

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasta **Zakopane**

Załącznik 1. Wyniki analiza klimatycznych i hydrologicznych



ZAKOPANE

Warszawa 2025



Fundusze Europejskie
na Infrastrukturę,
Klimat, Środowisko



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

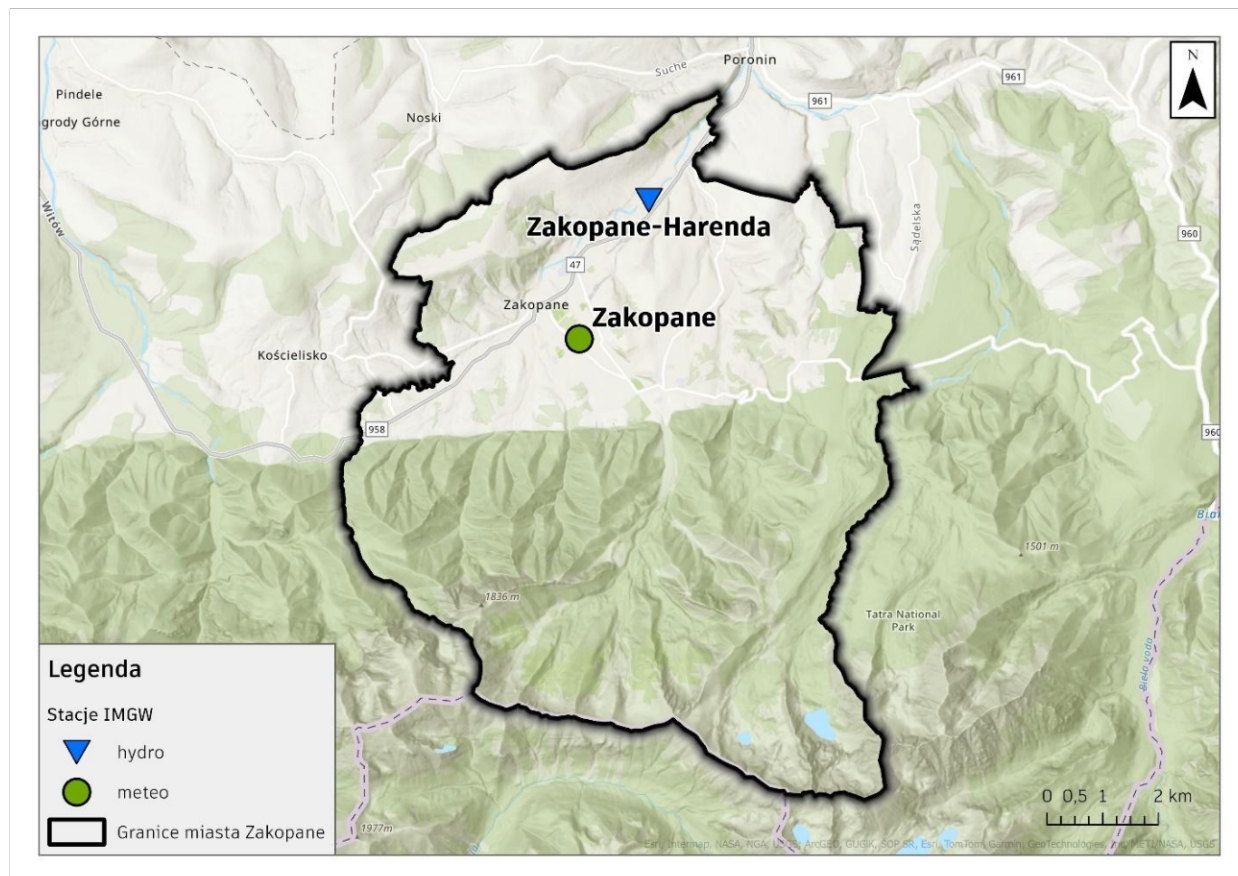
Spis treści

1.	Główne zagrożenia klimatyczne i ich pochodne na podstawie analiz z lat 1990-2023	4
1.1.	Wskaźniki temperaturowe	5
1.1.1.	Średnia roczna temperatura powietrza	5
1.1.2.	Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza	5
1.1.3.	Średnia roczna temperatura minimalna powietrza	6
1.1.4.	Temperatura średniomiesięczna	6
1.1.5.	Absolutna temperatura maksymalna	8
1.1.6.	Absolutna temperatura minimalna	9
1.1.7.	Percentyl 98% temperatury maksymalnej	9
1.1.8.	Liczba dni upalnych	10
1.1.9.	Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$	10
1.1.10.	Liczba dni gorących	11
1.1.11.	Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$	11
1.1.12.	Liczba nocy tropikalnych	12
1.1.13.	Percentyl 2% temperatury minimalnej	12
1.1.14.	Liczba dni mroźnych	13
1.1.15.	Liczba dni bardzo mroźnych	13
1.1.16.	Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$	14
1.1.17.	Liczba dni przymrozkowych	14
1.1.18.	Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$	15
1.1.19.	Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C	15
1.2.	Wskaźniki opadowe	16
1.2.1.	Roczna suma opadu	16
1.2.2.	Liczba dni w roku z opadem $\geq 1\text{ mm}$	16
1.2.3.	Liczba okresów z opadem $\geq 1\text{ mm}$, dłuższych niż 5 dni w roku	17
1.2.4.	Liczba dni w roku z opadem $\geq 10\text{ mm}$, $\geq 20\text{ mm}$, $\geq 30\text{ mm}$, $\geq 40\text{ mm}$, $\geq 50\text{ mm}$, $\geq 60\text{ mm}$ i $\geq 70\text{ mm}$	17
1.2.5.	Miesięczna suma opadu	21
1.2.6.	Maksymalny opad dobowy w miesiącu	22
1.2.7.	Najdłuższe okresy bezopadowe (opad $\leq 1\text{ mm/d}$)	25
1.2.8.	Liczba okresów w roku bez opadu o czasie trwania ponad 5 dni	25
1.3.	Inne	26
1.3.1.	Średnia prędkość wiatru	26
1.3.2.	Maksymalna prędkość wiatru	26
1.3.3.	Liczba dni z porywami wiatru $\geq 17\text{ m/s}$	27
1.3.4.	Liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie październik - maj	27
1.3.5.	Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie październik - maj	28
1.4.	Wskaźniki hydrologiczne	28
1.4.1.	Średni przepływ roczny	28
1.4.2.	Średnioroczny przepływ maksymalny	29
1.4.3.	Średnioroczny przepływ minimalny	29
1.4.4.	Przepływ zwyczajny roczny	30
2.	Scenariusze zmian klimatu do roku 2060	31
2.1.	Wskaźniki temperaturowe	32
2.1.1.	Średnia temperatura powietrza	32
2.1.2.	Średnia minimalna temperatura powietrza	34
2.1.3.	Średnia maksymalna temperatura powietrza	36
2.1.4.	Liczba dni bardzo mroźnych	38
2.1.5.	Liczba dni mroźnych	39

2.1.6.	Liczba dni gorących.....	40
2.1.7.	Liczba dni upalnych.....	41
2.1.8.	Liczba nocy tropikalnych	42
2.2.	Wskaźniki opadowe.....	43
2.2.1.	Roczna suma opadu.....	43
2.2.2.	Liczba dni w roku bez opadu	44
2.2.3.	Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm.....	45
2.2.4.	Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm.....	46
2.2.5.	Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm.....	47
2.2.6.	Liczba dni w roku z pokrywą śnieżną.....	48
2.2.7.	Grubość pokrywy śnieżnej.....	49
2.3.	Inne.....	50
2.3.1.	Średnia prędkość wiatru.....	50
2.3.2.	Średni udział ciszy.....	51
2.3.3.	Średni udział wiatrów bardzo słabych	52
2.3.4.	Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych	53
2.3.5.	Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych	54
2.3.6.	Zachmurzenie ogólne	55
3.	Spis rysunków	56
4.	Spis tabel	57

1. Główne zagrożenia klimatyczne i ich pochodne na podstawie analiz z lat 1990-2023

Niniejsza część dokumentacji poświęcona jest ocenie stopnia ekspozycji (narażenia) obszaru miasta Zakopane na wybrane czynniki klimatyczne. W tym celu dokonano analiz tendencji zmian wybranych zjawisk klimatycznych na podstawie danych historycznych z lat 1990- 2023 oraz na podstawie dwóch scenariuszy klimatycznych w perspektywie do 2060 roku.



Rysunek 1 Lokalizacja stacji pomiarowo-obszaryjnych IMGW przyjętych do analizy (źródło: opracowanie własne).

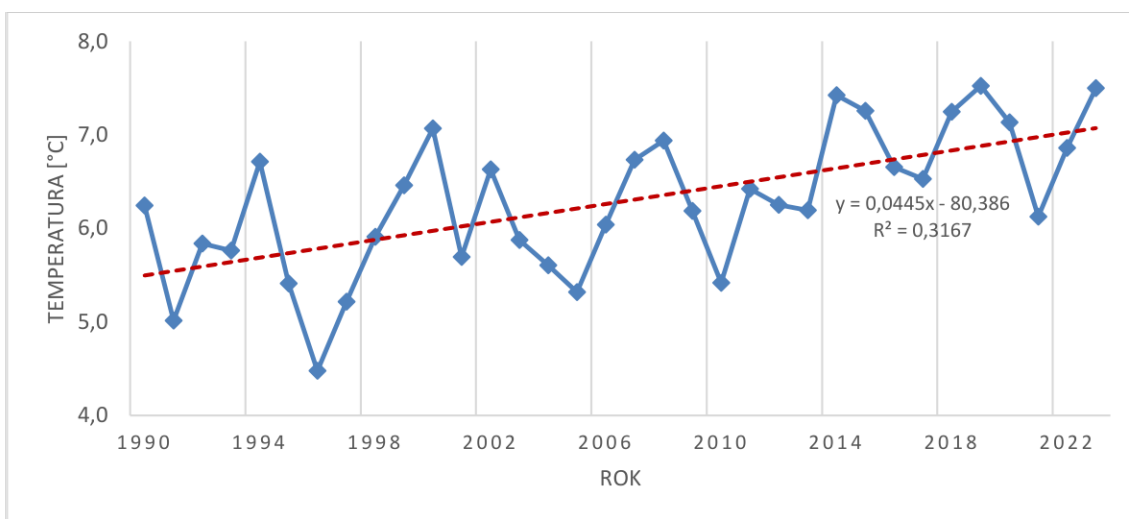
Dane historyczne dla obszaru miasta zostały pozyskane z IMGW-PIB (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy) z 1 stacji meteorologicznych i 1 stacji hydrologicznej zlokalizowanych w Zakopanem (Rysunek 1):

- Stacji meteorologicznej ZAKOPANE (349190625)
- Stacji hydrologicznej ZAKOPANE-HARENDA (149190380)

1.1. Wskaźniki temperaturowe

1.1.1. Średnia roczna temperatura powietrza

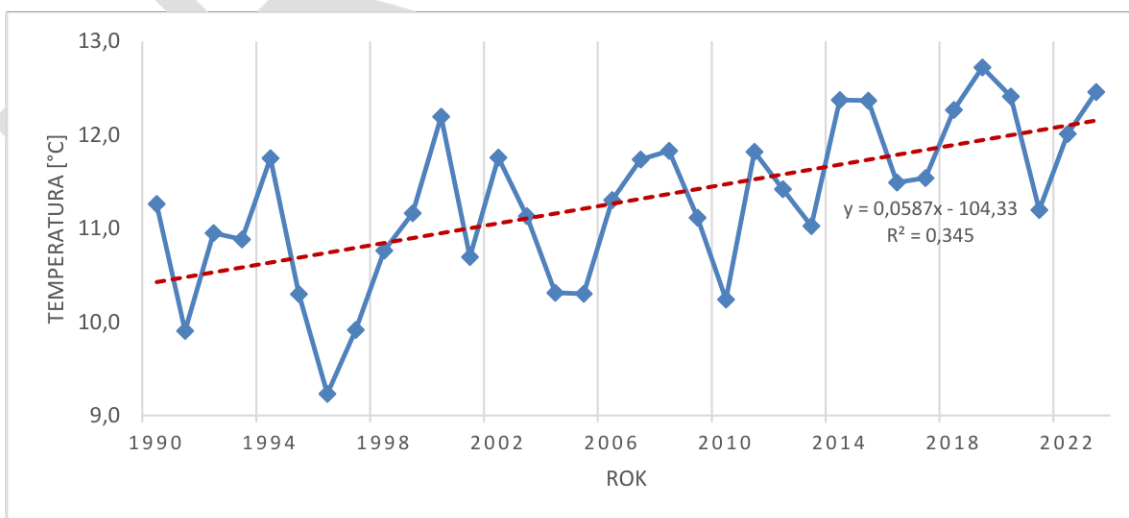
Zgodnie z danymi ze stacji meteorologicznej Zakopane, średnia roczna temperatura powietrza w latach 1990-2023 wyniosła 6,3°C. Jej wartości wahały się w zakresie od 4,5°C w roku 1996 do 7,5°C w latach 2019 i 2023 (Rysunek 2). Powyższe dane obrazują tendencję wzrostową średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze miasta.



*Rysunek 2 Średnia roczna temperatura powietrza [°C] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)*

1.1.2. Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza

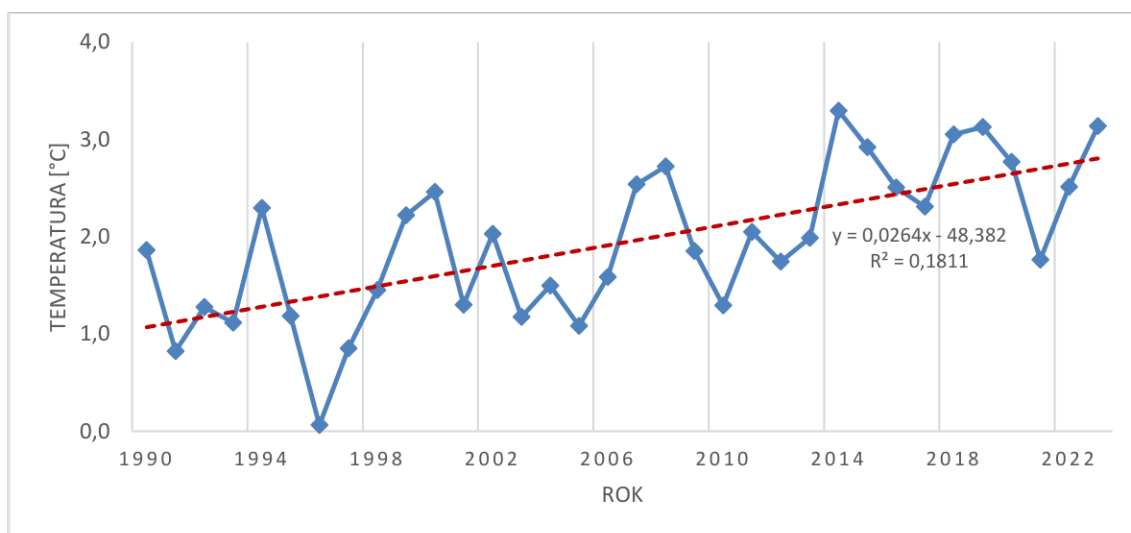
Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane ukształtowała się na poziomie 11,3°C. Najwyższą średnią temperaturę maksymalną wynoszącą 12,7°C odnotowano w 2019 roku, natomiast najniższą średnią temperaturę maksymalną na poziomie 9,2°C w 1996 roku (Rysunek 3). Z powyższej analizy wynika, że średnia roczna temperatura maksymalna powietrza na obszarze Zakopanego wykazuje tendencję wzrostową.



*Rysunek 3 Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza [°C] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)*

1.1.3. Średnia roczna temperatura minimalna powietrza

Średnia roczna temperatura minimalna powietrza zarejestrowana na stacji Zakopane w latach 1990-2023 wyniosła 1,9°C. Jej wartości wahały się w zakresie od 0,1°C w roku 1996 do 3,3°C w roku 2014 (Rysunek 4). Na podstawie powyższych danych zaobserwowano tendencję wzrostową średniej rocznej temperatury minimalnej powietrza na obszarze miasta.

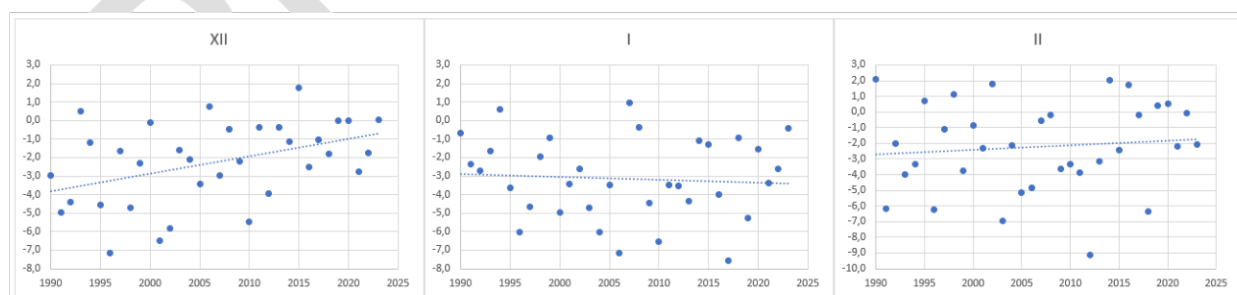


Rysunek 4 Średnia roczna temperatura minimalna powietrza [°C] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.4. Temperatura średniomiesięczna

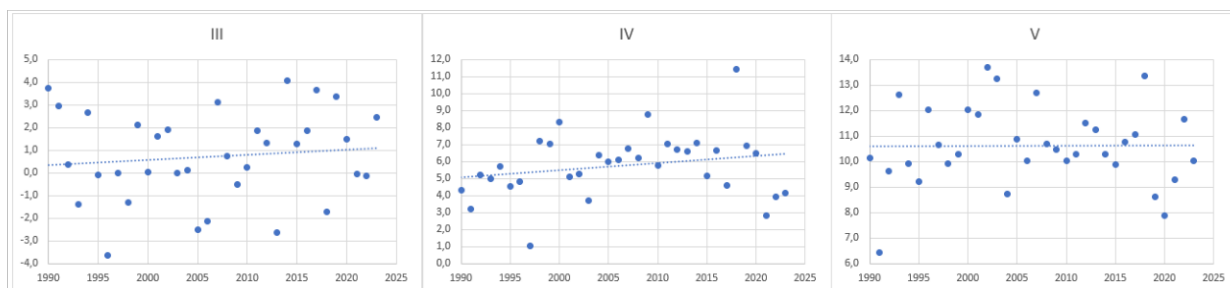
Średnie miesięczne temperatury dla lat 1990-2023 wykazują typowy przebieg roczny dla klimatu umiarkowanego z wyraźnym podziałem na cztery pory roku (Rysunek 9):

- zima (grudzień-luty) – średnia temperatura miesięczna w analizowanym wieloleciu wahała się w zakresie od -7,1°C do +1,8°C w grudniu, od -7,6°C do +0,9°C w styczniu i od -9,1°C do +2,1°C w lutym. W grudniu występowała znaczna tendencja wzrostowa temperatur, lutym tendencja wzrostowa była nieznaczna, natomiast w styczniu zaobserwowano tendencję spadkową (Rysunek 5).



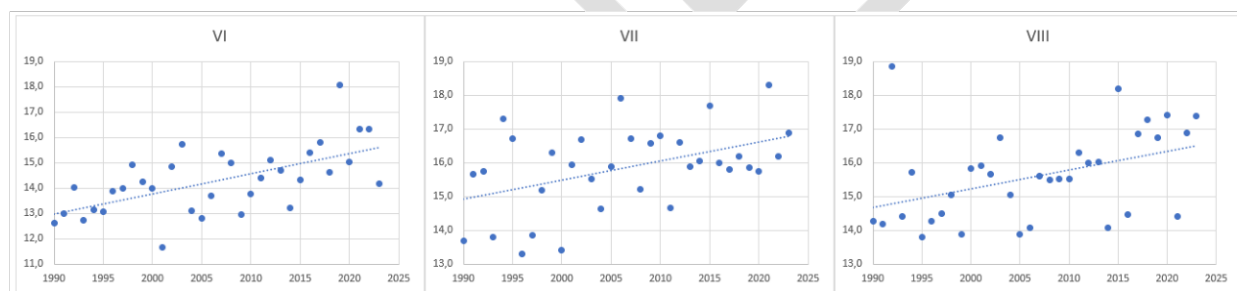
Rysunek 5 Temperatura średniomiesięczna [°C] w okresie zimowym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- wiosna (marzec-maj) – średnia temperatura miesięczna w analizowanym wieloleciu wahała się w zakresie od $-3,6^{\circ}\text{C}$ do $+4,1^{\circ}\text{C}$ w marcu, od $+1,0^{\circ}\text{C}$ do $+11,4^{\circ}\text{C}$ w kwietniu i od $+6,4^{\circ}\text{C}$ do $+13,7^{\circ}\text{C}$ w maju. Marzec i kwiecień charakteryzował się nieznaczną tendencją wzrostową, natomiast maj nie wykazał tendencji zmian (Rysunek 6).



