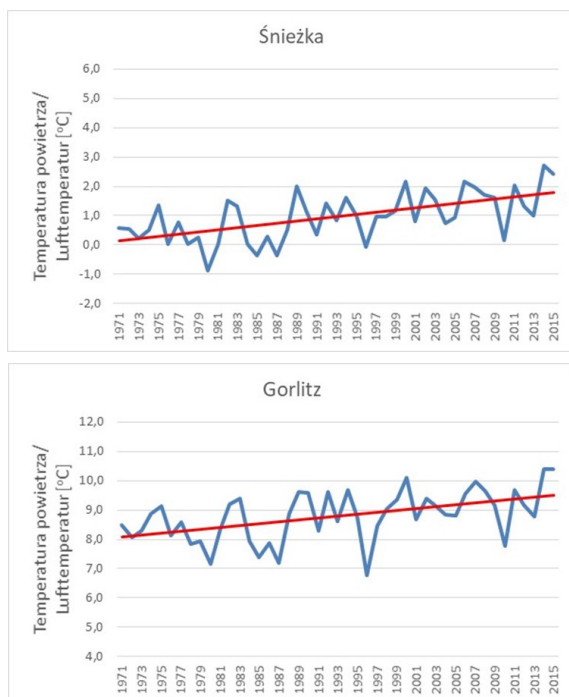
Ocenia się, że w przypadku Śnieżki wartość średniej rocznej temperatury w omawianym okresie wzrosła o ponad 1,6°C, a w przypadku Zielonej Góry i Cottbus o 1,5°C. Najmniejszy wzrost zanotowany został dla stacji w Szczawnie-Zdroju, gdzie wyniósł on nieco ponad 1°C. W poszczególnych porach roku największymi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

MITTLERE LUFTTEMPERATUR

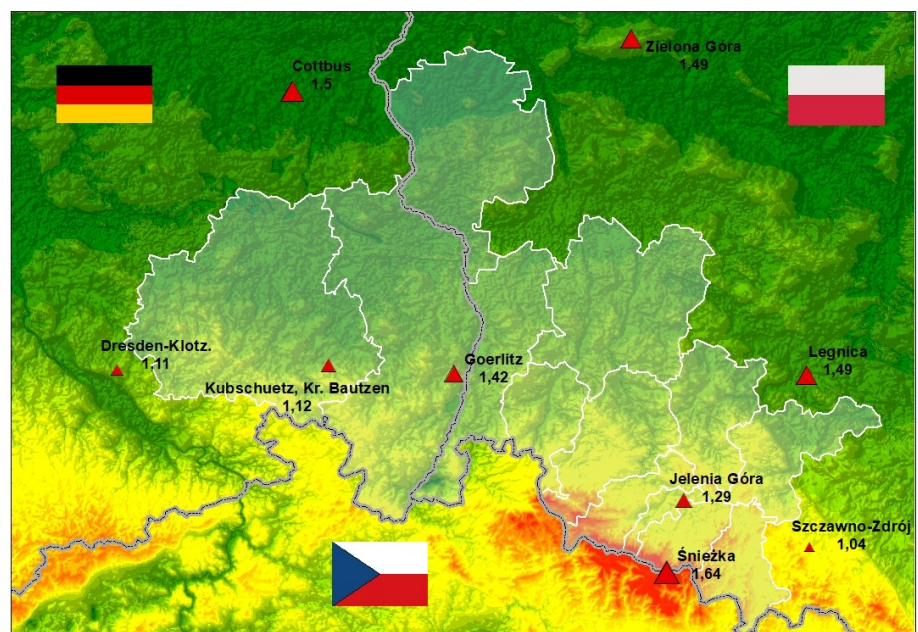
Die mittlere Lufttemperatur, die für das ganze betreffende Gebiet für die Jahre 1971-2015 berechnet wurde, betrug 7,6°C. Aus Rücksicht auf eine erhebliche Höhendifferenzierung ist diese Region in thermischer Hinsicht durch eine deutliche Wechselhaftigkeit gekennzeichnet. Die höchsten Temperaturwerte sind in den Flachlandgebieten vorhanden, wo der Jahresmittelwert 9°C überschreitet. Im Falle der niedrigeren Höhenstufen im Gebirge (z.B. Szczawno-Zdrój, Jelenia Góra) ist die Lufttemperatur durchschnittlich 1,5-2,0°C niedriger, und in der Gipfel-Zone von Riesengebirge (Schneekoppe) erreicht sie lediglich 0,9°C.

Ein charakteristisches Merkmal von thermischen Bedingungen innerhalb der letzten Jahrzehnte ist ein deutlicher Anstieg sowohl der Lufttemperatur, als auch der Häufigkeit des Auftretens der Wettersituationen, die sich durch den Hitzestress auszeichnen.

Es wird geschätzt, dass im Falle von Schneekoppe der Jahresmittelwert der Temperatur in dem betreffenden Zeitraum um mehr als 1,6°C, und im Falle von Zielona Góra und Cottbus um 1,5°C gestiegen ist. Der kleinste Anstieg wurde für die Station in Szczawno-Zdrój verzeichnet, wo er etwas mehr als 1°C betrug. Unter den einzelnen Jahreszeiten war die Sommersaison durch die größten Änderungen gekennzeichnet.



Przebieg zmian średniej rocznej temperatury powietrza dla Śnieżki i Górlitz w latach 1971-2015 / Verlauf der Änderungen der Jahresmitteltemperatur der Luft für die Schneekoppe und für Górlitz in den Jahren 1971-2015



Zakres zmian średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1971-2015 w regionie pogranicza polsko-saksońskiego / Umfang der Änderungen der Jahresmitteltemperatur der Luft in den Jahren 1971-2015 in der Region des polnisch-sächsischen Grenzgebietes

DNI UPALNE (> 30°C)

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.

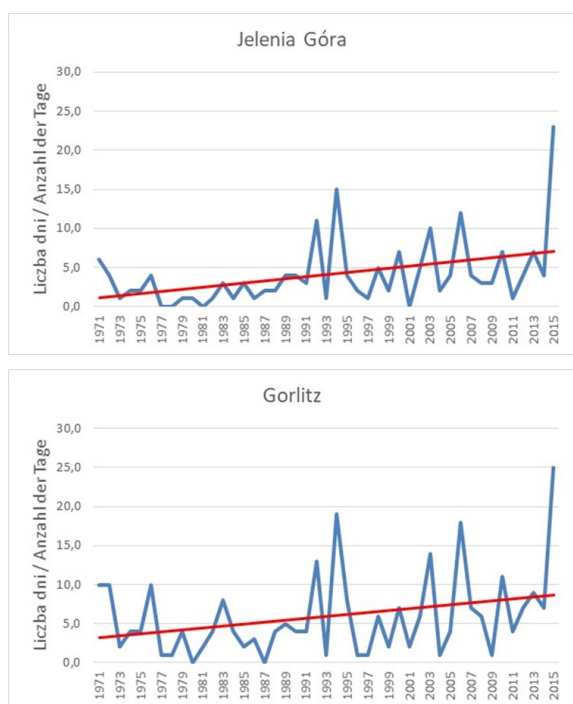
Należy również nadmienić, że oprócz dni upalnych w omawianym okresie zanotowano również znaczący wzrost dni gorących, czyli dni z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C.