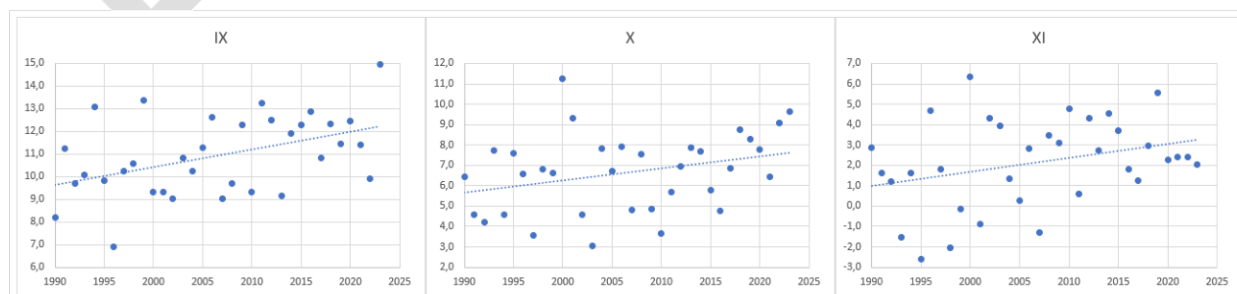
Rysunek 6 Temperatura średniomiesięczna [$^{\circ}\text{C}$] w okresie wiosennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- lato (czerwiec-sierpień) – średnia temperatura miesięczna w analizowanym wieloleciu wahała się w zakresie od $+11,6^{\circ}\text{C}$ do $+18,1^{\circ}\text{C}$ w czerwcu, od $+13,3^{\circ}\text{C}$ do $+18,3^{\circ}\text{C}$ w lipcu i od $+13,8^{\circ}\text{C}$ do $+18,9^{\circ}\text{C}$ w sierpniu. Średnia temperatura miesięczna w okresie letnim charakteryzował się tendencją wzrostową w każdym miesiącu (Rysunek 7).

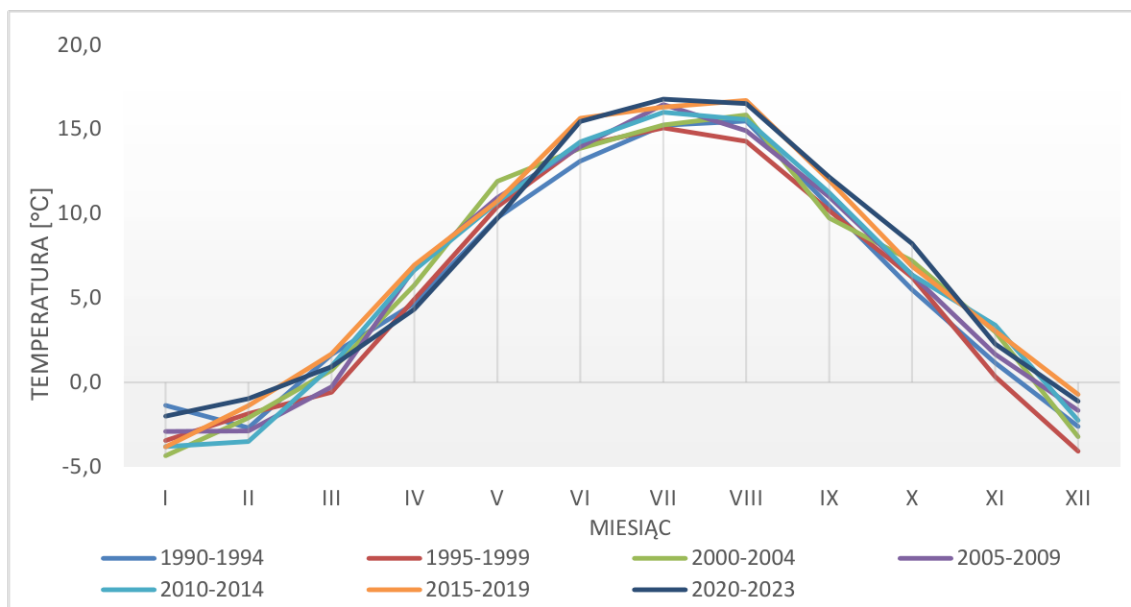


Rysunek 7 Temperatura średniomiesięczna [$^{\circ}\text{C}$] w okresie letnim w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- jesień (wrzesień-listopad) – średnia temperatura miesięczna w analizowanym wieloleciu wahała się w zakresie od $+6,9^{\circ}\text{C}$ do $+14,9^{\circ}\text{C}$ we wrześniu, od $+3,0^{\circ}\text{C}$ do $+11,2^{\circ}\text{C}$ w październiku i od $-2,6^{\circ}\text{C}$ do $+6,4^{\circ}\text{C}$ w listopadzie. Średnia temperatura miesięczna w okresie jesiennym charakteryzował się tendencją wzrostową w każdym miesiącu (Rysunek 8).



Rysunek 8 Temperatura średniomiesięczna [$^{\circ}\text{C}$] w okresie jesiennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

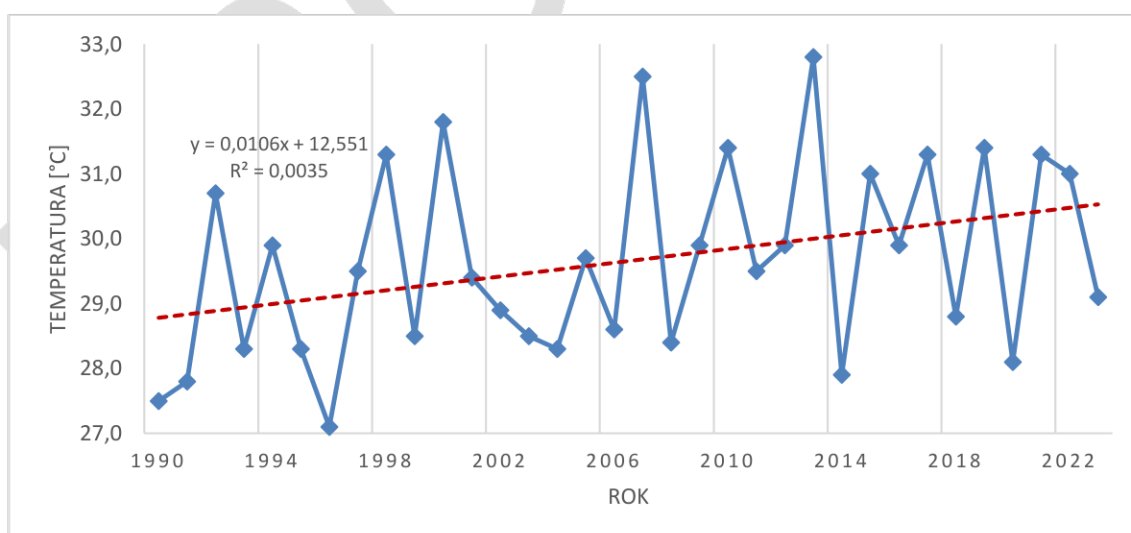


Rysunek 9 Temperatura średniomiesięczna [°C] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

Podsumowując średniomiesięczna temperatura w analizowanym wieloleciu niemalże w każdym miesiącu wykazywała tendencję wzrostową oprócz lutego (tendencja spadkowa) i maja (brak zmian).

1.1.5. Absolutna temperatura maksymalna

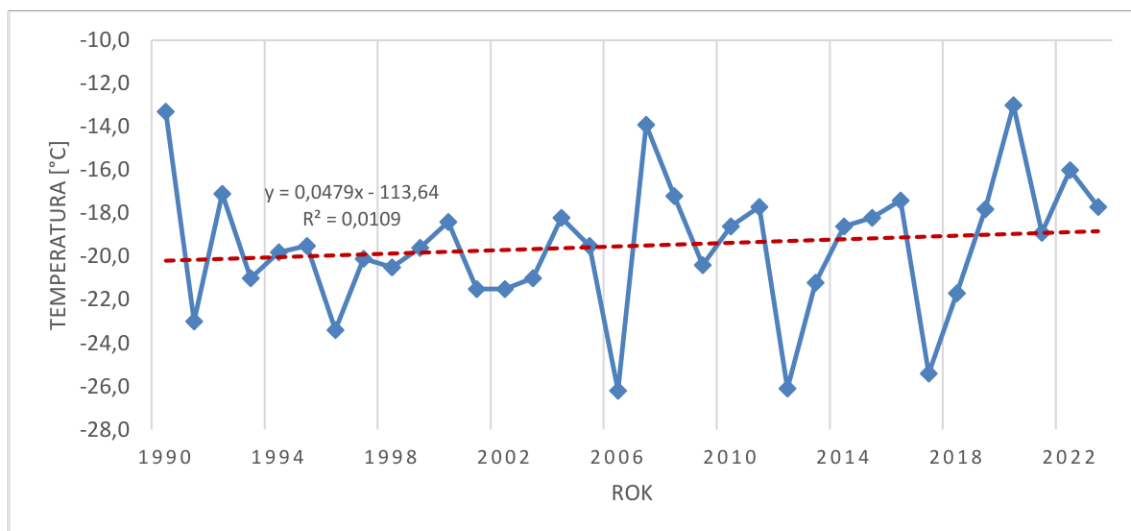
Zgodnie z danymi ze stacji meteorologicznej Zakopane, w latach 1990-2023 najwyższa absolutna temperatura maksymalna wyniosła 32,8°C i została odnotowana w 2013 roku, natomiast najniższa absolutna temperatura maksymalna równa 27,1°C została zarejestrowana w 1996 roku (Rysunek 10). Zgromadzone dane wskazują na dodatnią tendencję wzrostową absolutnej temperatury maksymalnej powietrza na obszarze Zakopanego.



Rysunek 10 Absolutna temperatura maksymalna powietrza [°C] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.6. Absolutna temperatura minimalna

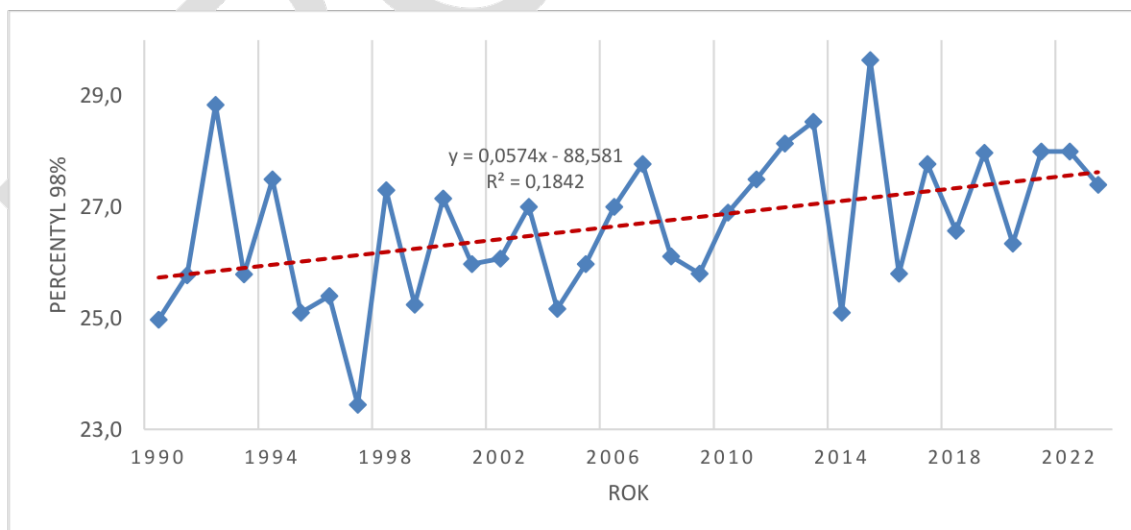
Zgodnie z danymi ze stacji meteorologicznej Zakopane, w latach 1990-2023 najwyższa absolutna temperatura minimalna wyniosła -13°C i została odnotowana w 2020 roku, natomiast najniższa absolutna temperatura minimalna równa $-26,2^{\circ}\text{C}$ została zarejestrowana w 2006 roku (Rysunek 11). Z powyższej analizy wynika, że absolutna temperatura minimalna powietrza na obszarze miasta wykazała niewielką tendencję wzrostową.



Rysunek 11 Absolutna temperatura minimalna powietrza [$^{\circ}\text{C}$] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.7. Percentyl 98% temperatury maksymalnej

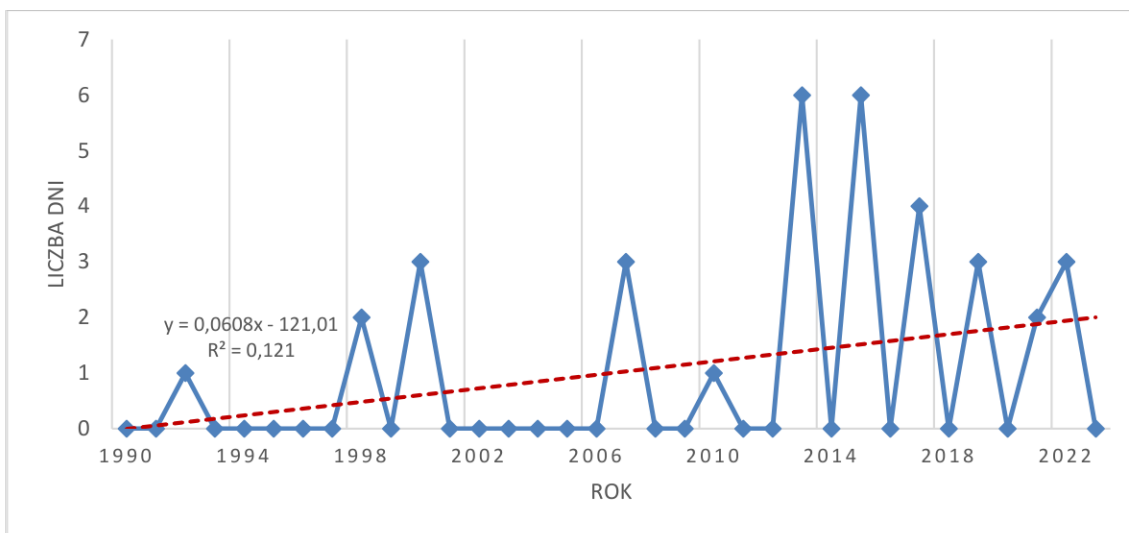
Percentyl 98% temperatury maksymalnej odnotowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtował się na poziomie od 23,4 w 1997 roku do 29,6 w 2015 roku (Rysunek 12). Z analizy wynika, że percentyl 98% temperatury maksymalnej wykazał tendencję wzrostową.



Rysunek 12 Percentyl 98% temperatury maksymalnej powietrza [$^{\circ}\text{C}$] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.8. Liczba dni upalnych

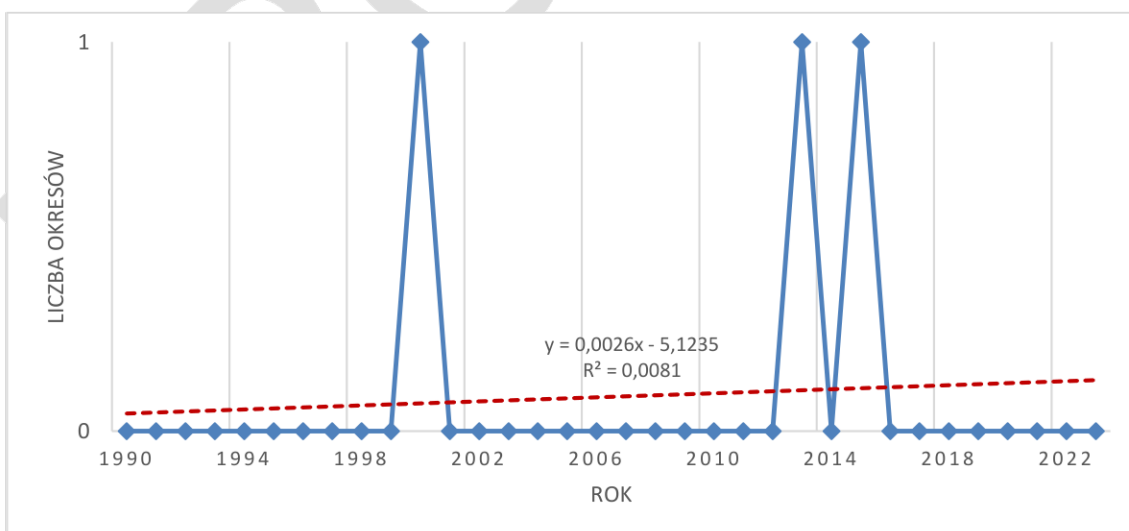
Liczba dni upalnych (dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$) odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 0 dni w latach 1990-1991, 1993-1997, 1999, 2001-2006, 2008-2009, 2011-2012, 2014, 2016, 2018, 2020 i 2023 do 6 dni w latach 2013 i 2015 (Rysunek 13). Z analizy wynika, że liczba dni upalnych wykazała tendencję wzrostową.



Rysunek 13 Liczba dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

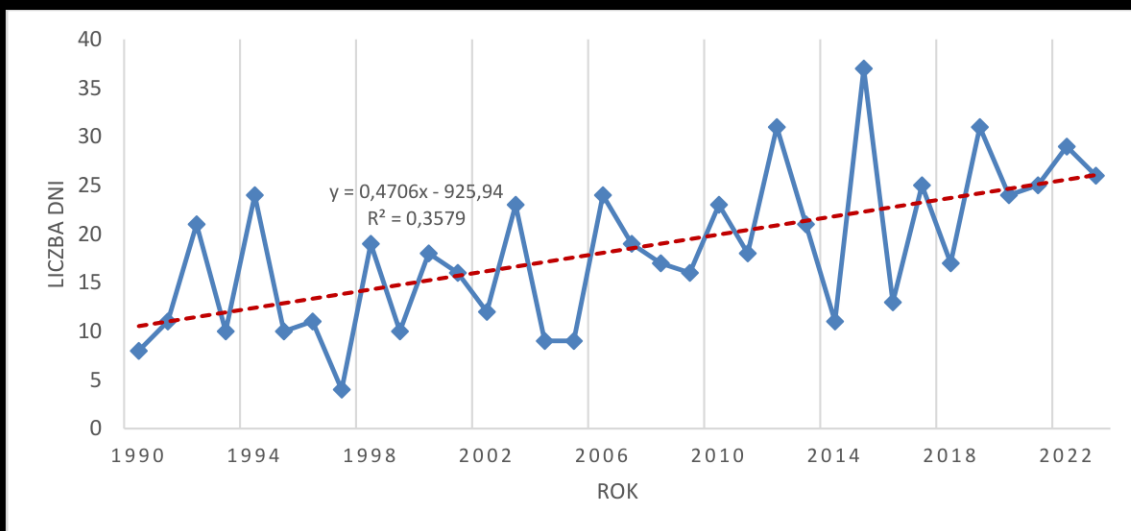
1.1.9. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$

Okresy o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w analizowanym wieloleciu na stacji Zakopane odnotowano jedynie w latach 2000, 2013 i 2015 (Rysunek 14), w pozostałych latach takie okresy nie wystąpiły. Z analizy wynika, że liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ wykazała nieznaczną tendencję wzrostową.