HEISSE TAGE (> 30°C)

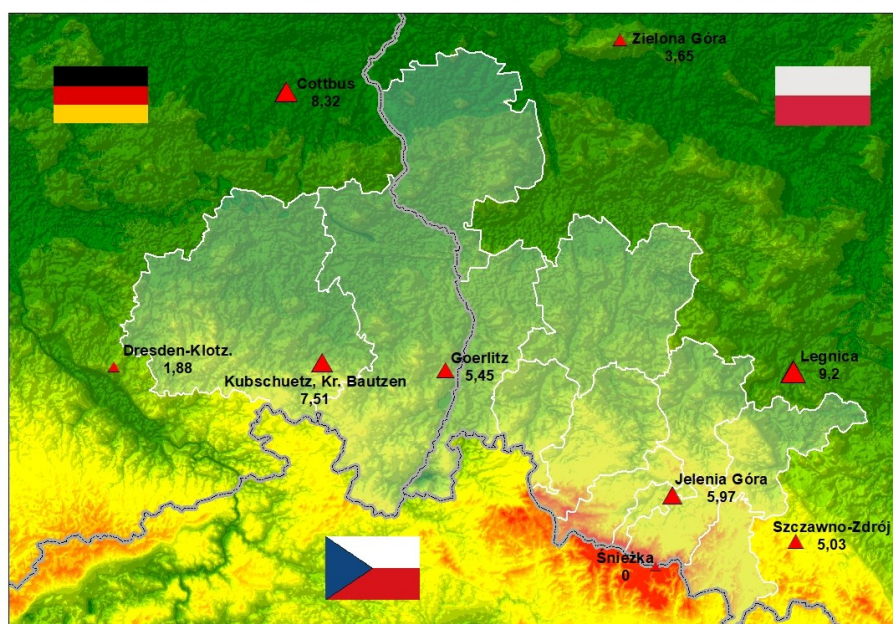
Tage mit der maximalen Temperatur, die höher als 30 °C ist, sind besonders belastend im Kontext des Einflusses auf die Wärmebilanz des menschlichen Körpers und der ungünstigen Auswirkung auf das Wohlbefinden der Einwohner. In den Jahren 1971-2015 betrug die mittlere jährliche Anzahl der heißen Tage in der Förderregion 6-7 Tage in dem Flachland, mit ca. 4 Tagen in niedrigeren Höhenstufen im Gebirge und keinen in der Gipfel-Zone. In diesem Kontext hat sich die Sommersaison 2015 als besonders heiß erwiesen – es wurden sogar 21-25 heiße Tage verzeichnet. In sonstigen Jahren haben sich auch die Sommersaisons 1994 und 2006 durch eine große Häufigkeit solcher Wettersituationen gekennzeichnet, an denen 15-24 und 12-23 heiße Tage registriert wurden.

Bei allen erfassten Wetterstationen wurde für die Jahre 1971-2015 eine Erhöhung der Anzahl der heißen Tage verzeichnet. Die größte Steigerung wurde für den östlichen Teil der Region verzeichnet, die durch die Station in Legnica überwacht wird.

Es ist auch zu erwähnen, dass außer den heißen Tagen in dem betreffenden Zeitraum auch ein bedeutender Anstieg von Sommertagen, d.h. Tagen mit einer max. Temperatur von mehr als 25°C verzeichnet wurde.



Przebieg zmian rocznej liczby dni upalnych ($T_{max}>30^{\circ}\text{C}$) dla Jeleniej Góry i Görlitz w latach 1971-2015 / Verlauf der Änderungen der jährlichen Anzahl der heißen Tage ($T_{max}>30^{\circ}\text{C}$) für Jelenia Góra und Görlitz in den Jahren 1971-2015



Zakres zmian rocznej liczby dni upalnych ($T_{max}>30^{\circ}\text{C}$) w latach 1971-2015 w regionie pogranicza polsko-saksońskiego / Umfang der Änderungen der jährlichen Anzahl der heißen Tage ($T_{max}>30^{\circ}\text{C}$) in den Jahren 1971-2015 in der Region des polnisch-sächsischen Grenzgebietes

STOPNIODNI GRZANIA (HDD)

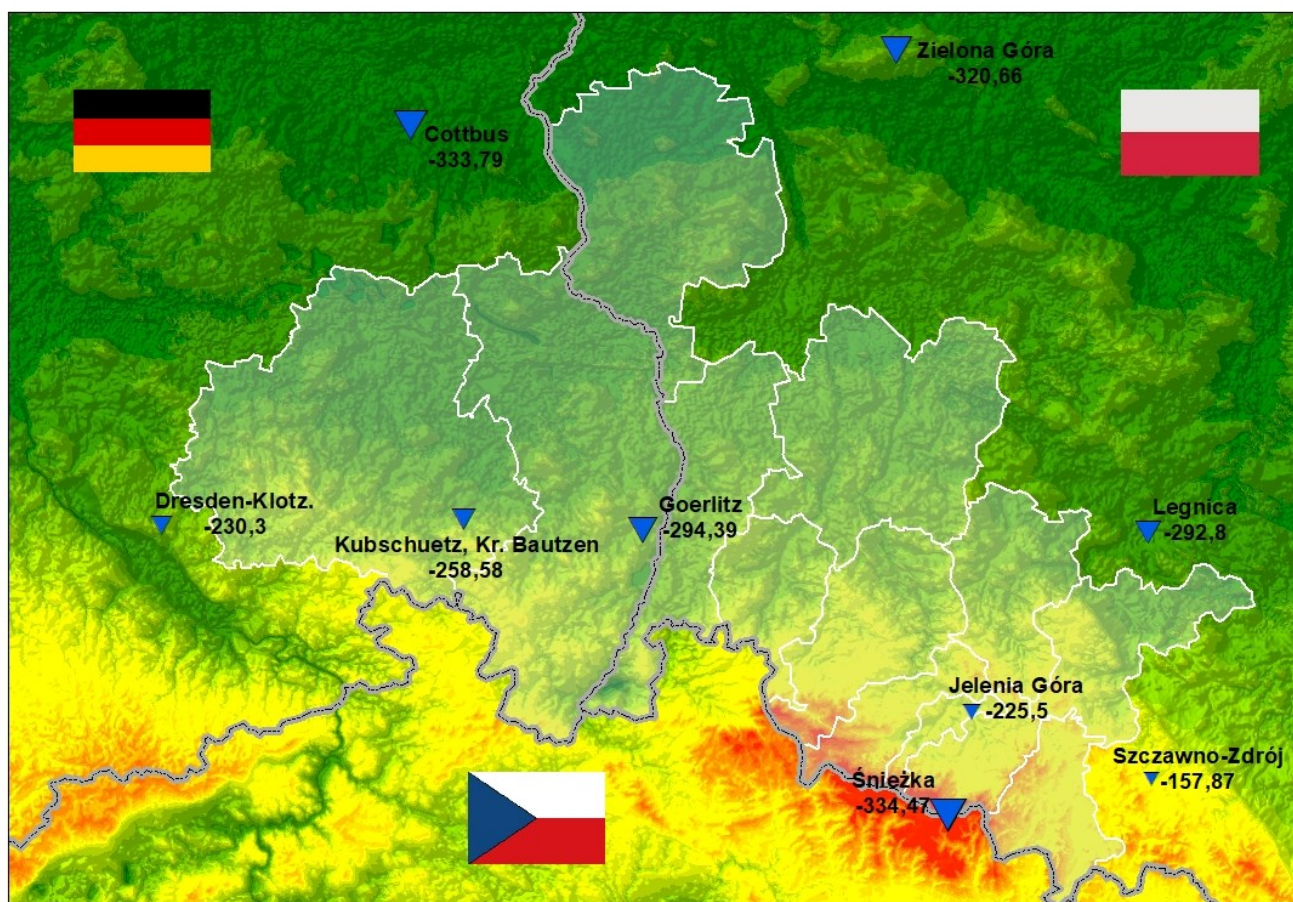
Wskaźnik ten wykorzystywany jest w ocenach długości sezonu grzewczego i jest sumą odchyień średniej temperatury dobowej od założonej wartości progowej tj. 17°C, dla dni ze średnią dobową temperaturą powietrza nie przekraczającą 15°C.

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

HEIZGRADTAGE (HDD)

Diese Kennzahl wird bei den Schätzungen der Länge der Heizperiode verwendet, und es ist eine Summe von Abweichungen der Tagesmitteltemperatur von dem angenommenen Schwellenwert, d.h. 17°C für die Tage mit einer Tagesmitteltemperatur der Luft, die 15°C nicht überschreitet.

In den Jahren 1971-2015 wurde in der ganzen Förderregion eine Senkung dieses Wertes verzeichnet, das bedeutet, dass die Heizperiode in diesem Zeitraum potenziell verkürzt wurde. Die größten Änderungen wurden auf der Schneekoppe und in dem nördlichen Teil der Region, d.h. in den Gebieten mit dem höchsten Temperaturanstieg verzeichnet. Der geringste dynamischer Rückgang der Kennzahl der Heizgradtage wurde dagegen in Szczawno-Zdrój festgestellt, wo der kleinste Temperaturanstieg zu verzeichnen war.



Zakres zmian wskaźnika stopniodni grzania (HDD) latach 1971-2015 w regionie pogranicza polsko-saksońskiego / Umfang der Änderungen der Kennzahl der Heizgradtage (HDD) in den Jahren 1971-2015 in der Region des polnisch-sächsischen Grenzgebietes

OPADY ATMOSFERYCZNE

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.

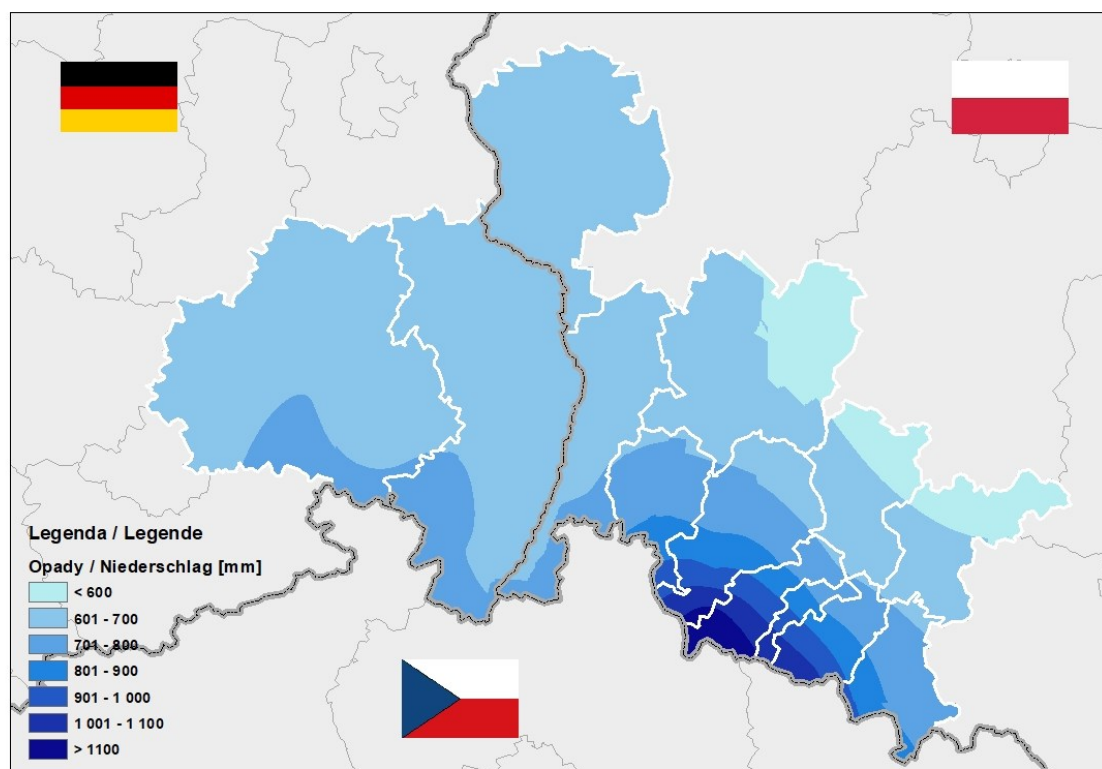
NIEDERSCHLAG

RÄUMLICHE VERTEILUNG

In Hinsicht auf die Niederschläge ist die betreffende Region durch eine große Differenzierung gekennzeichnet. Der wichtigste Faktor, der eine Differenzierung der Niederschlagssummen verursacht, ist die absolute Höhe.

Die Berggebiete, vor allem Riesengebirge und Isergebirge sind eindeutig durch die höchsten Niederschlagsmengen gekennzeichnet, die im Laufe des Jahres 1131 mm (Schneekoppe) und 1376 mm (Jakuszyce) erreichen.

Die Niederschlagsmengen gehen mit der Senkung der Höhe sukzessiv zurück. In den niedrigeren Höhenstufen, im Gebirge und im Vorland, erreichen sie meistens 700-800 mm und im Flachland 600-700 mm. Die kleinsten Niederschlagsmengen werden im östlichen Teil der Region beobachtet, wo sie unter 600 mm liegen. Von den betreffenden Stationen ist Legnica durch die kleinste jährliche Niederschlagsmenge mit jährlichen Niederschlägen von 525 mm gekennzeichnet. Die mittlere räumliche Niederschlagsmenge für die betreffende Förderregion beträgt 716 mm.



Rozkład przestrzenny średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych w regionie wsparcia dla lat 1971-2015 / Räumliche Verteilung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme in der Förderregion für die Jahre 1971-2015

OPADY ATMOSFERYCZNE

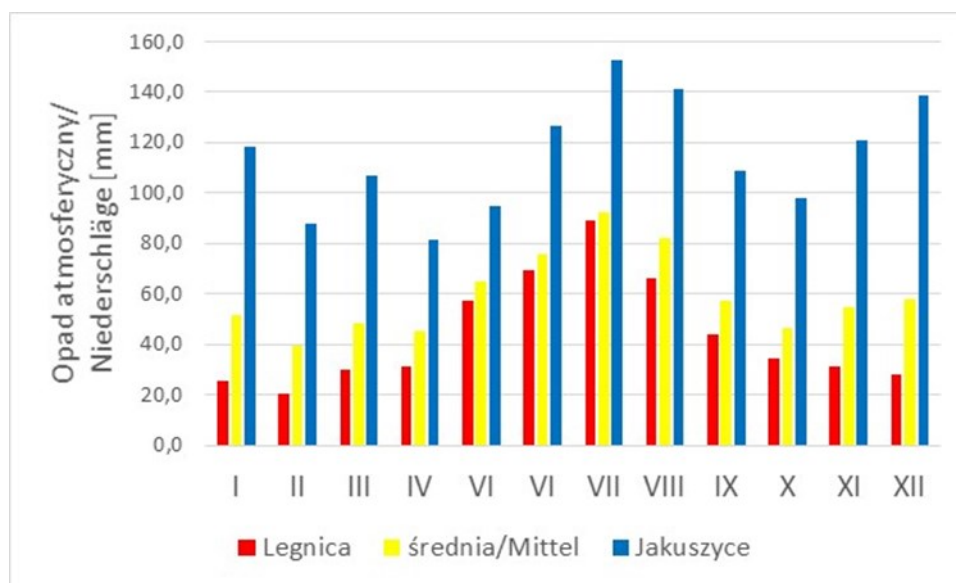
PRZEBIEG ROCZNY

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 Izerkich 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.