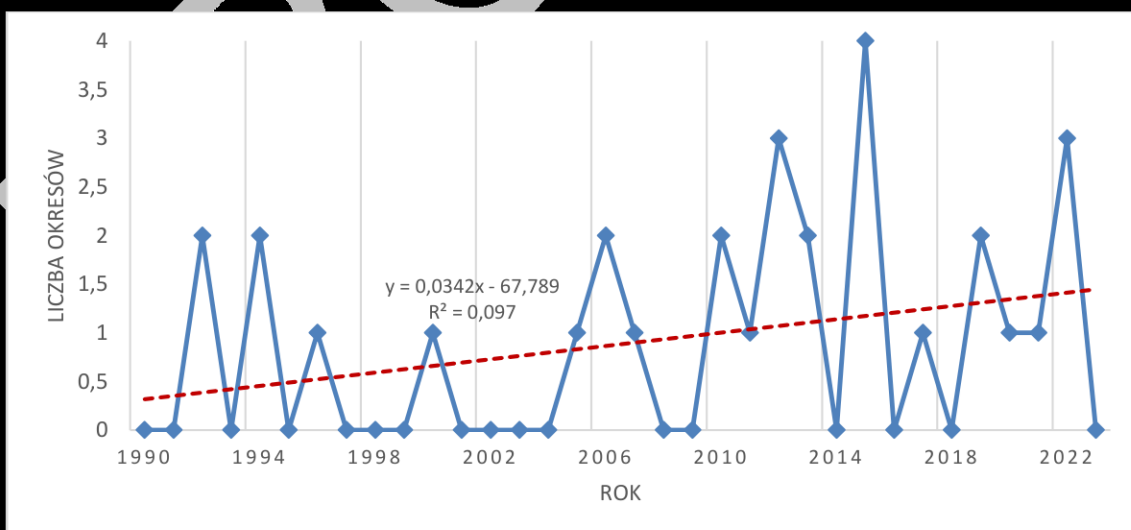


Rysunek 14 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.10. Liczba dni gorących



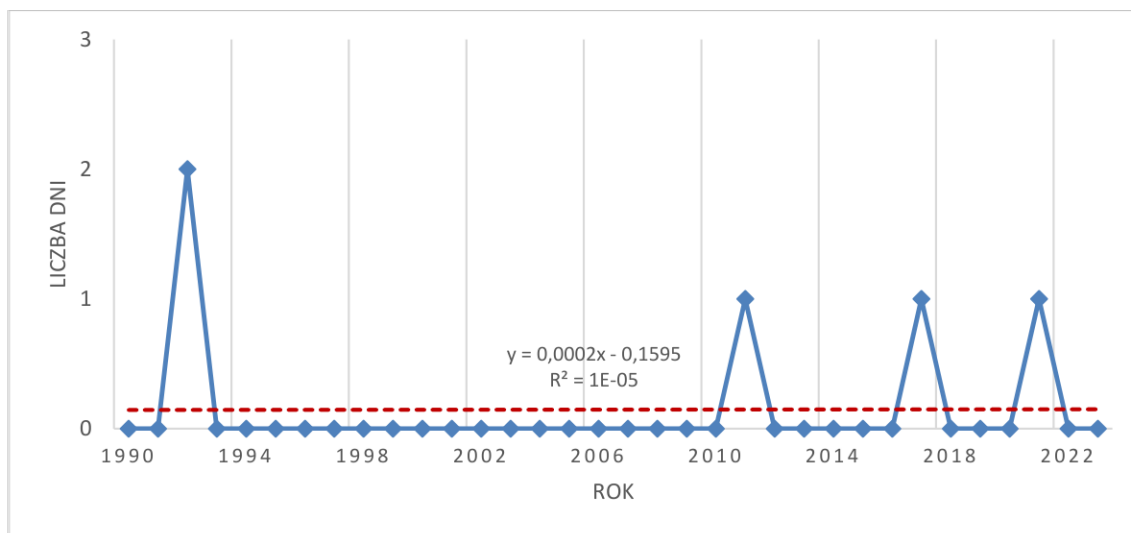
Rysunek 15 Liczba dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.11. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 

Rysunek 16 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.12. Liczna nocy tropikalnych

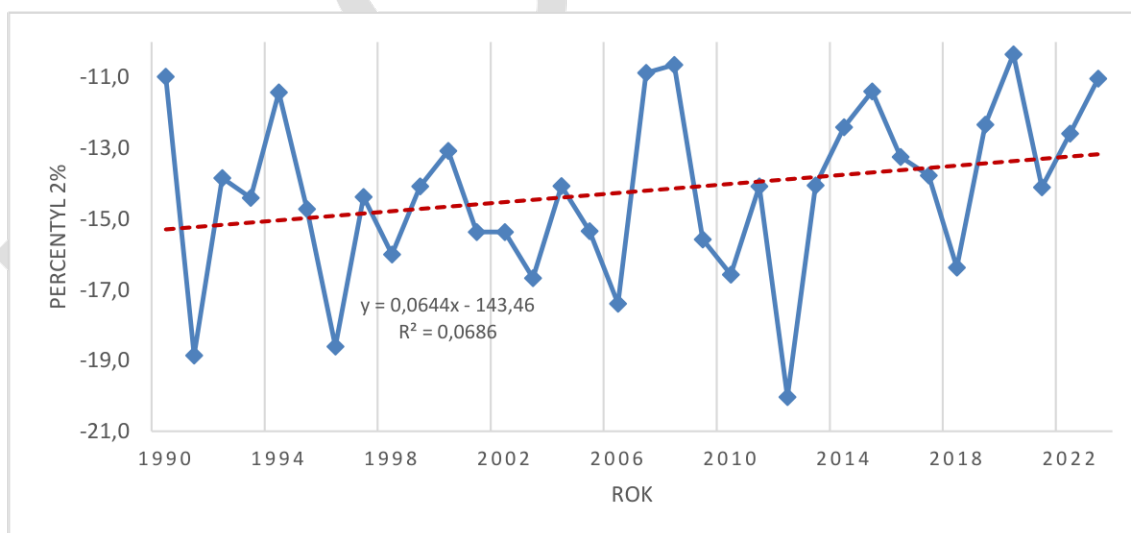
Noce tropikalne (dni z temperaturą minimalną $\geq 20^{\circ}\text{C}$) w analizowanym okresie na stacji Zakopane odnotowano w 1992 r. (2 dni), 2011 r. (1 dzień), 2017 r. (1 dzień) oraz 2021 r. (1 dzień), w pozostałych latach noce tropikalne nie występowały (Rysunek 17). Z analizy wynika, że liczba nocy tropikalnych wykazała tendencję stałą.



Rysunek 17 Liczba dni z temperaturą minimalną $\geq 20^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.13. Percentyl 2% temperatury minimalnej

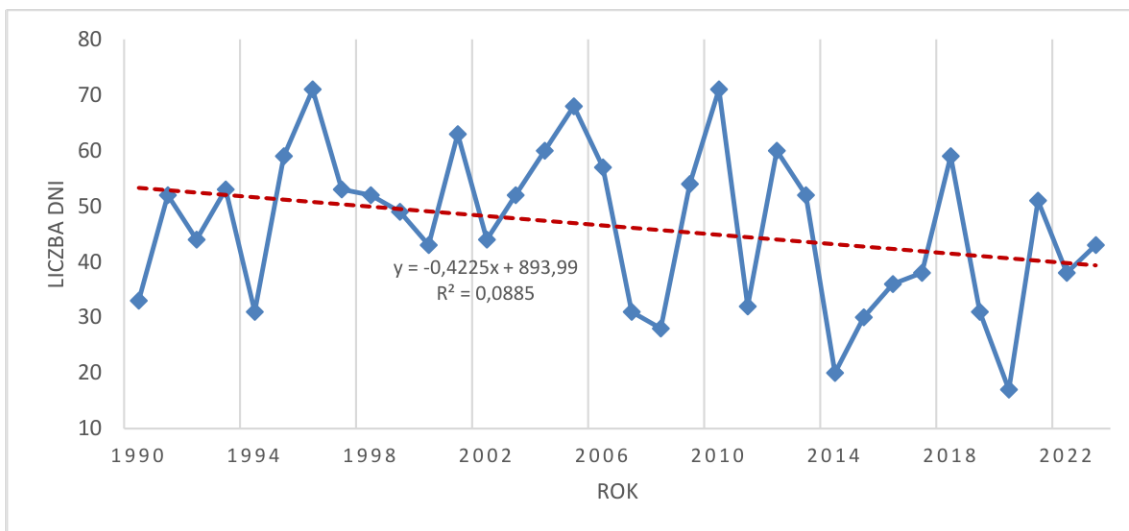
Percentyl 2% temperatury minimalnej odnotowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtował się na poziomie od -20,0 w 2012 roku do -10,3 w 2020 roku (Rysunek 18). Z analizy wynika, że percentyl 2% temperatury minimalnej wykazał tendencję wzrostową.



Rysunek 18 Percentyl 2% temperatury minimalnej powietrza [$^{\circ}\text{C}$] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.14. Liczba dni mroźnych

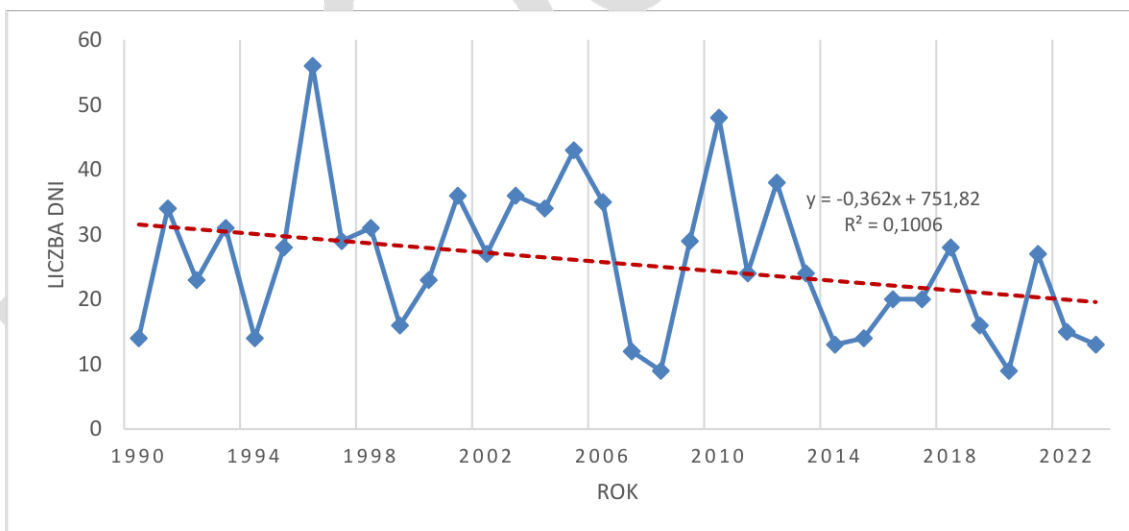
Liczba dni mroźnych (dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$) odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 17 dni w roku 2020 do 71 dni w 1996 i 2010 roku (Rysunek 19). Z analizy wynika, że liczba dni mroźnych wykazała tendencję spadkową.



Rysunek 19 Liczba dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.15. Liczba dni bardzo mroźnych

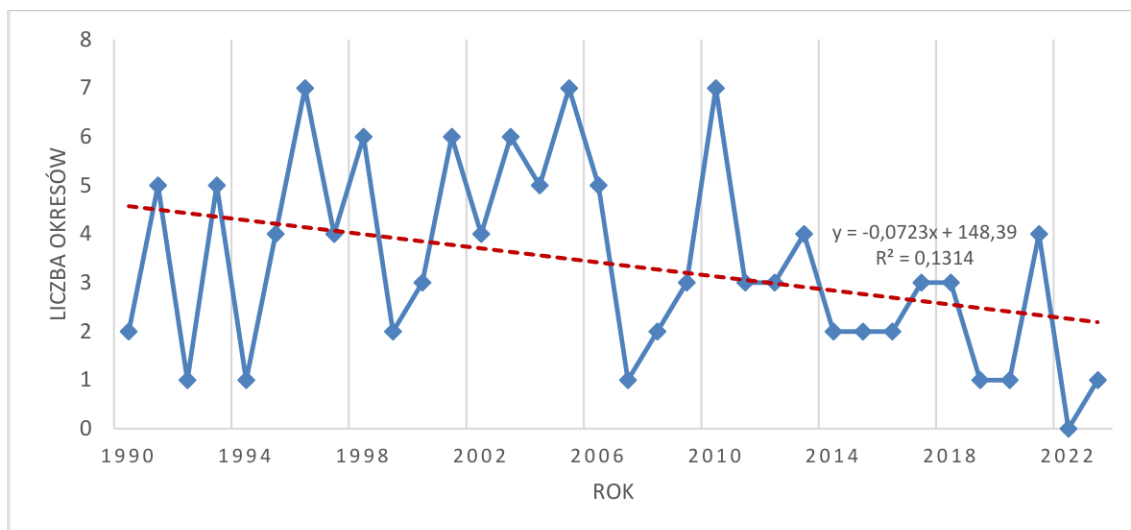
Liczba dni bardzo mroźnych (dni z temperaturą maksymalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$) odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 9 dni w latach 2008 i 2020 do 56 dni w 1996 roku (Rysunek 20). Z analizy wynika, że liczba dni bardzo mroźnych wykazała tendencję spadkową.



Rysunek 20 Liczba dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.16. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$

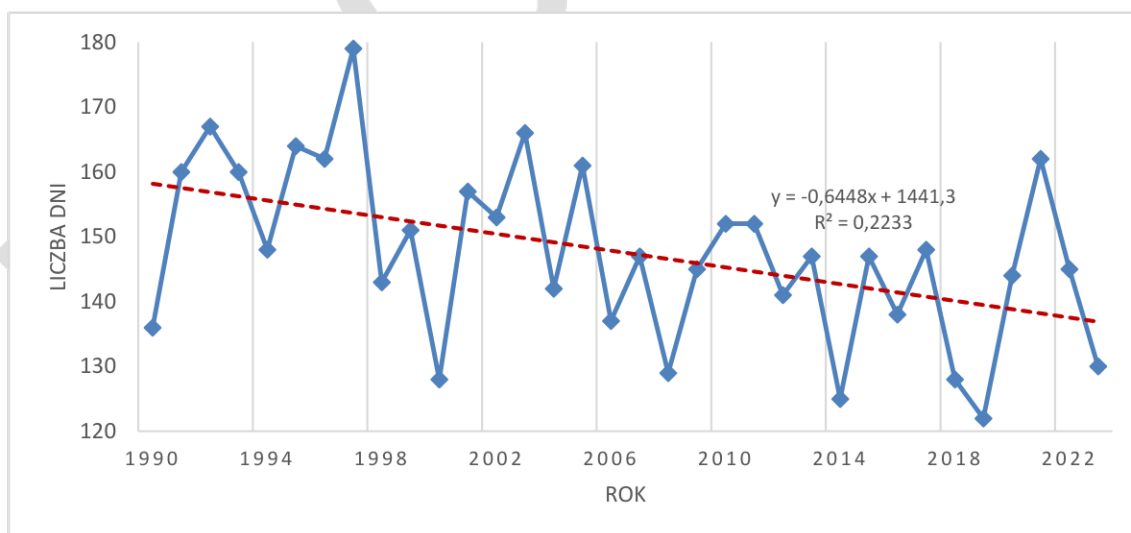
Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 0 okresów w 2022 roku do 7 okresów w latach 1996, 2005 i 2010 (Rysunek 21). Z analizy wynika, że liczba takich okresów wykazała tendencję spadkową.



Rysunek 21 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.17. Liczba dni przymrozkowych

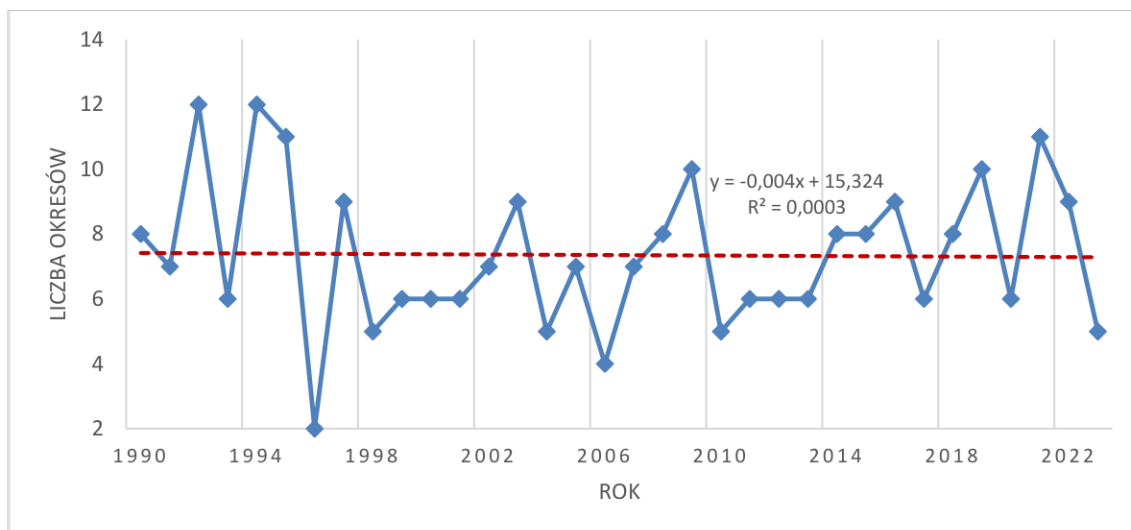
Liczba dni przymrozkowych (dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$) odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 122 dni w 2019 roku do 179 dni w roku 1997 (Rysunek 22). Z analizy wynika, że liczba dni przymrozkowych wykazała tendencję spadkową.



Rysunek 22 Liczba dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.18. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$

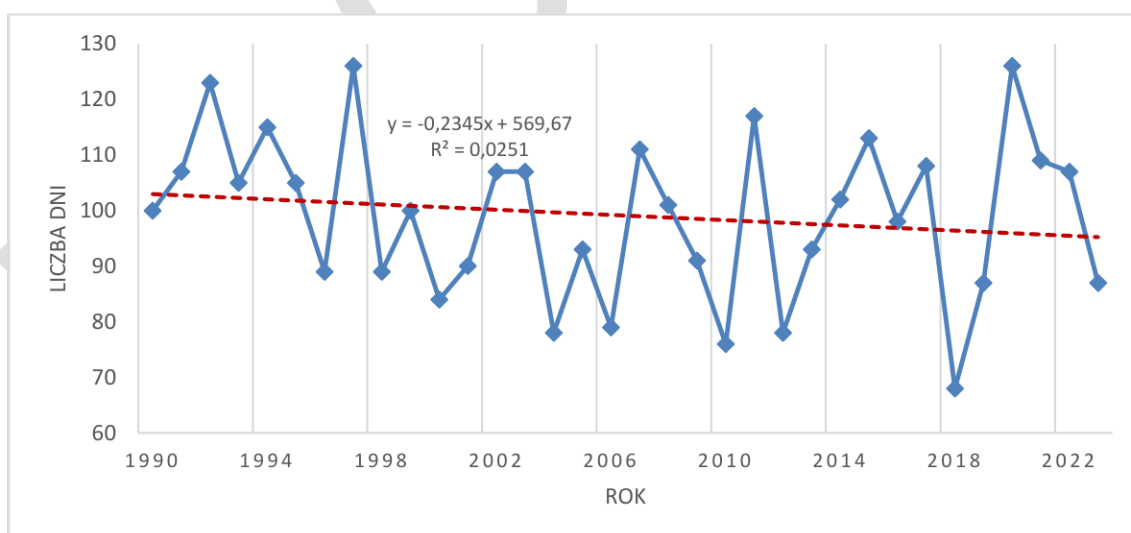
Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 2 okresów w 1996 roku do 12 okresów w latach 1992 i 1994 (Rysunek 23). Z analizy wynika, że liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ wykazała tendencję stałą.



Rysunek 23 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.1.19. Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C

Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C odnotowana w latach 1990-2023 na stacji Zakopane kształtowała się na poziomie od 68 dni w 2018 roku do 126 dni w 1997 i 2020 roku (Rysunek 24). Z analizy wynika, że liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C wykazała tendencję spadkową.