NIEDERSCHLAG

JAHRESVERLAUF

Im Jahresverlauf werden die höchsten Niederschläge im Juli beobachtet. Die mittlere räumliche Summe für diesen Monat beträgt 92 mm und für Legnica 89 mm. Im Falle von Jakuszyce, wo die größten Niederschläge vorkommen, beträgt die mittlere Niederschlagsmenge im Juli 152 mm. Der trockenste Monat ist der Februar. Die mittlere Niederschlagsmenge beträgt dann fast 40 mm, wobei für Legnica dieser Wert zweifach ist. In Jakuszyce fällt das jährliche Niederschlagsminimum auf den April, wo durchschnittlich 82 mm verzeichnet werden. Es folgt der Tatsache, dass im Gebiet der Westsudeten relativ hohe Niederschlagssummen in der Zeit des kalten Halbjahres und insbesondere der Wintersaison verzeichnet werden. In einigen Gebieten des Isergebirges sind die Niederschlagsgrößen der Sommersaison und Wintersaison fast identisch. Höhe und Zeitdauer des Vorhandenseins der Schneedecke im Winter in dieser Region sind die Ursache für die hohe Niederschlagsmenge.



Przebieg roczny opadów atmosferycznych w regionie wsparcia dla lat 1971-2015

Jahresverlauf der Niederschläge in der Förderregion für die Jahre 1971-2015

OPADY ATMOSFERYCZNE

TRENDY

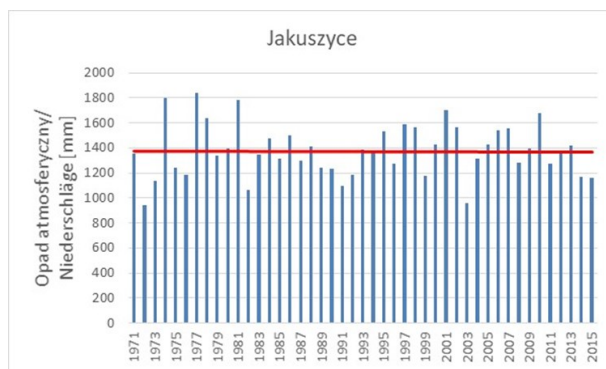
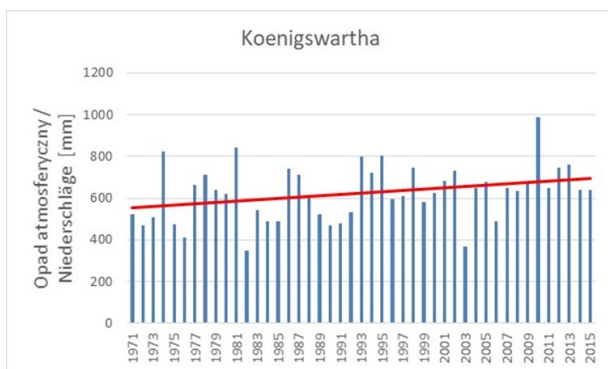
W przypadku zarówno rocznych sum opadów, jak i opadów silnych (reprezentowanych przez wskaźnik liczby dni z opadem dobowym powyżej 10 mm), a także maksymalnej rocznej długości okresów bezopadowych, dla niektórych stacji obserwowany jest wzrost ww. wskaźników lub brak jakiegokolwiek tendencji.

NIEDERSCHLAG

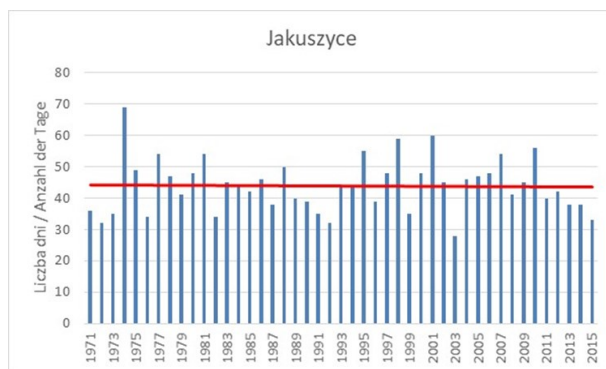
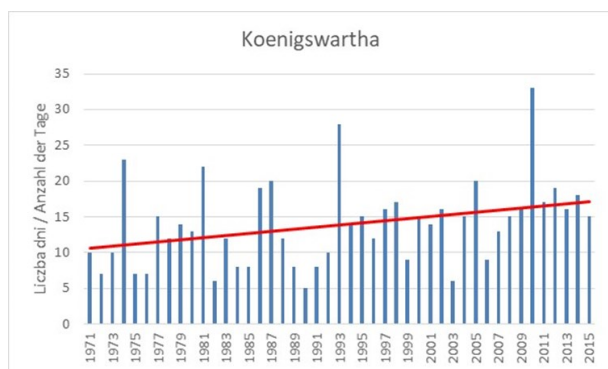
TRENDS

Sowohl im Fall von jährlichen Niederschlagsmengen als auch von starken Niederschlägen (bezogen auf die Anzahl von Tagen mit einem Tagesniederschlag von mehr als 10 mm) und der maximalen jährlichen Dauer der niederschlagsfreien Zeiträume werden in einigen Stationen kaum ein Anstieg der vorgenannten Kennzahlen oder überhaupt keine Trends beobachtet.

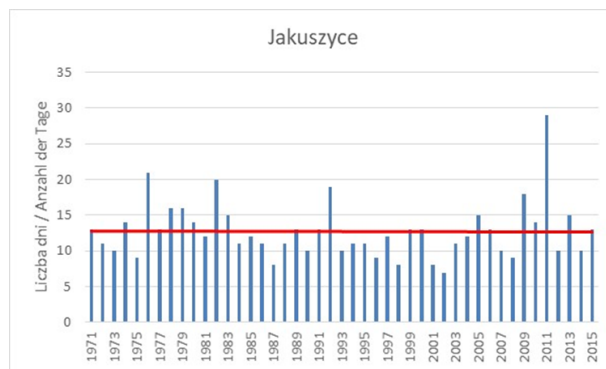
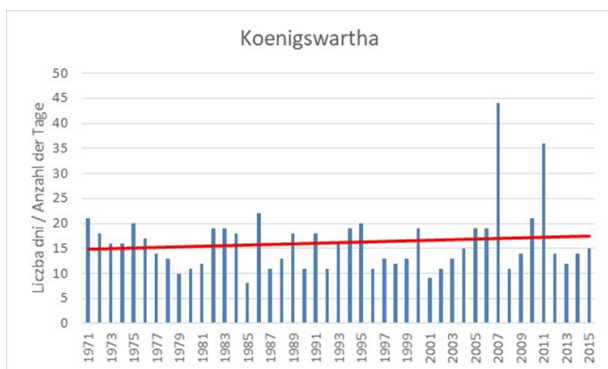
Roczne sumy opadów atmosferycznych