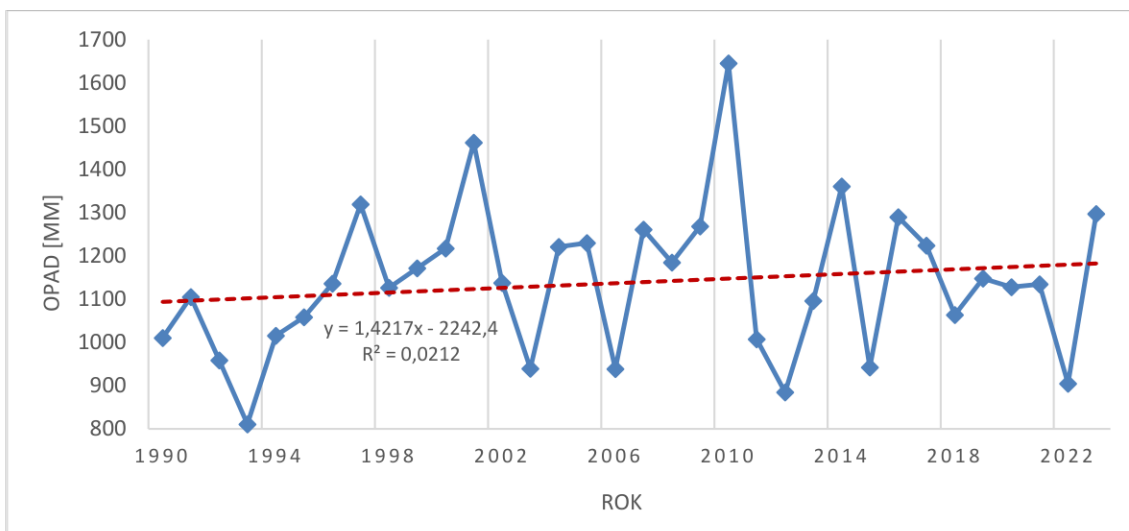


Rysunek 24 Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2. Wskaźniki opadowe

1.2.1. Roczna suma opadu

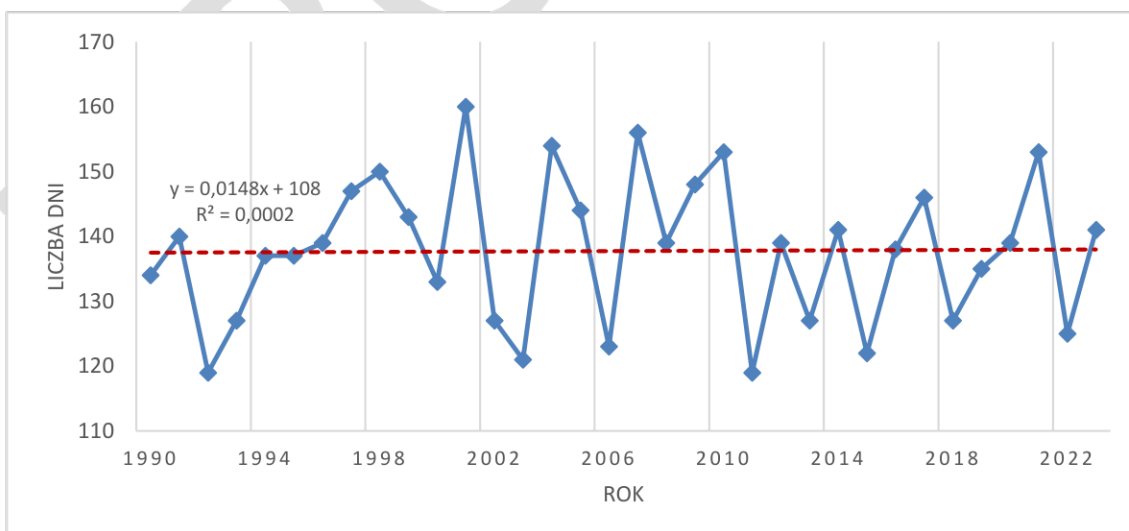
W zakresie rocznej sumy opadu, największa wartość zarejestrowana na stacji Zakopane w latach 1990-2023 wyniosła 1645,4 mm w roku 2010, natomiast najmniejsza 810,9 mm w roku 1993 (Rysunek 25). Przeprowadzona analiza wykazała nieznaczny trend rosnący rocznej sumy opadu na obszarze Zakopanego.



Rysunek 25 Roczna suma opadu [mm] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.2. Liczba dni w roku z opadem ≥ 1 mm

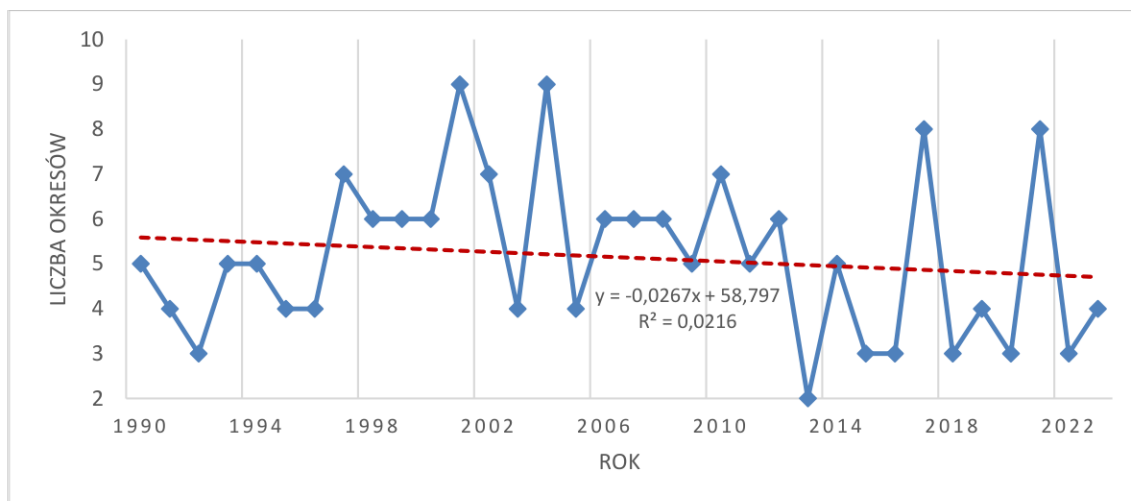
Na terenie Zakopanego odnotowuje się tendencję stałą dla częstotliwości występowania opadów ≥ 1 mm (Rysunek 26). Zgodnie z danymi ze stacji Zakopane największą liczbą dni z opadem ≥ 1 mm charakteryzował się rok 2001 (160 dni), natomiast najmniejszą rok 1992 i 2011 (119 dni).



Rysunek 26 Liczba dni w roku z opadem ≥ 1 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.3. Liczba okresów z opadem ≥ 1 mm, dłuższych niż 5 dni w roku

W analizowanym przedziale czasowym (1990-2023) największa liczba okresów z opadem ≥ 1 mm o czasie trwania ponad 5 dni odnotowana przez stację Zakopane wystąpiła w latach 2001 i 2004 (9 okresów), natomiast najmniej takich okresów miało miejsce w 2013 roku (2 okresy) (Rysunek 27). Z analizy danych wynika, że liczba okresów z opadem ≥ 1 mm dłuższych niż 5 dni w roku wykazuje trend malejący.

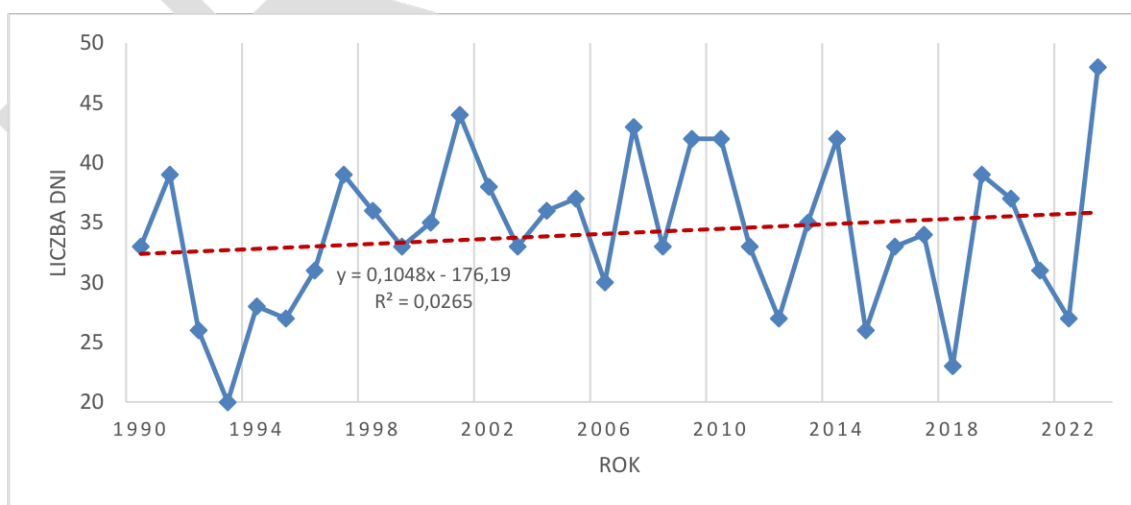


Rysunek 27 Liczba okresów w roku z opadem ≥ 1 mm o czasie trwania ponad 5 dni w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.4. Liczba dni w roku z opadem ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 40 mm, ≥ 50 mm, ≥ 60 mm i ≥ 70 mm

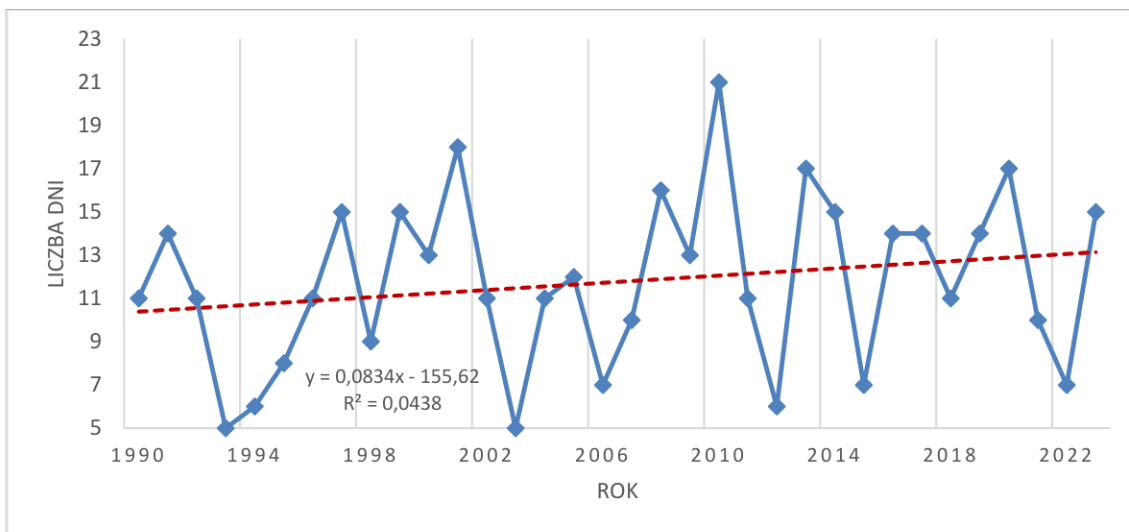
Na terenie Zakopanego odnotowuje się tendencję wzrostową dla częstotliwości występowania opadów ≥ 10 mm (Rysunek 28), opadów ≥ 20 mm (Rysunek 29), opadów ≥ 40 mm (Rysunek 31), opadów ≥ 50 mm (Rysunek 32), opadów ≥ 60 mm (Rysunek 33), opadów ≥ 70 mm (Rysunek 34), natomiast dla częstotliwości opadów ≥ 30 mm (Rysunek 30) brak tendencji zmian. Zgodnie z danymi ze stacji Zakopane:

- największą liczbą dni z opadem ≥ 10 mm charakteryzował się rok 2023 (48 dni), natomiast najmniejszą - rok 1993 (20 dni).



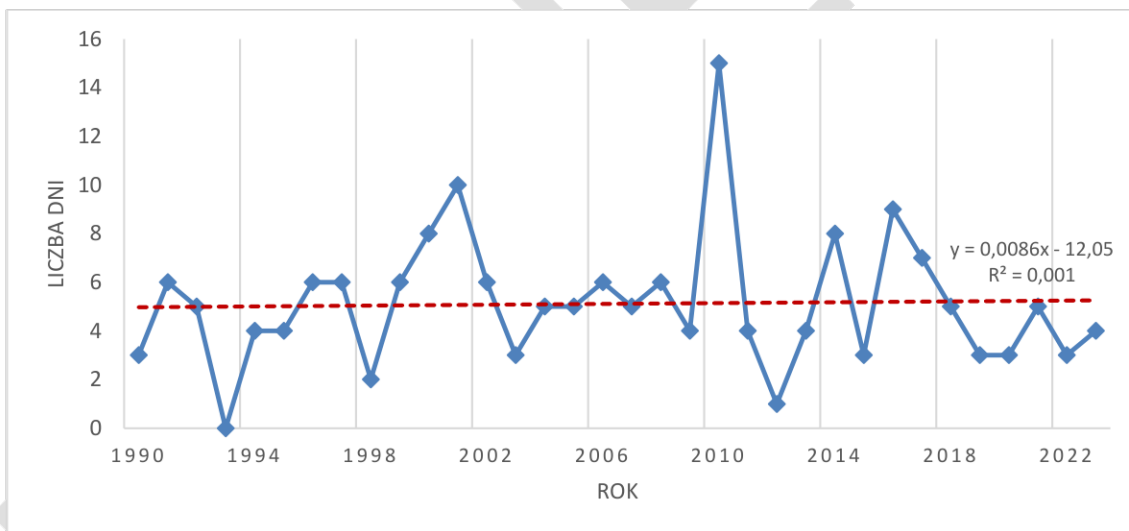
Rysunek 28 Liczba dni w roku z opadem ≥ 10 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- największą liczbą dni z opadem ≥ 20 mm odznaczał się rok 2010 (21 dni), natomiast najmniejszą - rok 1993 i 2003 (5 dni).



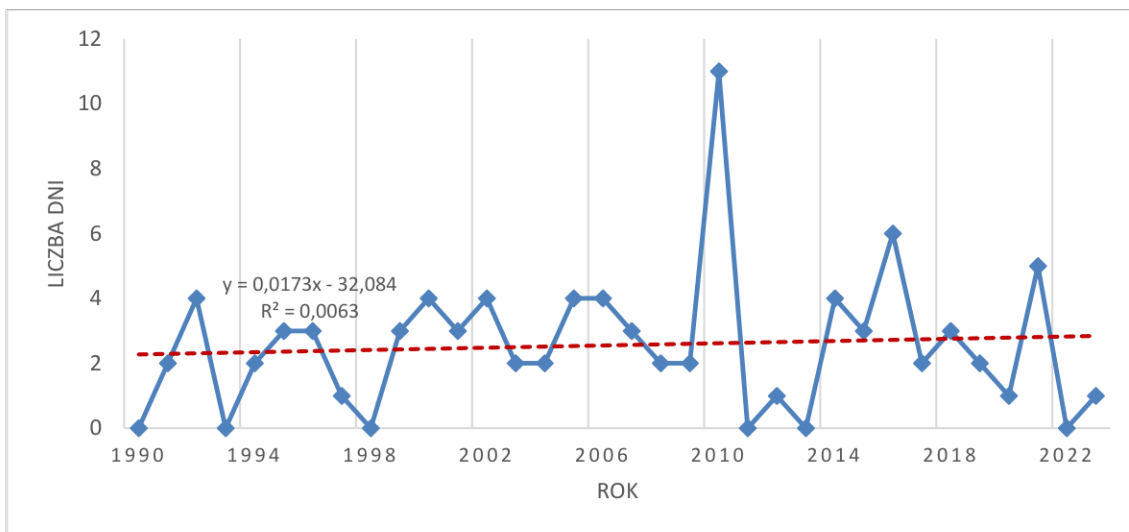
Rysunek 29 Liczba dni w roku z opadem ≥ 20 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- największą liczbą dni z opadem ≥ 30 mm odnotowano w 2010 roku (15 dni), natomiast w roku 1993 nie było żadnego dnia z taką wielkością opadu.



Rysunek 30 Liczba dni w roku z opadem ≥ 30 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

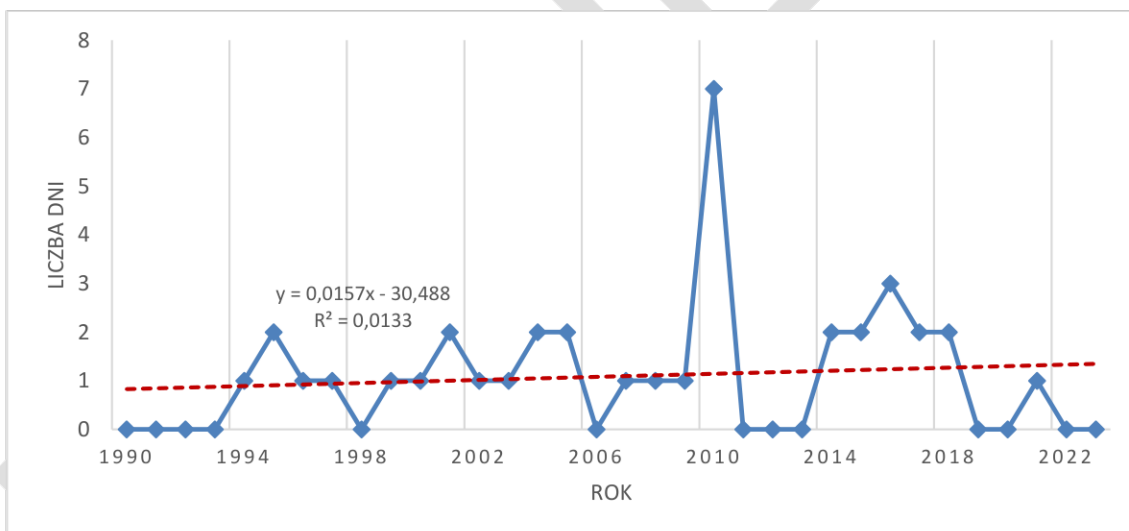
- największą liczbą dni z opadem ≥ 40 mm odnotowano w 2010 roku (11 dni), natomiast w latach 1990, 1993, 1998, 2011, 2013 i 2022 nie było żadnego dnia z taką wielkością opadu.



Rysunek 31 Liczba dni w roku z opadem ≥ 40 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

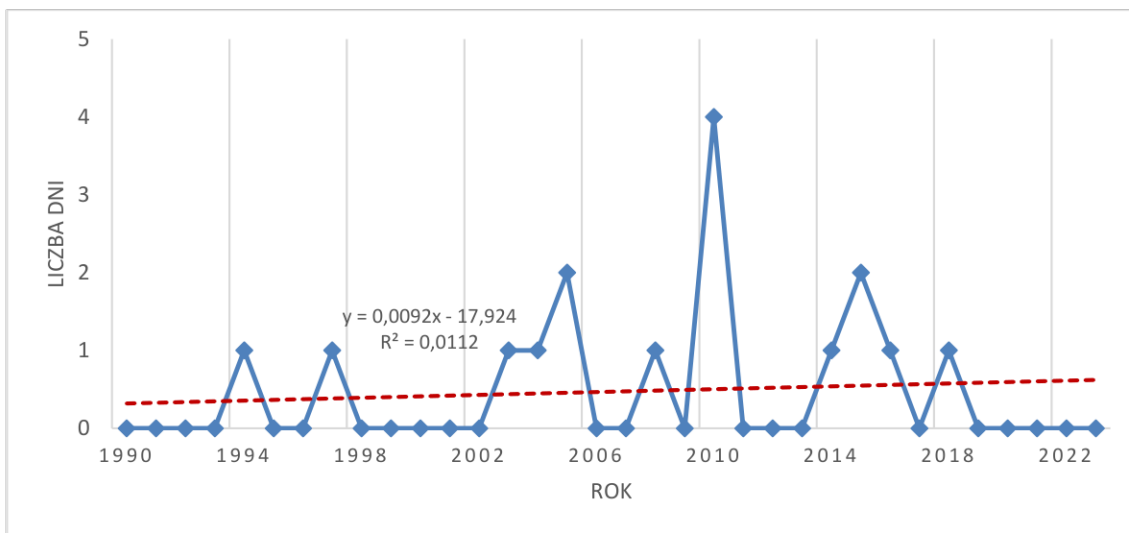
- największą liczbą dni z opadem ≥ 50 mm odnotowano w 2010 roku (7 dni), natomiast w latach 1990-1993, 1998, 2006, 2011-2013, 2019-2020 i 2022-2023 nie było żadnego dnia z taką wielkością opadu.



Rysunek 32 Liczba dni w roku z opadem ≥ 50 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)

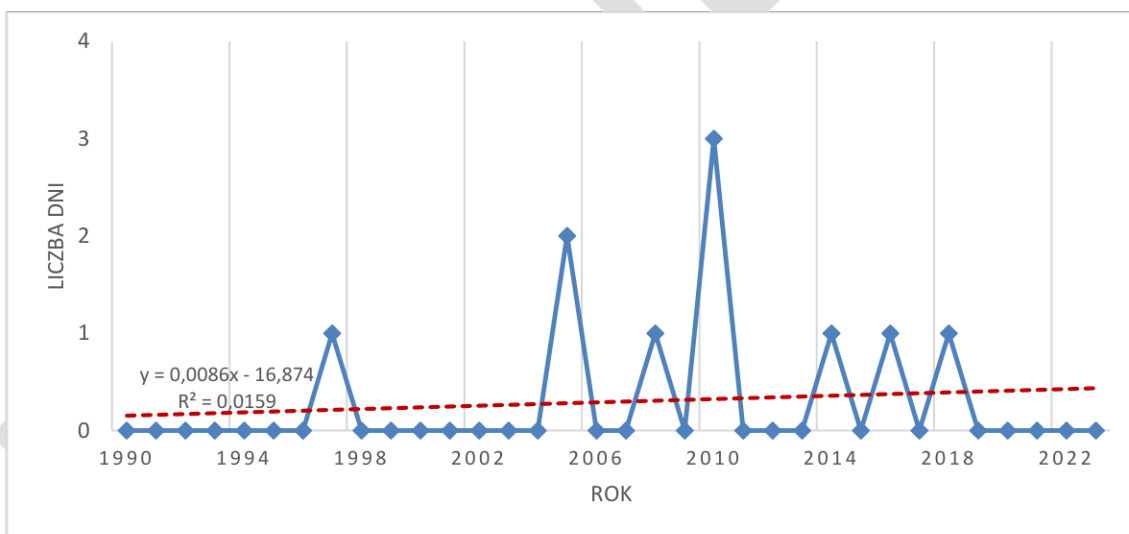
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- największą liczbą dni z opadem ≥ 60 mm odnotowano w 2010 roku (4 dni), natomiast w latach 1990-1993, 1995-1996, 1998-2002, 2006-2007, 2009, 2011-2013, 2017 i 2019-2023 nie było żadnego dnia z taką wielkością opadu.



Rysunek 33 Liczba dni w roku z opadem ≥ 60 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- największą liczbą dni z opadem ≥ 70 mm odnotowano w 2010 roku (3 dni), natomiast w latach 1990-1996, 1998-2004, 2006-2007, 2009, 2011-2013, 2015, 2017, i 2019-2023 nie było żadnego dnia z taką wielkością opadu.

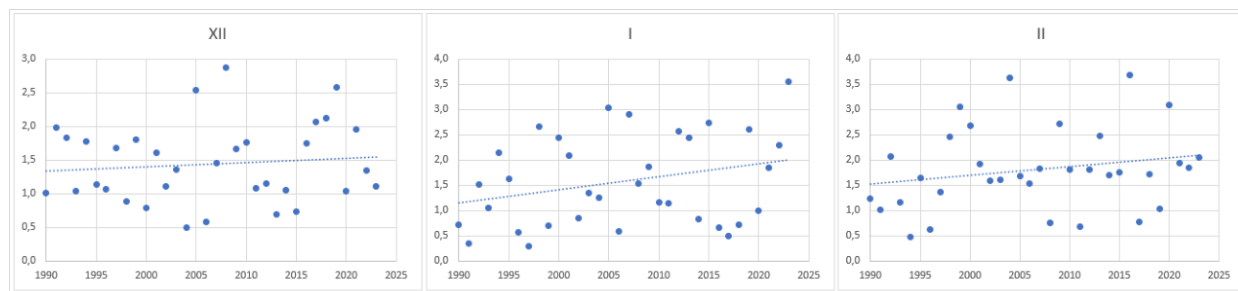


Rysunek 34 Liczba dni w roku z opadem ≥ 70 mm w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.5. Miesięczna suma opadu

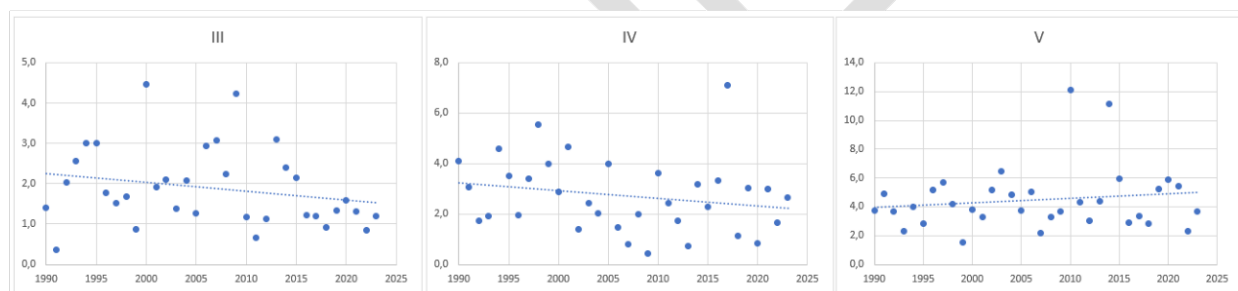
W poszczególnych porach roku średnia miesięczna suma opadów nie wykazała wspólnego trendu zmian i kształtowała się następująco (Rysunek 39):

- Okres zimowy (grudzień-luty) – średnia miesięczna suma opadów wykazywała tendencję wzrostową w analizowanym wieloleciu (Rysunek 35), wahając się w zakresie: w grudniu od 0,5 mm do 2,9 mm, w styczniu od 0,3 mm do 3,6 mm, w lutym od 0,5 mm do 3,7 mm;



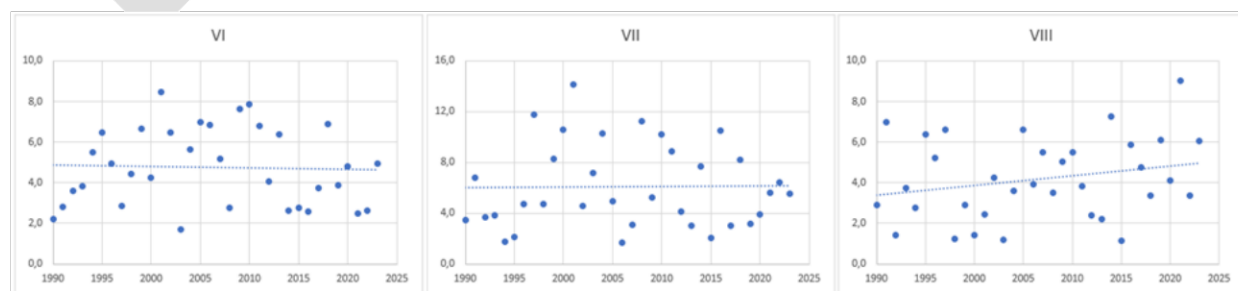
Rysunek 35 Suma opadów średniomiesięczna [mm] w okresie zimowym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres wiosenny (marzec-maj) – średniomiesięczna suma opadów w analizowanym wieloleciu, wykazywała tendencję malejącą w marcu oraz w kwietniu, natomiast w maju tendencję rosnącą (Rysunek 36), wahając się w zakresie: w marcu od 0,4 mm do 4,5 mm, w kwietniu od 0,4 mm do 7,1 mm, natomiast w maju od 1,5 mm do 12,1 mm;



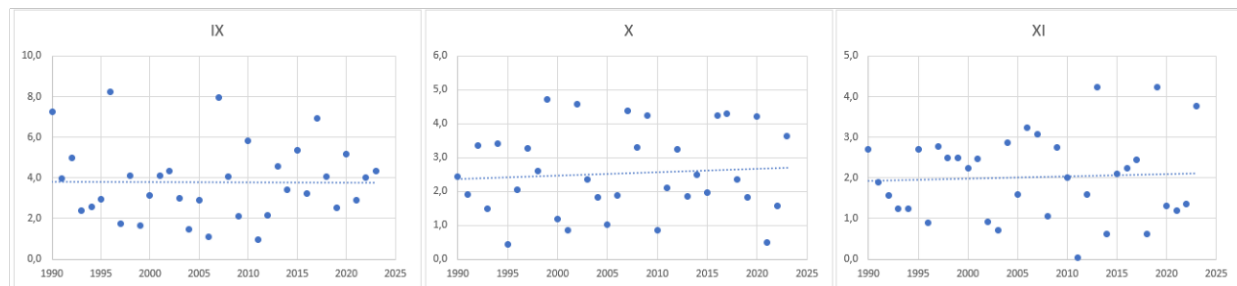
Rysunek 36 Suma opadów średniomiesięczna [mm] w okresie wiosennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres letni (czerwiec-sierpień) – w analizowanym wieloleciu nie zaobserwowano tendencji zmian w okresie czerwiec-lipiec, natomiast w sierpniu nastąpiła tendencja rosnąca (Rysunek 37). Średnia miesięczna suma opadów w czerwcu wahała się w zakresie od 1,7 mm do 8,5 mm, w lipcu od 1,7 mm do 14,2 mm, sierpniu od 1,1 mm do 9,0 mm;

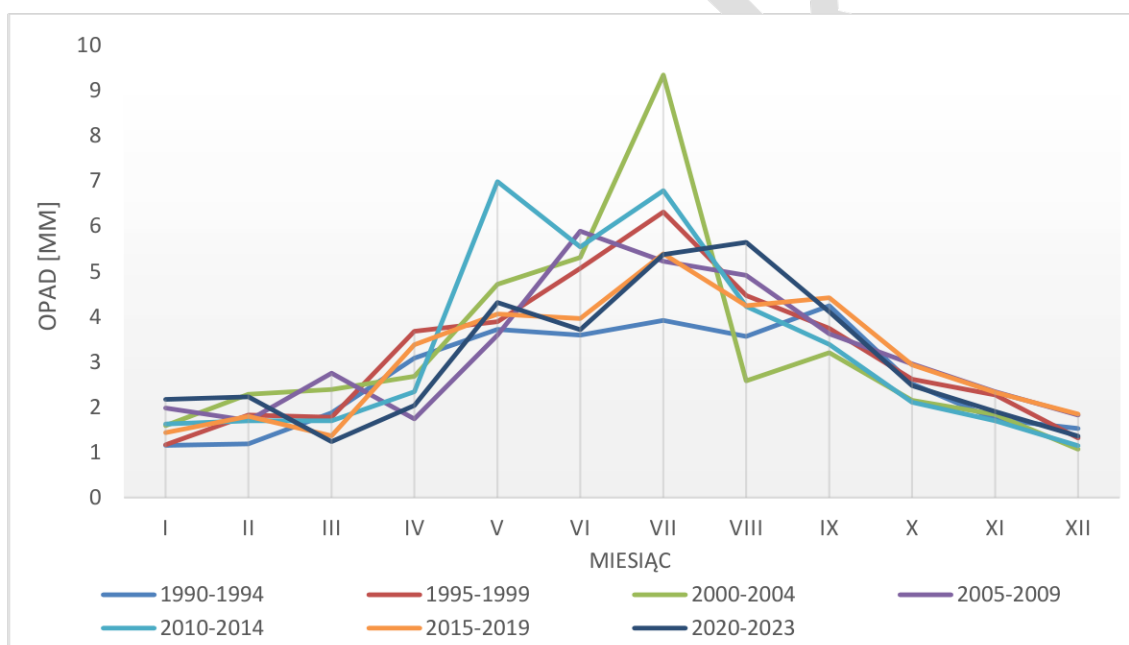


Rysunek 37 Suma opadów średniomiesięczna [mm] w okresie letnim w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres jesienny (wrzesień-listopad) – nie zaobserwowano wspólnej tendencji zmian w okresie jesiennym w analizowanym wieloleciu (Rysunek 38). We wrześniu średniomiesięczne sumy opadów wahały się od 1,0 mm do 8,2 mm i wykazały tendencję stałą. W październiku nastąpił nieznaczny trend wzrostowy, gdzie wartości te wahały się od 0,4 mm do 4,7 mm, natomiast w listopadzie od 0,0 mm do 4,2 mm wykazując ponownie brak wyraźnego trendu zmian.



Rysunek 38 Suma opadów średniomiesięczna [mm] w okresie jesiennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

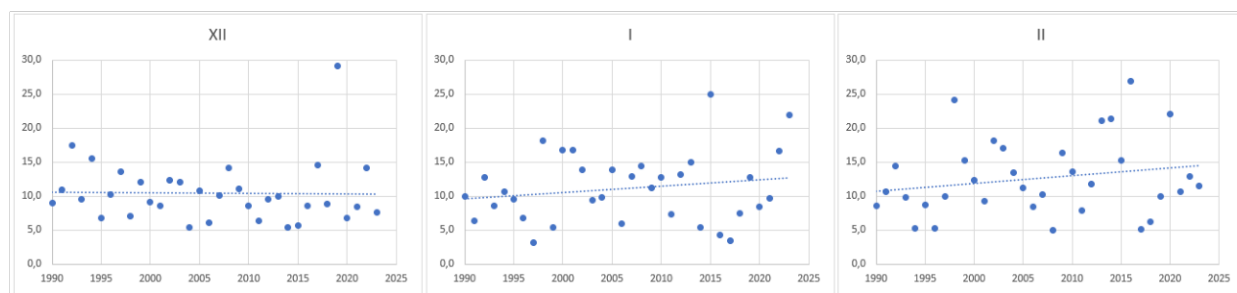


Rysunek 39 Suma opadów średniomiesięczna [mm] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.6. Maksymalny opad dobowy w miesiącu

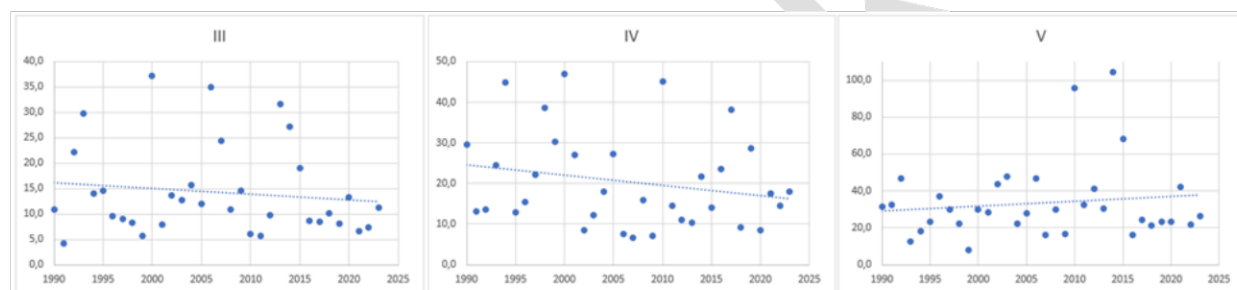
W poszczególnych porach roku maksymalny opad dobowy w miesiącu nie wykazał wspólnego trendu zmian i kształtował się następująco (Rysunek 44):

- Okres zimowy (grudzień-luty) – w analizowanym wieloleciu maksymalny opad dobowy w miesiącu w grudniu nie wykazywał tendencji zmian wahając się w zakresie od 5,3 mm do 29,2 mm. W styczniu i lutym zaobserwowano tendencję wzrostową. Maksymalny opad dobowy w miesiącu w styczniu wahał się w zakresie od 3,2 mm do 25,0 mm i w lutym od 4,9 mm do 27,0 mm (Rysunek 40);



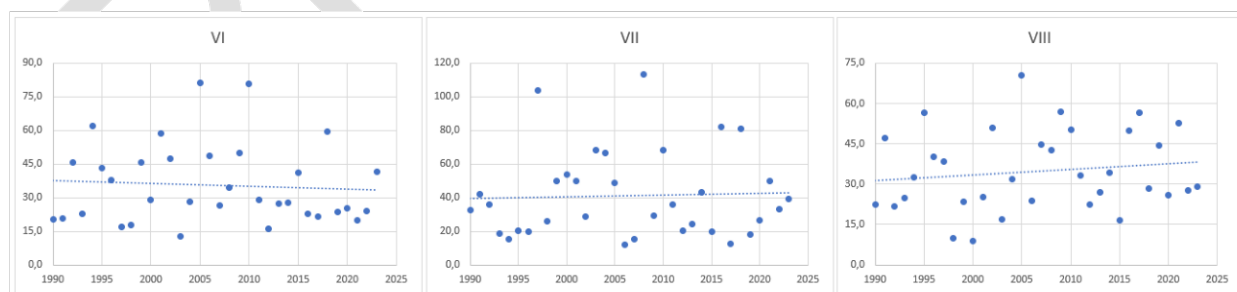
Rysunek 40 Maksymalny opad dobowy w miesiącu [mm] w okresie zimowym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres wiosenny (marzec-maj) – w analizowanym wieloleciu maksymalny opad dobowy w miesiącu w marcu oraz kwietniu wykazywał tendencję spadkową wahając się w zakresie: w marcu od 4,1 mm do 37,3 mm i w kwietniu od 6,7 mm do 46,9 mm. Natomiast w maju odnotowano tendencję wzrostową, gdzie wartości wahały się od 7,7 mm do 104,2 mm (Rysunek 41);



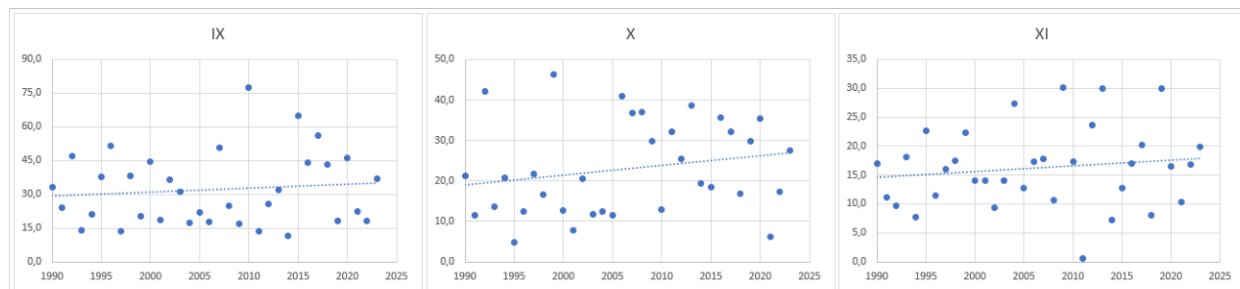
Rysunek 41 Maksymalny opad dobowy w miesiącu [mm] w okresie wiosennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres letni (czerwiec-sierpień) – w analizowanym wieloleciu maksymalny opad dobowy nie wykazał wspólnej tendencji zmian dla okresu letniego (Rysunek 42). Średni maksymalny opad dobowy w czerwcu wykazywał nieznaczną tendencję spadkową wahając się w zakresie się od 12,8 mm do 81,3 mm. W lipcu wystąpiła tendencja stała, gdzie temperatury wahały się w zakresie od 12,0 mm do 113,5 mm. Natomiast w sierpniu zaobserwowano tendencję rosnącą od 8,9 mm do 70,4 mm.