Roczna liczba dni z opadem dobowym >10 mm



Maksymalna roczna długość okresów bezopadowych



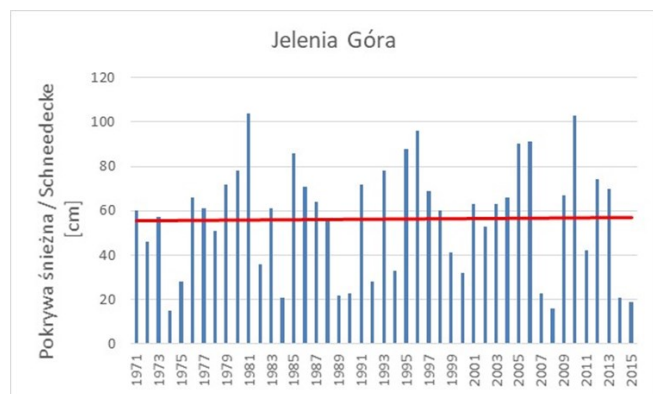
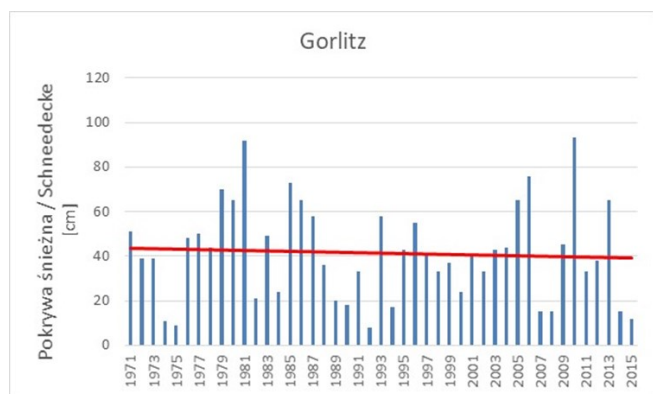
Przebieg wybranych wskaźników opadowych w latach 1971-2015 dla stacji Königswartha i Jakuszyce / Verlauf der ausgewählten Kennzahlen für den Niederschlag in den Jahren 1971-2015 für die Stationen Königswartha und Jakuszyce

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 pokrywę 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.

SCHNEEDECKE

Die Schneedecke in der Region ist sowohl in Bezug auf ihre Höhe als auch die Zeit des Vorhandenseins erheblich differenziert. In den nachfolgenden Abbildungen wurde der Verlauf der Änderungen der maximalen Dicke der Schneedecke für die Stationen dargestellt, die das Flachland (Görlitz) sowie die Berge (Jelenia Góra) vertreten. Bei Görlitz kann man einen geringen Abwärtstrend beobachten, und in Jelenia Góra dagegen sind keine deutlichen Änderungen sichtbar. Für keine der betreffenden Stationen wurde eine statistische Signifikanz verzeichnet. Die höchste Schneedecke im Falle von beiden Stationen wurde in den Winterzeiten 1980/81 und 2009/10 beobachtet. In Görlitz hat die Schneedecke damals 92 und 93 cm, und in Jelenia Góra 104 und 103 cm erreicht. Die kleinste maximale Schneedecke wurde dagegen in der Saison 1991/92 (Görlitz) und 1973/74 (Jelenia Góra) verzeichnet, wo in der tiefer gelegenen Station eine Decke in Höhe von 8 cm und in Jelenia Góra eine von 15 cm gemessen wurde.



Przebieg maksymalnej grubości pokrywy śnieżnej w latach 1971-2015 dla stacji Görlitz i Jelenia Góra / Verlauf der maximalen Dicke der Schneedecke in den Jahren 1971-2015 für die Stationen Görlitz und Jelenia Góra



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.

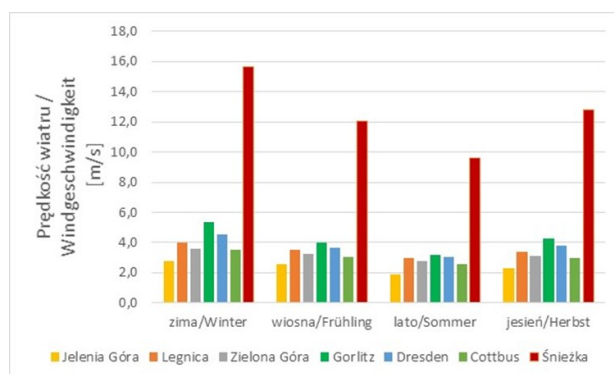
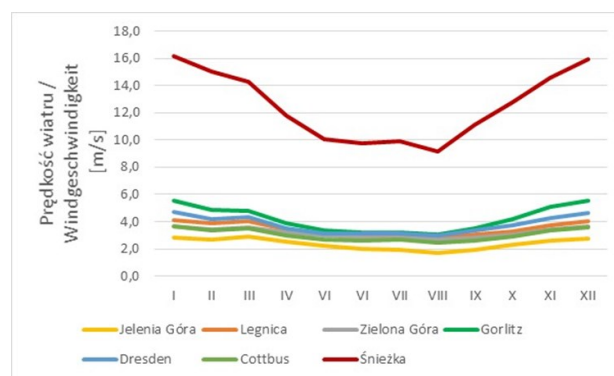
W kontekście warunków wietrznych należy podkreślić, że wiatr jest jednym z istotniejszych czynników meteorologicznych oddziałujących zarówno na zdrowie i bezpieczeństwo mieszkańców, jak i infrastrukturę techniczną regionu.



WIND

Die Windbedingungen in der Region sind zwischen den höchsten Höhenstufen im Gebirge und dem sonstigen Gebiet erheblich differenziert. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in den niedrigeren Höhenstufen beträgt 3,3 m/s und in der Gipfel-Zone der Bergen (Schneekoppe) erreicht sie 12,5 m/s. Die höchste mittlere Windgeschwindigkeit wird im Winter, insbesondere im Januar und Dezember beobachtet, in der sie von 2,8 m/s in Jelenia Góra bis 16 m/s auf der Schneekoppe schwankt. In der ganzen Winterzeit (Dezember-Februar) beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit für die tiefer gelegenen Gebiete 4,0 m/s und in der Gipfel-Zone der Berge 15,7 m/s. Der Sommer ist die Saison, in der es am wenigsten Wind gibt. Die Windgeschwindigkeit in diesem Zeitraum beträgt von 1,9 m/s in Jelenia Góra bis 9,6 m/s auf der Schneekoppe. Bei den Flachland-Stationen sind diese Größen im Bereich von 2,6-3,2 m/s differenziert.

Im Kontext der Windbedingungen ist zu betonen, dass der Wind einer der wichtigsten meteorologischen Faktoren ist, die sich sowohl auf die Gesundheit und Sicherheit der Einwohner als auch auf die technische Infrastruktur der Region auswirken.



Przebieg roczny średniej prędkości wiatru oraz wartości średnie prędkości wiatru dla poszczególnych pór roku dla lat 1971-2015
Jahresverlauf der mittleren Windgeschwindigkeit und Mittelwerte der Windgeschwindigkeit für die einzelnen Jahreszeiten für die Jahre 1971-2015

BURZE

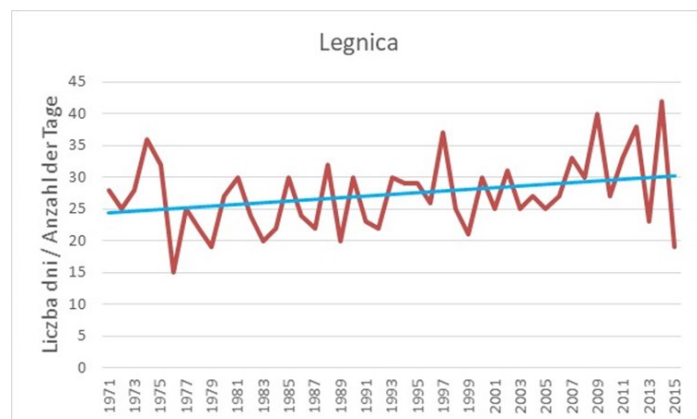
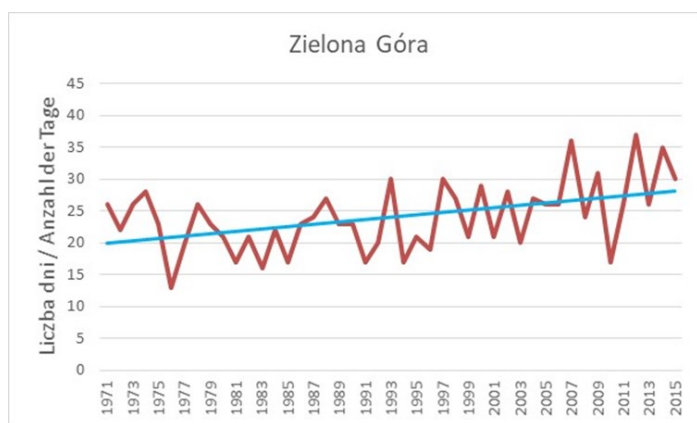
Występowanie silnego wiatru często związane jest z burzami atmosferycznymi. W regionie wsparcia burze pojawiają się średnio z częstością 24-27 dni w roku. Dla większości rozpatrywanych stacji dla lat 1971-2015 obserwowany jest wzrost rocznej liczby dni z burzami. W przypadku Zielonej Góry i Legnicy cechuje 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.

GEWITTER

Das Auftreten eines starken Windes ist oft mit Gewittern verbunden. In der Förderregion erscheinen die Gewitter durchschnittlich mit einer Häufigkeit von 24-27 Tage im Jahr. Für die meisten betrachteten Stationen wird für die Jahre 1971-2015 ein Anstieg der jährlichen Anzahl der Gewittertage beobachtet. Im Falle von Zielona Góra und Legnica wird der Anstieg zusätzlich durch eine statistische Signifikanz gekennzeichnet. Es wird geschätzt, dass die Anstiegsrate der Häufigkeit des Auftretens von Gewittern in diesen beiden Stationen ca. 1 Tag/6 Jahre in Zielona Góra und ca. 1 Tag/8 Jahre in Legnica betrug. Die meisten Gewitterfälle wurden in den Jahren 2007, 2009, 2012 und 2014 (in Legnica zusätzlich im Jahr 1974) festgestellt.

Über den Jahresverlauf wird eindeutig die größte Anzahl der Gewittertage in der Sommerzeit verzeichnet, wenn sie durchschnittlich ca. 16-18 Tage erreicht. In der Frühlingszeit kommen die Gewitter viel seltener, durchschnittlich an 6-7 Tagen, und in der Herbstzeit an 1-2 Tagen vor. In der Winterzeit kommen die Gewitter nur vereinzelt vor.



Przebieg rocznej liczby dni z burzą w Zielonej Górze i Legnicy w latach 1971-2015 / Verlauf der jährlichen Anzahl der Gewittertage in Zielona Góra und Legnica in den Jahren 1971-2015

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 w., przy braku działań zapobiegawczych.

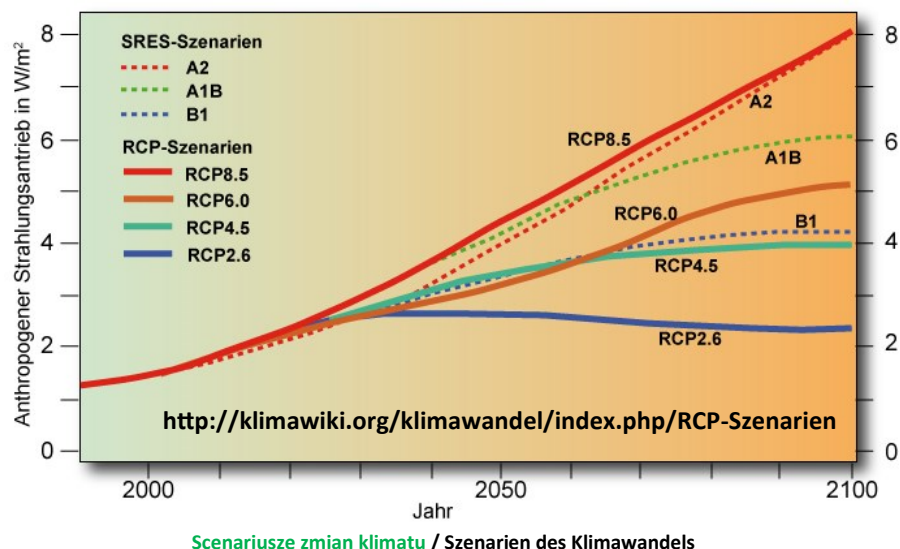
Wykonane analizy pozwalają określić w jakim zakresie warunki klimatologiczne obszaru wsparcia mogą ulegać zmianom w przyszłości. Wszystkie wyniki analiz klimatycznych pokazano jako wartości w bliższej (2021-2050) i dalszej (2071-2100) przyszłości względem okresu referencyjnego 1971-2000 w świetle trzech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

KLIMAPROJEKTIONEN

Die Klimaszenarien stellen die wahrscheinlichen Varianten der Klimaentwicklung dar. Für die Erarbeitung der Voraussetzungen des Klimawandels und der neuen Szenarien ist der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) zuständig. Auf seiner Website (www.ipcc.ch) sind Berichte verfügbar, die die Arbeiten dieses internationalen Expertenteams zusammenfassen. Die Szenarien des Klimawandels berücksichtigen die Varianten der Änderungen der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung, z.B. demografische Prozesse, soziale und wirtschaftliche Entwicklung, Tempo des Verbrennens fossiler Brennstoffe, Nutzung erneuerbarer Energien, technologischer und wirtschaftlicher Fortschritt, usw.

In dem TRANSGEA Projekt wurde das Szenario A1B Emissionen von Treibhausgasen (SRES) sowie die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 Konzentration von Treibhausgasen (RCP) verwendet. Das Szenario RCP2.6 ist sehr optimistisch (nachfolgende Abbildung) und setzt voraus, dass die größte Emission von Kohlenstoffdioxid in den Jahren 2010-2020 erfolgen wird. RCP8.5 ist dagegen ein pessimistisches Szenario – es setzt den ständigen Anstieg von Emissionen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ohne Vorbeugungsmaßnahmen voraus.

Die durchgeführten Analysen erlauben die Folgerung, in welchem Bereich sich die klimatologischen Bedingungen des Fördergebietes in Zukunft ändern können. Alle Ergebnisse der Klimaanalysen sind als die Werte in naher (2021-2050) und in ferner (2071-2100) Zukunft im Verhältnis zu dem Referenzzeitraum 1971-2000 im Lichte von drei besprochenen Szenarien dargestellt.