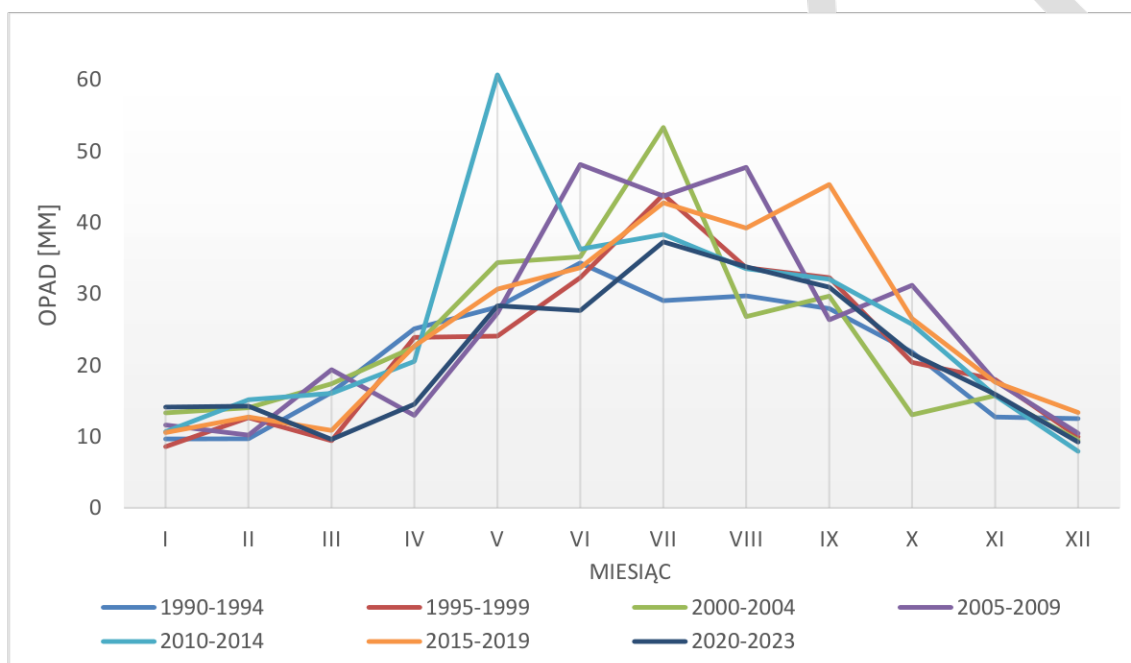


Rysunek 42 Maksymalny opad dobowy w miesiącu [mm] w okresie letnim w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

- Okres jesienny (wrzesień-listopad) – maksymalny opad dobowy w miesiącu w okresie jesiennym wykazał tendencję wzrostową w analizowanym wieloleciu (Rysunek 43) wahając się w zakresie: we wrześniu od 11,5 mm do 77,6 mm; w październiku od 4,8 mm do 46,2 mm; w listopadzie od 0,6 mm do 30,2 mm.



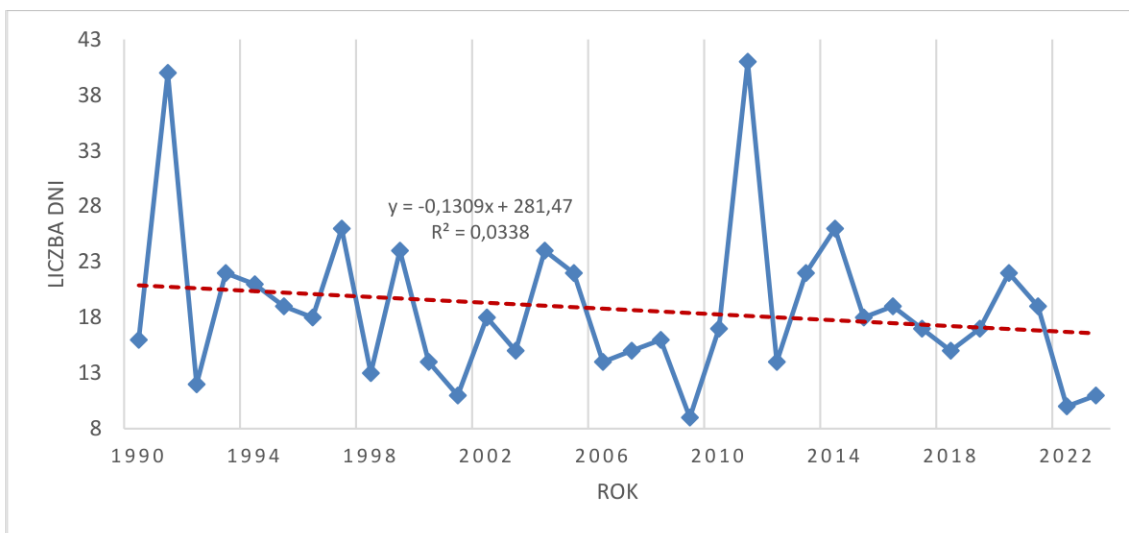
Rysunek 43 Maksymalny opad dobowy w miesiącu [mm] w okresie jesiennym w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)



Rysunek 44 Maksymalny opad dobowy w miesiącu [mm] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane) (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.7. Najdłuższe okresy bezopadowe (opad ≤ 1 mm/d)

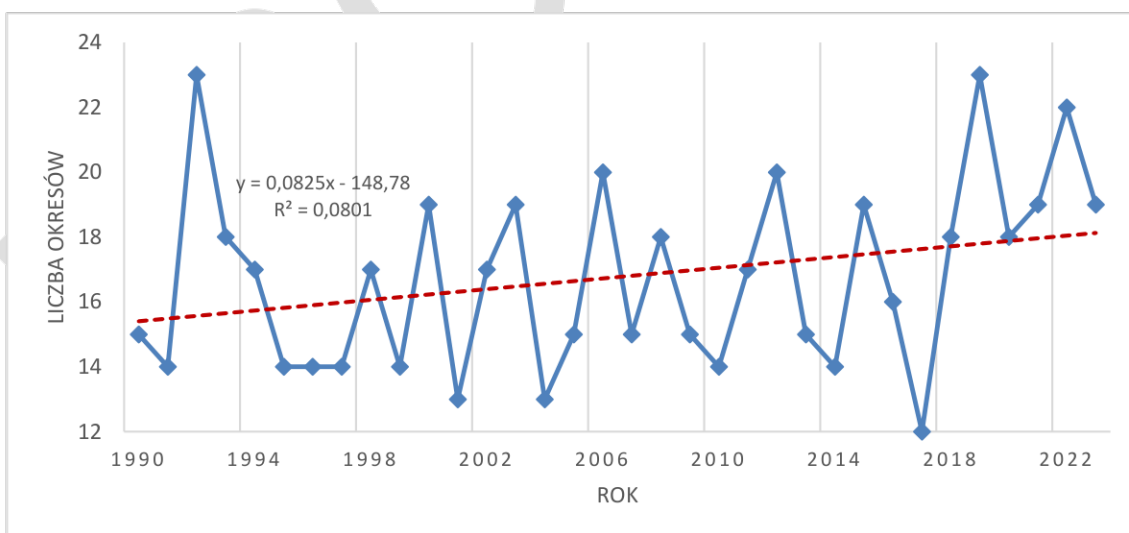
W analizowanym przedziale czasowym (1990-2023) najdłuższy okres bezopadowy odnotowany przez stację Zakopane wystąpił w 2011 roku i trwał 41 dni, natomiast najkrótszy taki okres miał miejsce w 2009 roku i trwał 9 dni (Rysunek 45). Ze zgromadzonych danych pomiarowo-obszaryjnych wynika, że liczba dni z opadem < 1 mm/d na obszarze Zakopanego wykazała trend malejący.



Rysunek 45 Najdłuższe okresy bezopadowe (opad ≤ 1 mm/d) w latach 1990-2023 (Stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.2.8. Liczba okresów w roku bez opadu o czasie trwania ponad 5 dni

W latach 1990-2023 najwięcej okresów bezopadowych o czasie trwania ponad 5 dni odnotowanych przez stację Zakopane miało miejsce w latach 1992 i 2019 (23 okresy), natomiast najmniej takich okresów w 2017 roku (12 okresów) (Rysunek 46). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest tendencja rosnąca liczby okresów bezopadowych dłuższych niż 5 dni w roku na obszarze Zakopanego.

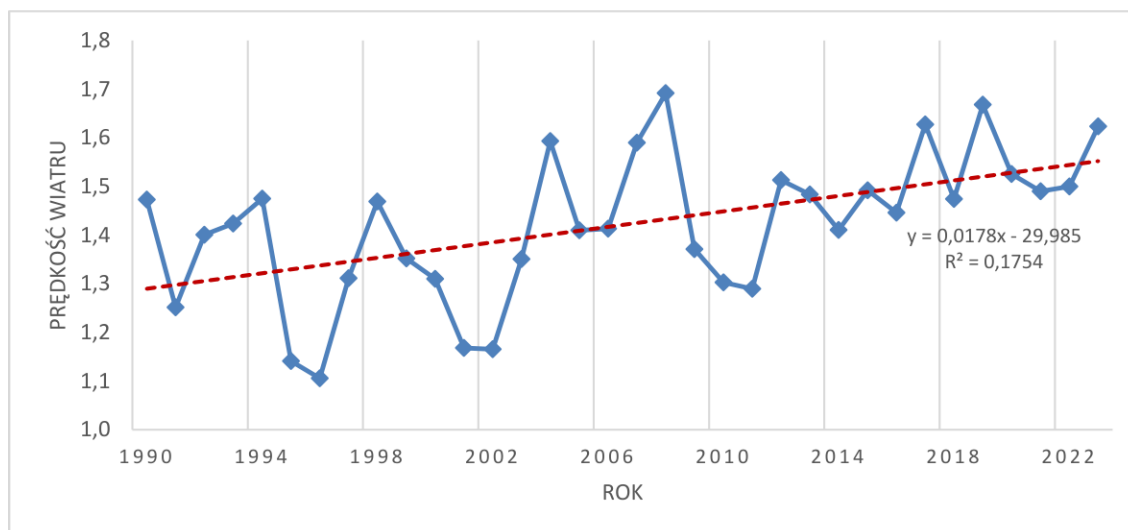


Rysunek 46 Liczba okresów w roku bez opadu o czasie trwania ponad 5 dni w latach 1990-2023 (stacja Zakopane)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.3. Inne

1.3.1. Średnia prędkość wiatru

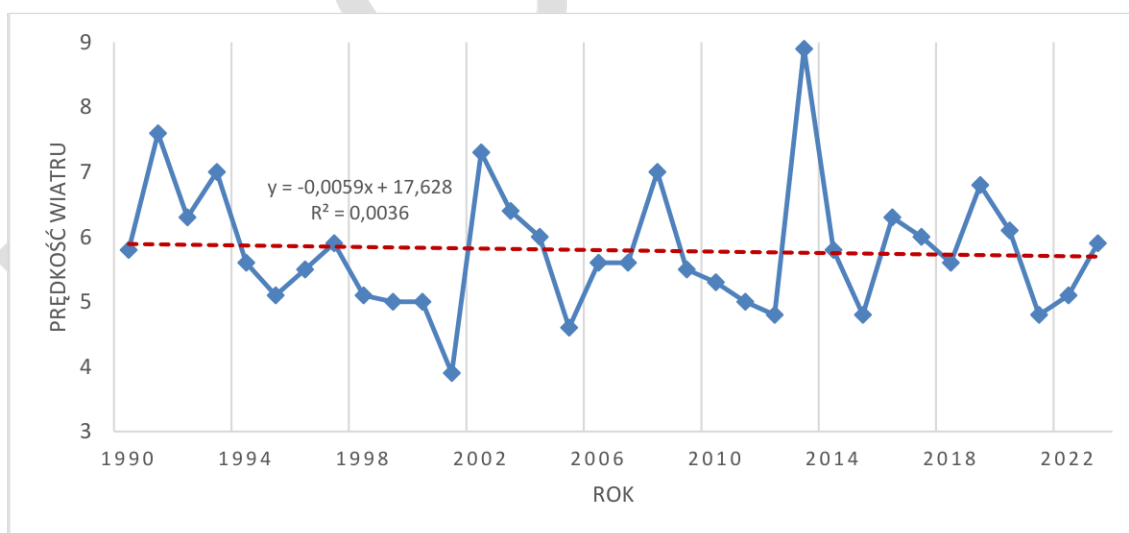
W latach 1990-2023 średnia prędkość wiatru odnotowana przez stację Zakopane wynosiła od 1,1 m/s w 1996 roku do 1,7 w 2008 roku (Rysunek 47). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest tendencja rosnąca średniej prędkości wiatru na obszarze Zakopanego.



Rysunek 47 Średnioroczna prędkość wiatru [m/s] w latach 1990-2023 (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.3.2. Maksymalna prędkość wiatru

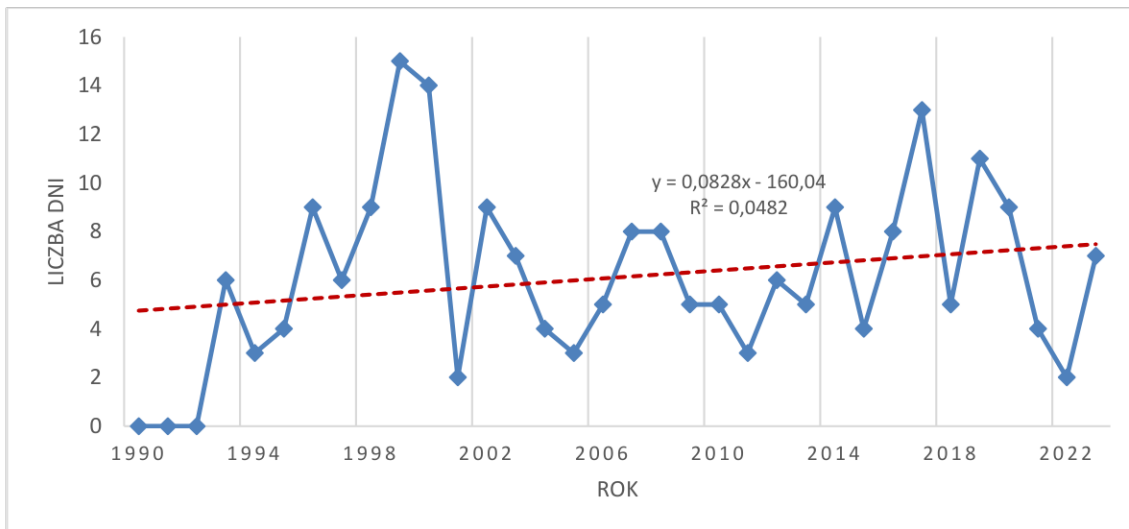
W latach 1990-2023 maksymalna prędkość wiatru odnotowana przez stację Zakopane wynosiła od 3,9 m/s w 2001 roku do 8,9 m/s w 2013 roku (Rysunek 48). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest niewielka tendencja malejąca maksymalnej prędkości wiatru na obszarze miasta.



Rysunek 48 Średnioroczna maksymalna prędkość wiatru [m/s] w latach 1990-2023 (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.3.3. Liczba dni z porywami wiatru ≥ 17 m/s

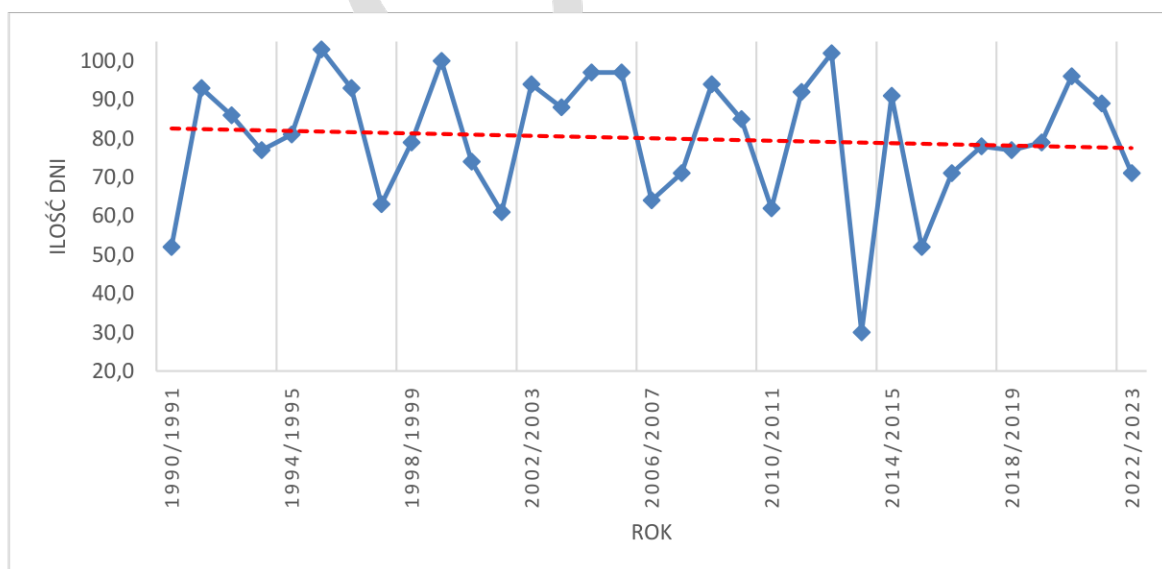
W latach 1990-2023 liczba dni z porywami wiatru ≥ 17 m/s w odnotowana przez stację Zakopane wynosiła od 0 dni w latach 1990-1992 do 15 dni w 1999 roku (Rysunek 49). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest tendencja rosnąca liczb dni z porywami wiatru ≥ 17 m/s na obszarze miasta.



Rysunek 49 Liczba dni z porywami wiatru ≥ 17 m/s w latach 1990-2023 (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.3.4. Liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie październik - maj

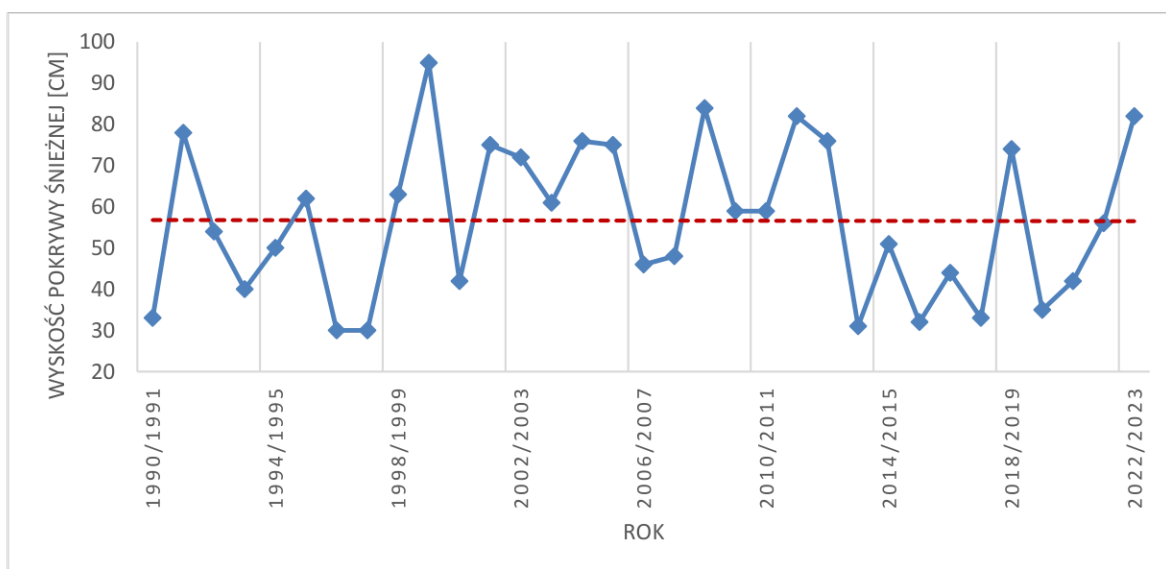
W latach 1990-2023 liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie październik – maj (sezon zimowy) odnotowana przez stację Zakopane wynosiła od 30 dni w sezonie 2013/2014 do 103 dni w sezonie 1995/1996 (Rysunek 50). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest niewielka tendencja malejąca liczby dni z pokrywą śnieżną w okresie październik – maj.



Rysunek 50 Liczba dni z pokrywą śnieżną w latach 1990-2023 w okresie październik maj (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.3.5. Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie październik - maj

W latach 1990-2023 maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie październik – maj (sezon zimowy) odnotowana przez stację Zakopane wynosiła od 30 cm w sezonie 1996/1997 i 1997/1998 do 95 cm w sezonie 1999/2000 (Rysunek 51). Na przestrzeni analizowanych lat zauważalna jest stała tendencja maksymalnej grubości pokrywy śnieżnej w okresie październik – maj.

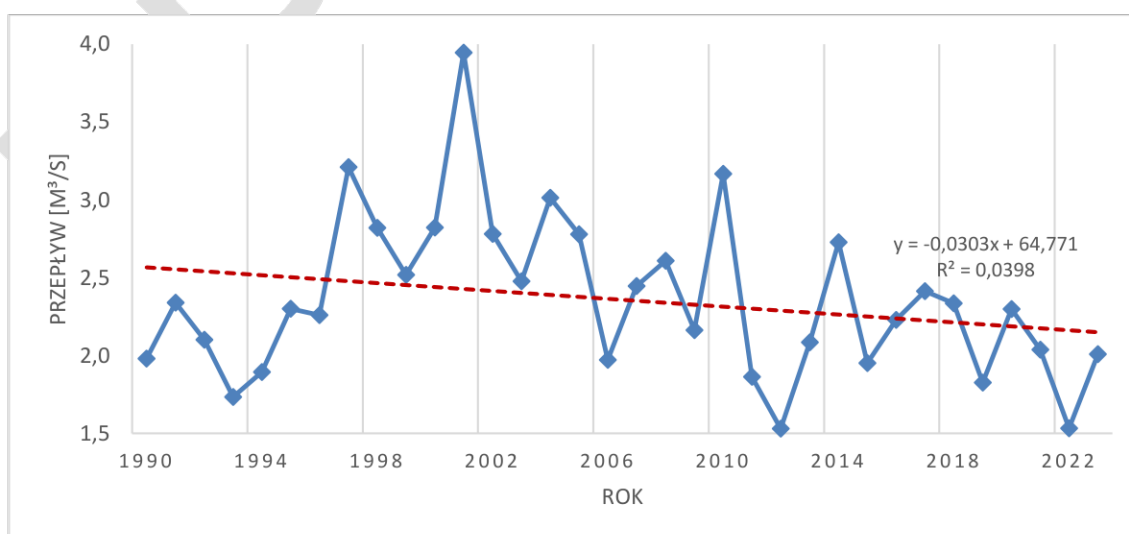


Rysunek 51 Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w latach 1990-2023 w okresie październik maj (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.4. Wskaźniki hydrologiczne

1.4.1. Średni przepływ roczny

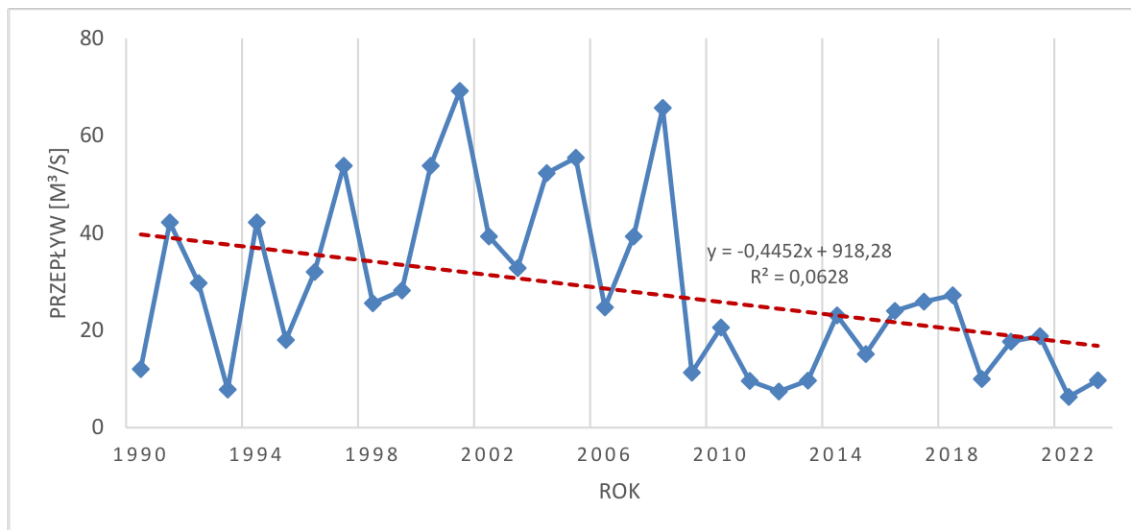
Średni przepływ roczny odnotowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane-Harenda (rzeka Biały Dunajec) ukształtował się na poziomie 2,36 m³/s. Notowane wartości wynosiły od 1,53 m³/s w 2012 i 2022 roku do 3,95 m³/s w 2001 roku (Rysunek 52). Z przeprowadzonej analizy wynika, że średni przepływ roczny na obszarze miasta wskazuje na trend malejący.



Rysunek 52 Średni przepływ roczny [m³/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.4.2. Średnioroczny przepływ maksymalny

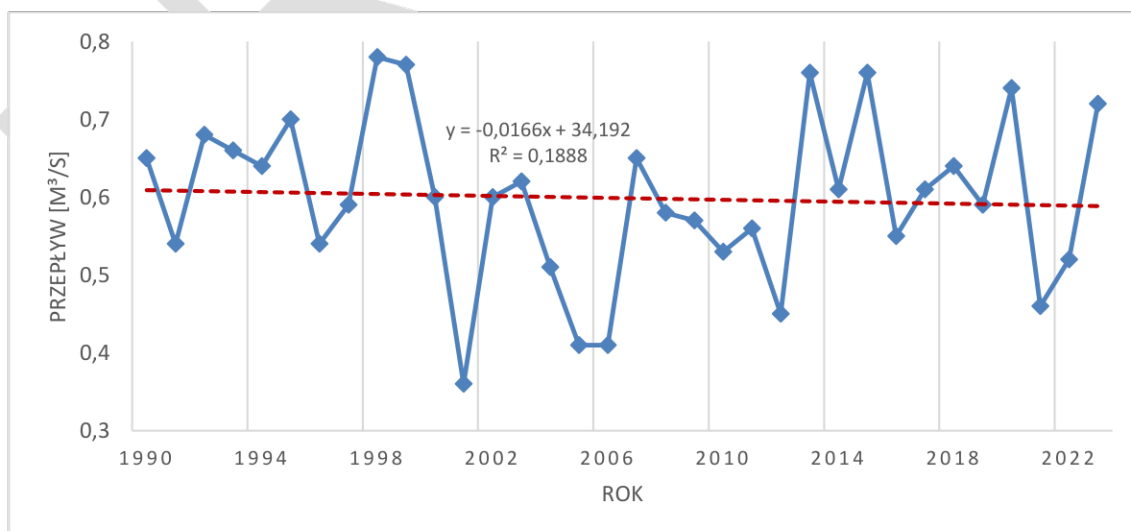
Średnioroczny przepływ maksymalny odnotowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane-Harenda wyniósł 28,25 m³/s. Największym średnim przepływem maksymalnym odznaczał się rok 2001. Wówczas wartość tego wskaźnika ukształtowała się na poziomie 69,2 m³/s. Z kolei najmniejszym średnim przepływem maksymalnym równym 6,34 m³/s charakteryzował się rok 2022 (Rysunek 53). Z przeprowadzonych analiz wynika, że zgromadzone dane jednoznacznie wskazują na trend malejący średniorocznego przepływu maksymalnego na obszarze Zakopanego.



Rysunek 53 Średnioroczny przepływ maksymalny [m³/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.4.3. Średnioroczny przepływ minimalny

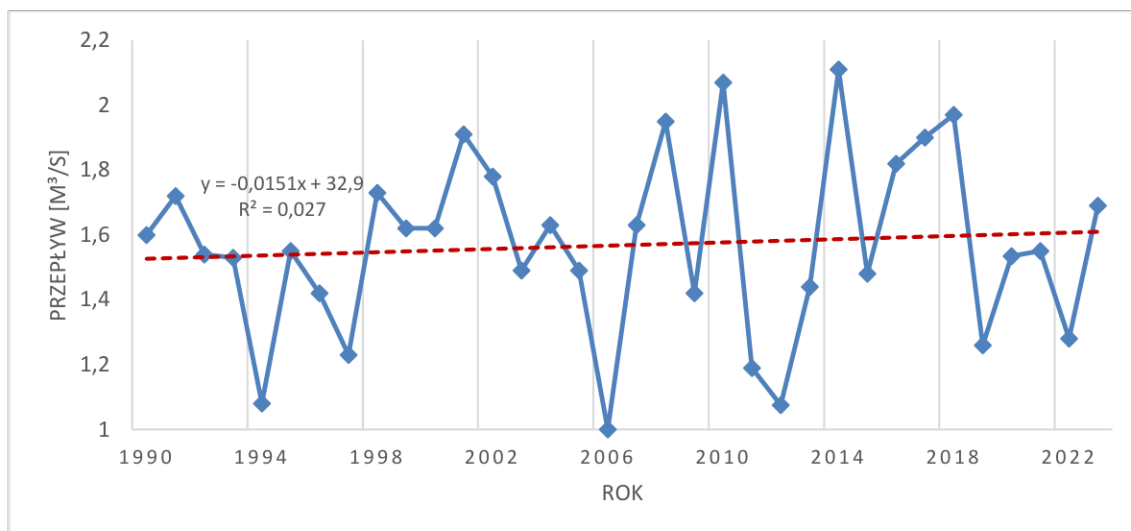
Średnioroczny przepływ minimalny zarejestrowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane-Harenda wyniósł 0,60 m³/s. Największy średni przepływ maksymalny równy 0,78 m³/s wystąpił w 1998 roku, natomiast najmniejszy średni przepływ minimalny na poziomie 0,36 m³/s miał miejsce w 2001 roku (Rysunek 54). Z przeprowadzonych analiz wynika, że zgromadzone dane wskazują na nieznaczny trend malejący średniorocznego przepływu maksymalnego na obszarze miasta.



Rysunek 54 Średnioroczny przepływ minimalny [m³/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

1.4.4. Przepływ zwyczajny roczny

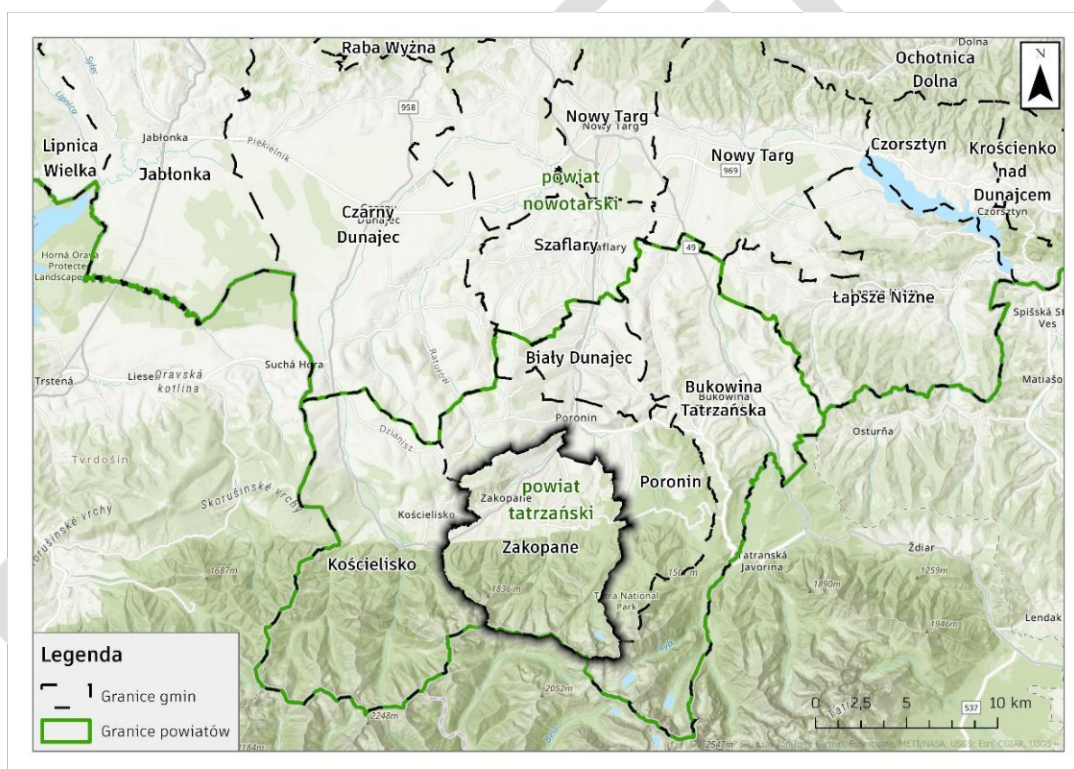
Przepływ zwyczajny roczny zarejestrowany w latach 1990-2023 na stacji Zakopane-Harenda wyniósł 1,57 m³/s. Największy zwyczajny przepływ maksymalny równy 2,11 m³/s wystąpił w 2014 roku, natomiast najmniejszy zwyczajny przepływ minimalny na poziomie 1,0 m³/s miał miejsce w 2006 roku (Rysunek 55). Z przeprowadzonych analiz wynika, że zgromadzone dane wskazują na nieznaczny trend rosnący rocznego przepływu zwyczajnego na obszarze miasta.



Rysunek 55 Przepływ zwyczajny roczny [m³/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda)
(źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)

2. Scenariusze zmian klimatu do roku 2060

Scenariusze zmian klimatu w Polsce, w podziale na poszczególne powiaty, zostały opracowane przez IOŚ-PIB (Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy) na podstawie danych EURO- CORDEX (ang. Coordinated Downscaling Experiment) będącym europejską gałęzią światowego Programu Badań nad Klimatem (ang. World Climate Research Programme - WCR), który opracowuje symulacje klimatyczne przy zastosowaniu najnowszych modeli klimatycznych według 5-go Raportu Oceny Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (AR5 IPCC) z roku 2013 [1]. Scenariusze klimatyczne dla Polski (w podziale na powiaty) zostały opublikowane na stronie internetowej: <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>. Dla niniejszych scenariuszy przyjęto akronimy: **RCP 4.5 i RCP 8.5**. Ich nazwy pochodzą od prognozowanej wartości globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, która uzależniona jest od zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze. W konsekwencji dla scenariusza **RCP 4.5** do 2060 roku prognozuje się wzrost wymuszenia radiacyjnego do 4.5 W/m², stężenia CO₂ do 540 p.p.m. i średniej temperatury Ziemi o 2.5°C. Scenariusz **RCP 8.5** zakłada, że pod koniec XXI wieku stężenie CO₂ wyniesie ok. 940 p.p.m., wymuszenie radiacyjne 8.5 W/m² a średnia temperatura globalna wzrośnie wówczas o 4.5°C względem epoki przedindustrialnej[2]. Do analizy prognozy zmian klimatu na terenie miasta Zakopane wykorzystano scenariusze zmian klimatu do 2060 roku opracowane przez IOŚ-PIB dla powiatu tatrzańskiego.



Rysunek 56 Lokalizacja zakresu przyjętego do analizy scenariuszy klimatycznych – powiat tatrzański (źródło: opracowanie własne).

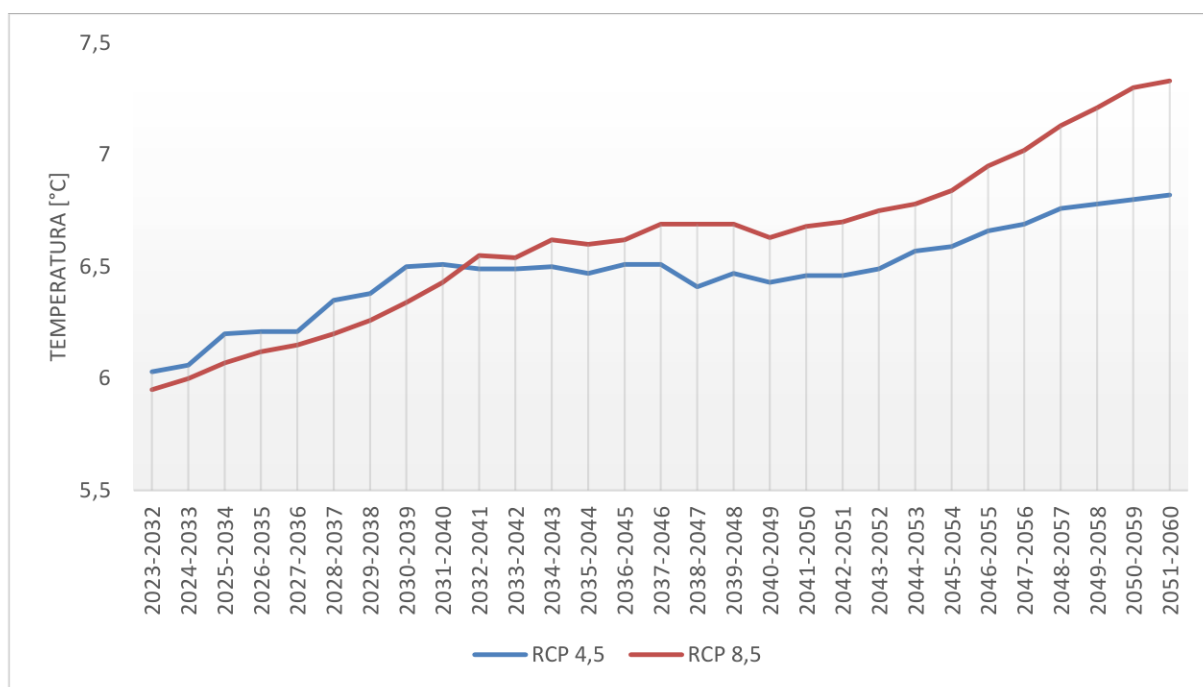
[1] Euro_Cordex, <https://www.euro-cordex.net/>, dostęp: 17.01.2025 r.

[2] Klimada 2.0, O scenariuszach RCP, <https://klimada2.ios.gov.pl/o-rcp/>, dostęp: 17.01.2025 r.

1.5. Wskaźniki temperaturowe

1.5.1. Średnia temperatura powietrza

Zgodnie z wynikami scenariuszy RCP 4.5 i RCP 8.5 prognozowany jest sukcesywny wzrost średniej rocznej temperatury powietrza [°C] na obszarze miasta (Rysunek 57). W odniesieniu do scenariusza RCP 4.5 średnia roczna temperatura powietrza w dekadzie 2051-2060 będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 0,79°C. Z kolei według symulacji scenariusza RCP 8.5 średnia roczna temperatura powietrza w dekadzie 2051-2060 będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 1,38°C.



Rysunek 57 Średnia krocząca rocznej temperatury [°C] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

W odniesieniu do zmian średniej temperatury miesięcznej [°C] w latach 2011-2060 na obszarze miasta, oba scenariusze zakładają stopniowy wzrost średniej temperatury powietrza w każdym miesiącu.

Według scenariusza RCP 4.5 największy wzrost średniej temperatury prognozuje w grudniu (o 1,7°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020), natomiast najmniejszy we wrześniu (o 0,48°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). W każdej dekadzie najwyższą średnią temperaturą będzie charakteryzował się lipiec, natomiast najniższą styczeń. W ostatniej z analizowanych dekad (2051-2060) średnie temperatury w tych miesiącach ukształtują się na poziomie 16,52°C i -2,42°C (Tabela 1).