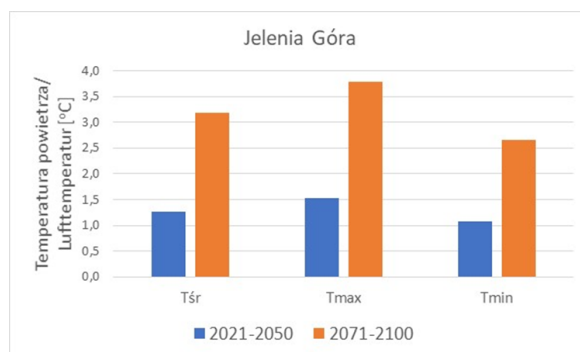
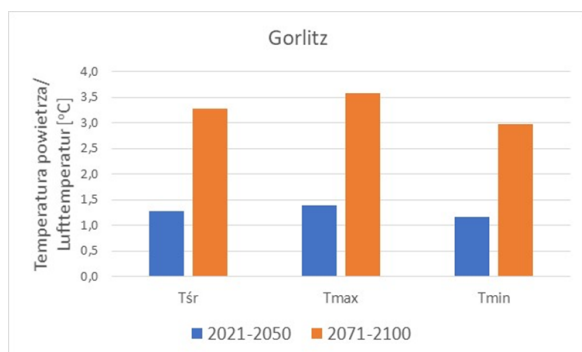
PROJEKCJE KLIMATYCZNE - temperatura

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 w. przewiduje się stabilizację lub nawet nieznaczne obniżenie się temperatury względem wartości dla przyszłości. Podobne tendencje są obserwowane dla średniej temperatury maksymalnej i minimalnej.

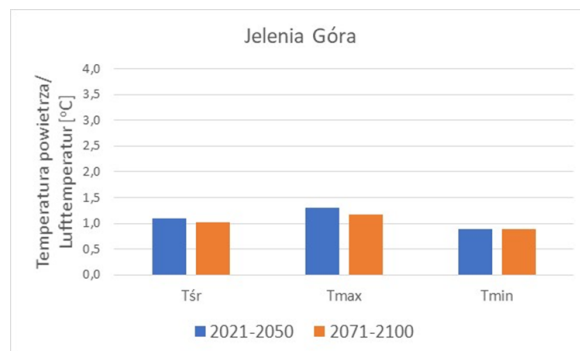
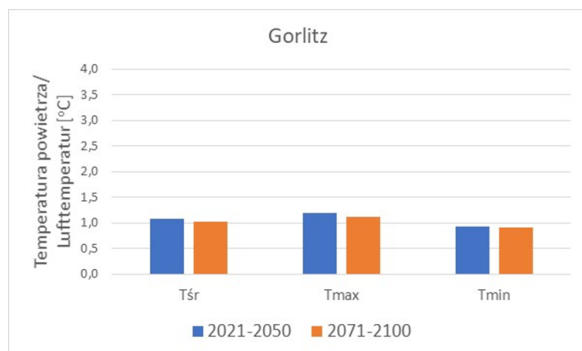
KLIMAPROJEKTIONEN – Temperatur

Für die Stationen Görlitz und Jelenia Góra wird in allen Szenarien ein weiterer Anstieg der Werte von allen thermischen Kennzahlen prognostiziert. Für die Szenarien A1B und RCP8.5 beträgt der prognostizierte Anstieg der Mitteltemperatur für die Jahre 2021-2050 1,2-1,6 °C, und für ferne Zukunft über 3,0°C (A1B) und 3,5°C (RCP8.5). Dagegen für das Szenario RCP2.6. werden für die Jahre 2021-2050 diese Werte noch mit den Szenarien A1B und RCP8.8 vergleichbar sein und am Ende des 21. Jahrhunderts wird eine Stabilisierung oder sogar eine geringe Senkung der Temperatur im Verhältnis zu den Werten für den Referenzzeitraum vorgesehen. Ähnliche Trends werden für das mittlere Temperaturmaximum und das mittlere Temperaturminimum beobachtet.

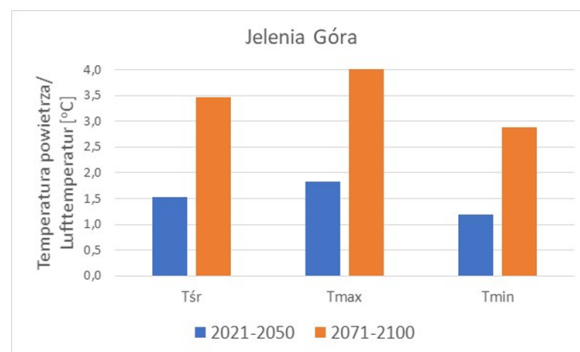
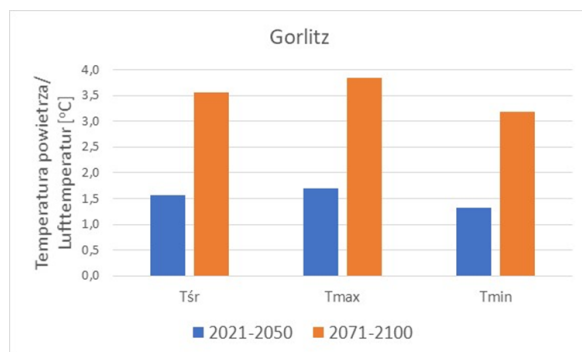
A1B



RCP2.6



RCP8.5



Prognozowane zmiany średniej rocznej temperatury powietrza (Tsr) oraz średniej temperatury maksymalnej (Tmax) i minimalnej (Tmin) w bliższej (2021-2050) i dalszej (2071-2100) przyszłości względem okresu referencyjnego (1971-2000) na stacjach Görlitz i Jelenia Góra / Prognostizierte Änderungen der Jahresmitteltemperatur der Luft (Tsr) und des mittleren Temperaturmaximums (Tmax) und des mittleren Temperaturminimums (Tmin) in naher (2021-2050) und ferner (2071-2100) Zukunft im Verhältnis zu dem Referenzzeitraum (1971-2000) in den Stationen Görlitz und Jelenia Góra

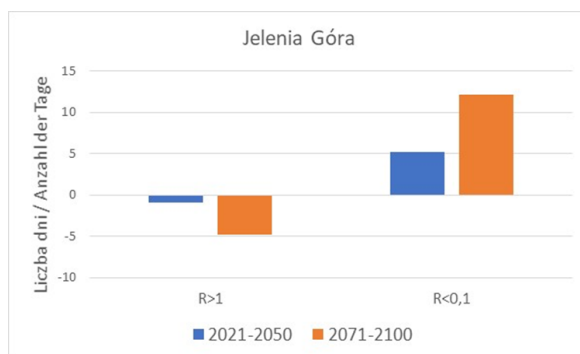
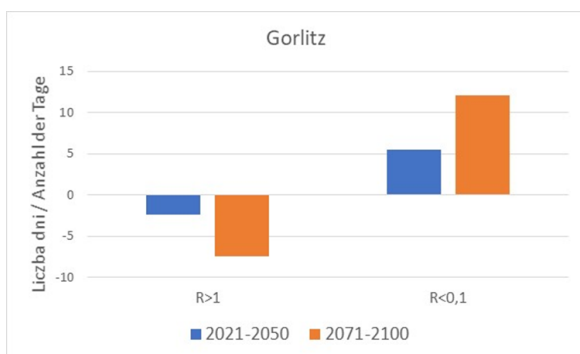
PROJEKCJE KLIMATYCZNE - opady

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.

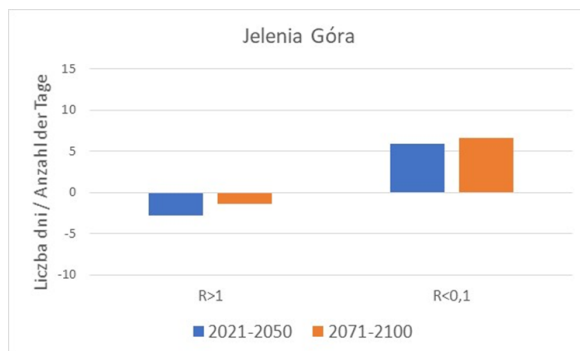
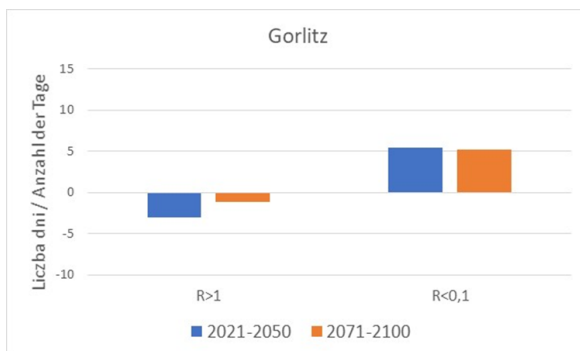
KLIMAPROJEKTIONEN – Niederschlag

In den Szenarien RCP2.6 und RCP8.5. wird die Verringerung der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlägen bei dem gleichzeitigen Anstieg der Frequenz der niederschlagsfreien Tage prognostiziert. In ferner Zukunft kann die Häufigkeit des Auftretens von Niederschlägen um 5-8 Tage verringert und der niederschlagsfreien Tage um 12-13 Tage erhöht werden. Eine viel kleinere Intensität der Änderungen wird für das Szenario RCP2.6 prognostiziert. In naher Zukunft weichen diese Änderungen von den Szenarien A1B und RCP8.5 nicht viel ab, und in den letzten Dekaden des Jahrhunderts wird ähnlich wie im Fall der thermischen Bedingungen eine Stabilisierung und keine weiteren bedeutenden Änderungen erwartet.

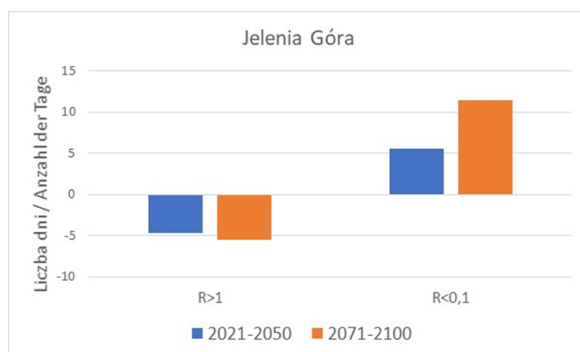
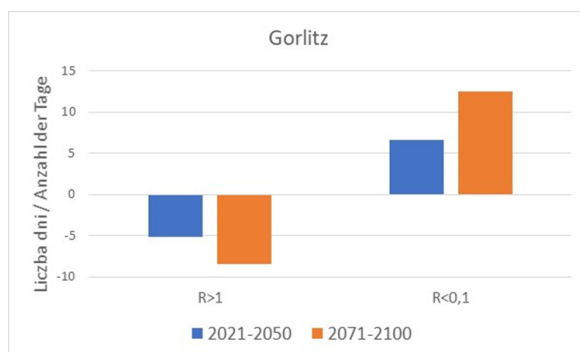
A1B



RCP2.6



RCP8.5



Prognozowane zmiany częstości występowania dni z opadami atmosferycznymi o sumie dobowej >1 mm (R>1) oraz dni bez opadów (R<0,1) w bliższej (2021-2050) i dalszej (2071-2100) przyszłości względem okresu referencyjnego (1971-2000) na stacjach Görlitz i Jelenia Góra / Prognostizierte Änderungen der Häufigkeit des Auftretens der Niederschlagstage mit der Tagessumme >1 mm (R>1) und der niederschlagsfreien Tage (R<0,1) in naher (2021-2050) und ferner (2071-2100) Zukunft im Verhältnis zu dem Referenzzeitraum (1971-2000) in den Stationen Görlitz und Jelenia Góra

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 wielkość temperatury powietrza, opadów atmosferycznych czy też warunki wietrzne. Wraz ze wzrostem wysokości maleją wartości temperatury, wzrastają natomiast opady oraz prędkość wiatru

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1971-2015 ist die Lufttemperatur erheblich gestiegen, was in den Änderungen der meisten thermischen Kennzahlen, u.a. in der größeren Häufigkeit des Auftretens der Wettersituationen mit einer großen Intensität von Hitzestress (z.B. heiße Tage, Sommertage) und Verringerung der Anzahl der Tage mit dem Kältestress widerspiegelt wird. Der Verlauf der Niederschlagssummen und der damit verbundenen Kennzahlen in den Jahren 1971-2015 ist am meisten dadurch gekennzeichnet, dass es keine einheitlichen Trends und keine statistische Signifikanz vorhanden sind. Es ist jedoch zu betonen, dass in einem Teil des Gebiets ein Abwärtstrend der Niederschlagssummen bei gleichzeitigem Anstieg von starken Niederschlägen und der Anzahl von niederschlagsfreien Tagen verzeichnet wird.

Es ist zu vermerken, dass die klimatologischen Bedingungen der Förderregion in höchstem Maße von der absoluten Höhe abhängig sind. Sie wirkt sich auf die Größen der Lufttemperatur, des Niederschlags oder die Windbedingungen aus. Mit dem Höhenanstieg gehen die Temperaturwerte zurück, und die Niederschläge sowie die Windgeschwindigkeit steigen.



PODSUMOWANIE c.d.

Aktualnie występujące tendencje w większości znajdują odzwierciedlenie również w prognozach zmian klimatu do końca XXI w. 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.

ZUSAMMENFASSUNG - Fortsetzung

Die aktuell vorkommenden Trends werden meistens auch in den Prognosen des Klimawandels bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wiedergespiegelt. Alle betrachteten Szenarien des Klimawandels (A1B, RCP2.6 und RCP8.5) lassen einen weiteren Temperaturanstieg in Zukunft vermuten, wobei gemäß dem Szenario RCP2.6 dieser Anstieg in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts gehemmt werden kann. Es zeigt unter der Voraussetzung, dass der Klimawandel hauptsächlich aus der Aktivität des Menschen folgt, was für eine große Bedeutung in der Gestaltung der klimatologischen Bedingungen in Zukunft die Maßnahmen haben werden, die mit der Verringerung der Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre verbunden sind. Bei den Projektionen des Niederschlags gemäß den berücksichtigten Szenarien des Klimawandels wird in Zukunft ein Rückgang der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlägen bei gleichzeitigem Anstieg der Anzahl der niederschlagsfreien Tage vorgesehen. Es wird geschätzt, dass die Intensität dieser Änderungen im Lichte der Szenarien A1B und RCP8.5 in den letzten Dekaden des Jahrhunderts größer sein wird. Der potenzielle Rückgang der Niederschlagssummen und der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlägen bei dem Anstieg der Frequenz von starken Niederschlägen und niederschlagsfreien Tagen weist darauf hin, dass in Zukunft zu einem Anstieg der Anzahl von extremen Ereignissen kommen kann, die sowohl mit dem Auftreten von sehr heftigen Regenfällen als auch niederschlagsfreien Zeiträumen verbunden sind. In Verbindung mit dem erwarteten Anstieg der Lufttemperatur kann der Rückgang der Häufigkeit der Niederschläge zur Intensivierung von Dürreereignissen beitragen. Man kann somit feststellen, dass sich der prognostizierte Klimawandel in Zukunft in großem Maße auf verschiedene soziale und wirtschaftliche Bereiche in der Förderregion auswirken kann. Im Rahmen der Anpassungsmaßnahmen an den erwarteten Klimawandel, ist es notwendig, einen Katalog von Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten, der sowohl die Richtung und die Intensität des Klimawandels als auch das wirtschaftliche Potenzial der Region berücksichtigt.