Tabela 1 Średnia temperatura miesięczna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 4.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-3,36	-2,97	-0,31	4,37	9,42	13,15	15,73	15,27	11,92	7,23	1,82	-2
2021-2030	-3,73	-3,06	-0,02	4,09	9,44	13,46	15,8	15,48	11,67	7,24	2,21	-1,25
2031-2040	-2,22	-2,31	0,2	5,06	9,93	13,91	16,44	15,83	12,22	7,46	2,34	-0,8
2041-2050	-2,48	-2,43	-0,2	4,78	10,08	14,18	16,51	16,27	12,17	7,54	2,37	-1,3
2051-2060	-2,42	-2,02	0,74	5,49	10,17	14,01	16,52	16,48	12,4	7,82	2,99	-0,3

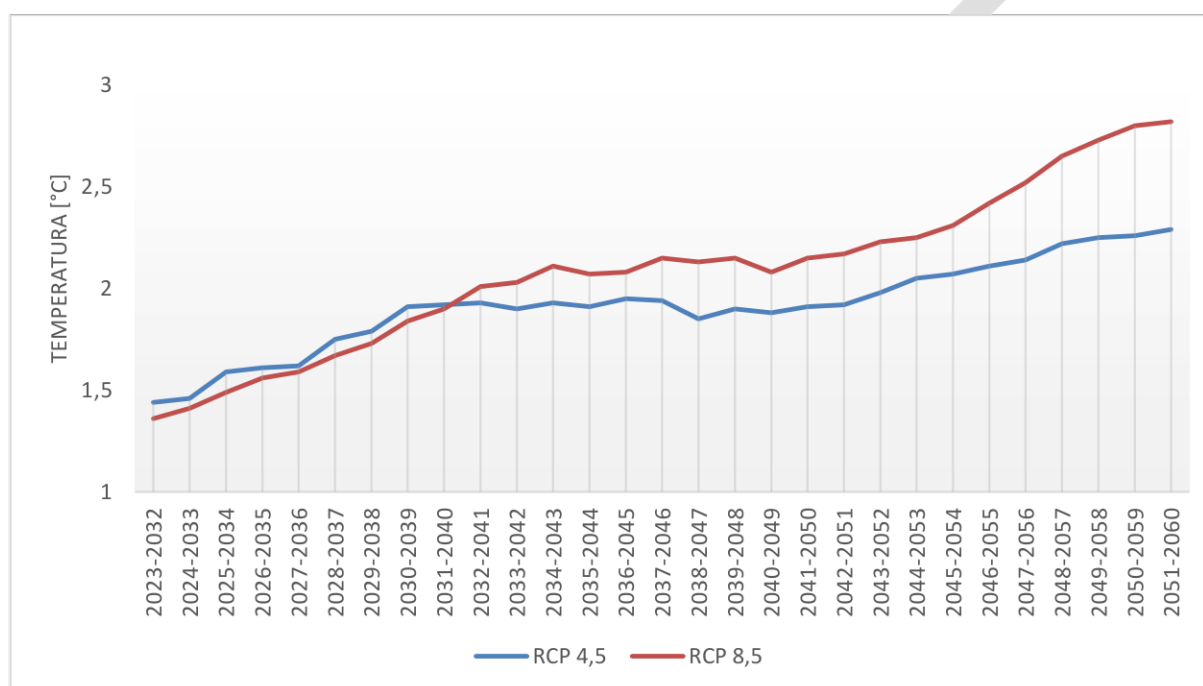
Nieco inny trendy wskazuje scenariusz RCP 8.5. Zakłada on, że największy wzrost średniej temperatury nastąpi w marcu (o 2,20°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020), natomiast najmniejszy w maju (o 0,85°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). We wszystkich dekadach, tak samo jak w scenariuszu RCP 4.5, najwyższą średnią temperaturą będzie charakteryzował się lipiec a najniższą styczeń. W dekadzie 2051-2060 średnie temperatury w tych miesiącach wyniosą 16,75°C i -2,01°C (Tabela 2).

Tabela 2 Średnia temperatura miesięczna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 8.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-3,18	-2,69	-0,37	4,64	9,57	13,52	15,79	15,39	11,74	7,51	2,08	-1,73
2021-2030	-3,57	-3,26	-0,34	4,41	9,7	13,39	15,77	15,44	11,66	7,08	2,46	-1,97
2031-2040	-3,29	-2,7	0,21	5,34	9,96	13,75	16,31	15,99	12,33	7,9	2,56	-1,23
2041-2050	-3,02	-2,13	0,58	5,33	10,19	14,09	16,44	16,25	12,41	8,42	3,0	-1,41
2051-2060	-2,01	-1,11	1,83	6,07	10,42	14,51	16,75	16,6	12,8	8,48	3,87	-0,27

1.5.2. Średnia minimalna temperatura powietrza

W odniesieniu do średniej minimalnej temperatury powietrza, oba scenariusze RCP (4.5 i 8.5) obrazują trend wzrostowy na terenie miasta (Rysunek 58). Zgodnie ze scenariuszem RCP 4.5 średnia minimalna temperatura powietrza w dekadzie 2051-2060 będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 0,85°C. Symulacja scenariusza RCP 8.5 wykazała z kolei, iż średnia minimalna temperatura powietrza w dekadzie 2051-2060 będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 1,46°C. Z powyższego wynika, że różnica między prognozowaną średnią minimalną temperaturą powietrza na podstawie powyższych scenariuszy wynosi ok. 0,61°C, z założeniem, że scenariusz RCP 8.5 jest bardziej niebezpieczny w zakresie wzrostu średniej minimalnej temperatury powietrza niż scenariusz RCP 4.5).



Rysunek 58 Średnia krocząca temperatury minimalnej [°C] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i CRP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

W odniesieniu do zmian średniej miesięcznej temperatury minimalnej [°C] w latach 2011-2060 na obszarze miasta, scenariusz RCP 4.5 prognozuje łagodniejszy wzrost temperatury niż scenariusz RCP 8.5.

Zgodnie z trendem RCP 4.5 największy wzrost średniej miesięcznej temperatury minimalnej [°C] wystąpi w grudniu (o 1,67°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020), natomiast najmniejszy we wrześniu (o 0,62°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). W dekadzie 2051-2060 najwyższą średnią minimalną temperaturą będzie charakteryzował się lipiec, natomiast najniższą styczeń. W ostatniej z analizowanych dekad (2051-2060) średnie temperatury w tych miesiącach ukształtują się na poziomie 11,17°C i -5,96°C (Tabela 3).

Tabela 3 Średnia miesięczna temperatura minimalna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 4.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-6,9	-7,07	-4,58	-0,26	4,39	8,02	10,32	9,84	6,89	2,69	-2,16	-5,67
2021-2030	-7,39	-7,19	-4,4	-0,52	4,26	8,41	10,53	10,04	6,63	2,66	-1,78	-4,96
2031-2040	-5,89	-6,27	-4,08	0,3	4,83	8,78	11,07	10,29	7,16	2,97	-1,64	-4,43
2041-2050	-6,19	-6,22	-4,32	0,08	5,11	8,95	11,09	10,62	7,16	3,02	-1,59	-4,8
2051-2060	-5,96	-5,87	-3,47	0,7	5,2	9,0	11,17	10,84	7,51	3,37	-1,01	-4,0

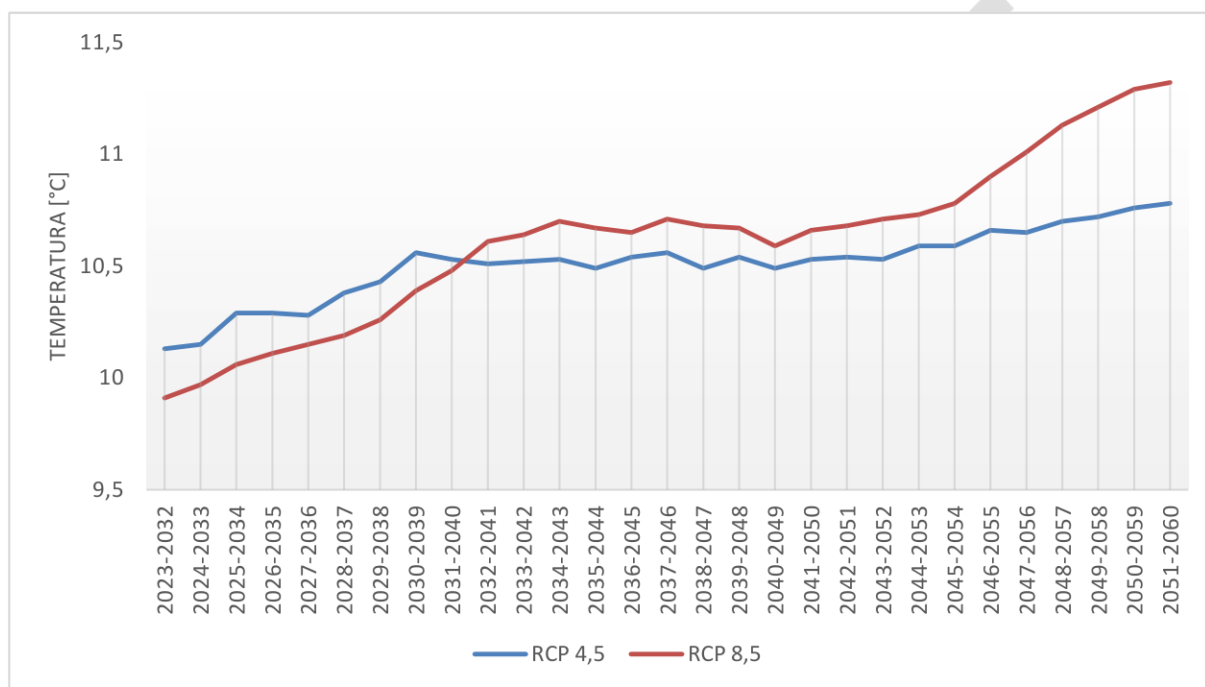
Zupełnie inny scenariusz przedstawia RCP 8.5. Zakłada on, że największy wzrost średniej miesięcznej temperatury minimalnej nastąpi w marcu (o 2,35°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020) a najmniejszy w lipcu (o 0,74°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). Niemniej jednak, w dekadzie 2051-2060, podobnie jak w scenariuszu RCP 4.5, najwyższą średnią miesięczną temperaturą minimalną będzie charakteryzował się lipiec (11,32°C), natomiast najniższą styczeń (-5,8°C) (Tabela 4).

Tabela 4 Średnia miesięczna temperatura minimalna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 8.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-6,9	-6,64	-4,53	0,12	4,6	8,36	10,35	9,92	6,56	2,84	-1,97	-5,43
2021-2030	-7,39	-7,34	-4,48	-0,26	4,47	8,27	10,35	9,88	6,66	2,55	-1,62	-5,73
2031-2040	-6,92	-6,45	-4,07	0,62	4,92	8,78	10,85	10,49	7,28	3,38	-1,44	-4,68
2041-2050	-6,61	-6,05	-3,55	0,61	5,16	9,12	11,15	10,76	7,37	3,9	-0,95	-5,07
2051-2060	-5,8	-4,97	-2,18	1,34	5,47	9,64	11,32	11,0	7,88	4,09	-0,06	-3,95

1.5.3. Średnia maksymalna temperatura powietrza

Zgodnie ze scenariuszem RCP 4.5 średnia temperatura maksymalna powietrza na terenie miasta będzie wykazywać tendencję wzrostową (Rysunek 59). W dekadzie 2051-2060 średnia krocząca temperatury maksymalnej [°C] będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 0,65°C. Z kolei prognoza scenariusza RCP 8.5 wskazuje, iż średnia maksymalna temperatura powietrza w dekadzie 2051-2060 będzie wyższa w stosunku do dekady 2023-2032 o 1,41°C. W konsekwencji, symulacje scenariusza RCP 8.5 są bardziej niebezpieczne (w kontekście wzrostu średniej maksymalnej temperatury powietrza) dla miasta Zakopane niż spekulacje scenariusza RCP 4.5.



Rysunek 59 Średnia krocząca temperatura maksymalnej [°C] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

Analizując trendy zmian średniej miesięcznej temperatury maksymalnej [°C] w latach 2011-2060 na obszarze miasta, oba scenariusze RCP zakładają stopniowy wzrost średniej temperatury powietrza w każdym miesiącu.

Według RCP 4.5 największy wzrost średniej temperatury maksymalnej przypada na grudzień (o 1,59°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020) a najmniejszy we wrześniu (o 0,08°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). W ostatniej z analizowanych dekad (2051-2060) najwyższą średnią temperaturą maksymalną będzie charakteryzował się lipiec a najniższą styczeń. Średnie temperatury maksymalne w tych miesiącach wyniosą 21,28°C i 0,24°C (Tabela 5).

Tabela 5 Średnia miesięczna temperatura maksymalna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 4.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-0,38	0,5	3,55	8,93	14,52	18,05	20,55	19,79	16,7	11,22	4,88	0,62
2021-2030	-0,7	0,33	4,22	8,9	14,64	18,31	20,73	20,17	16,13	11,3	5,26	1,14
2031-2040	0,42	0,91	4,02	9,84	15,01	18,95	21,31	20,58	16,84	11,41	5,31	1,79
2041-2050	0,26	0,98	3,78	9,54	15,15	19,2	21,34	20,98	16,72	11,58	5,47	1,36
2051-2060	0,24	1,25	4,38	10,38	15,25	18,94	21,28	21,15	16,78	11,56	5,95	2,21

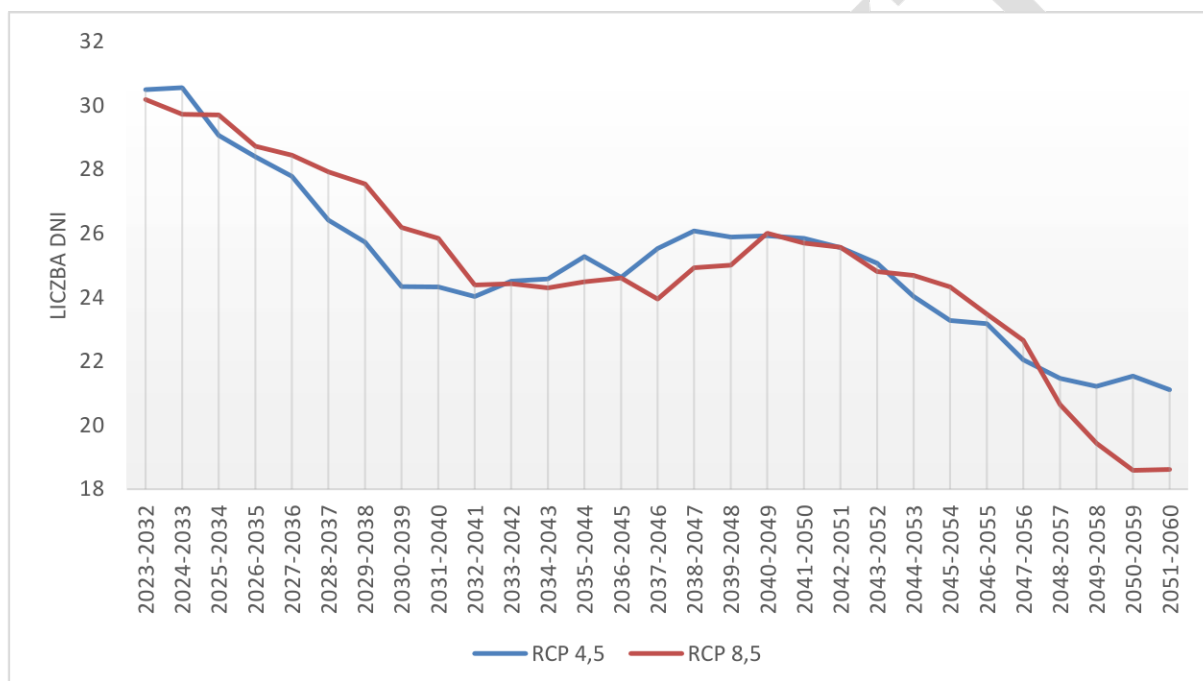
Odmienny scenariusz przedstawia RCP 8.5. Zakłada on, że największym wzrostem średniej miesięcznej temperatury maksymalnej będzie odznaczał się marzec (o 2,54°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020), natomiast najmniejszy wzrost średniej miesięcznej temperatury maksymalnej wystąpi w maju (o 0,65°C w dekadzie 2051-2060 w stosunku do dekady 2011-2020). W ostatniej analizowanej dekadzie, tj. 2051-2060, podobnie jak w scenariuszu RCP 4.5, najwyższą średnią miesięczną temperaturą maksymalną będzie charakteryzował się lipiec (21,48°C) a najniższą styczeń (0,72°C) (Tabela 6).

Tabela 6 Średnia miesięczna temperatura maksymalna [°C] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 8.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	-0,33	0,91	3,38	9,27	14,62	18,35	20,59	20,09	16,12	11,55	4,99	0,78
2021-2030	-0,71	0,22	3,59	8,92	14,74	18,26	20,58	19,95	16,07	10,89	5,31	0,63
2031-2040	-0,27	0,92	4,13	10,08	15,06	18,67	21,25	20,66	16,95	11,74	5,3	1,3
2041-2050	-0,17	1,24	4,4	10,05	15,18	19,1	21,11	20,78	16,74	12,41	5,82	1,24
2051-2060	0,72	2,05	5,92	10,85	15,27	19,47	21,48	21,29	17,31	12,55	6,99	2

1.5.4. Liczba dni bardzo mroźnych

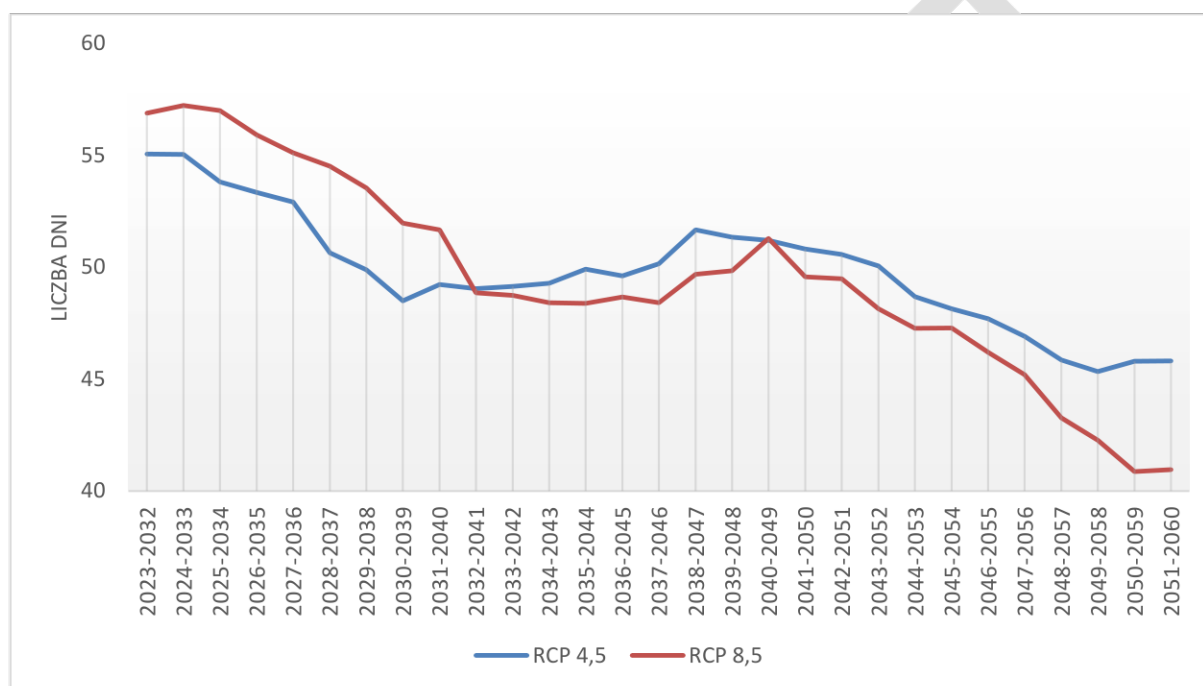
Dla liczby dni bardzo mroźnych, czyli z temperaturą minimalną poniżej -10°C , zauważalna jest tendencja malejąca w obu scenariuszach klimatycznych (Rysunek 60). Symulacje RCP 4.5 wskazują, że na obszarze miasta liczba dni bardzo mroźnych w dekadzie 2023-2032 stanowić będzie ok. 30,5 dni, natomiast w dekadzie 2051-2060 spadnie do ok. 21,1 dni. Natomiast symulacje RCP 8.5 wskazują, że liczba dni bardzo mroźnych w dekadzie 2023-2032 stanowić będzie ok. 30,2 dni, natomiast w dekadzie 2051-2060 spadnie do ok. 18,6 dni. W konsekwencji, różnica liczby dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C między powyższymi dekadami w scenariuszu RCP 4.5 wynosić będzie ok. 9,4 dni, a w scenariuszu RCP 8.5 ok. 11,6 dni. Co istotne, zgodnie z RCP 4.5 największą liczbą dni bardzo mroźnych charakteryzować się będzie dekada 2024-2033 a najmniejszą dekada 2051-2060. Z kolei RCP 8.5 wskazuje, że wskazuje, że maksymalna liczba dni wystąpi w dekadzie 2023-2032, natomiast minimalna w dekadzie 2050-2059.



Rysunek 60 Średnia krocząca liczby dni bardzo mroźnych ($T_{min} < -10^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.5.5. Liczba dni mroźnych

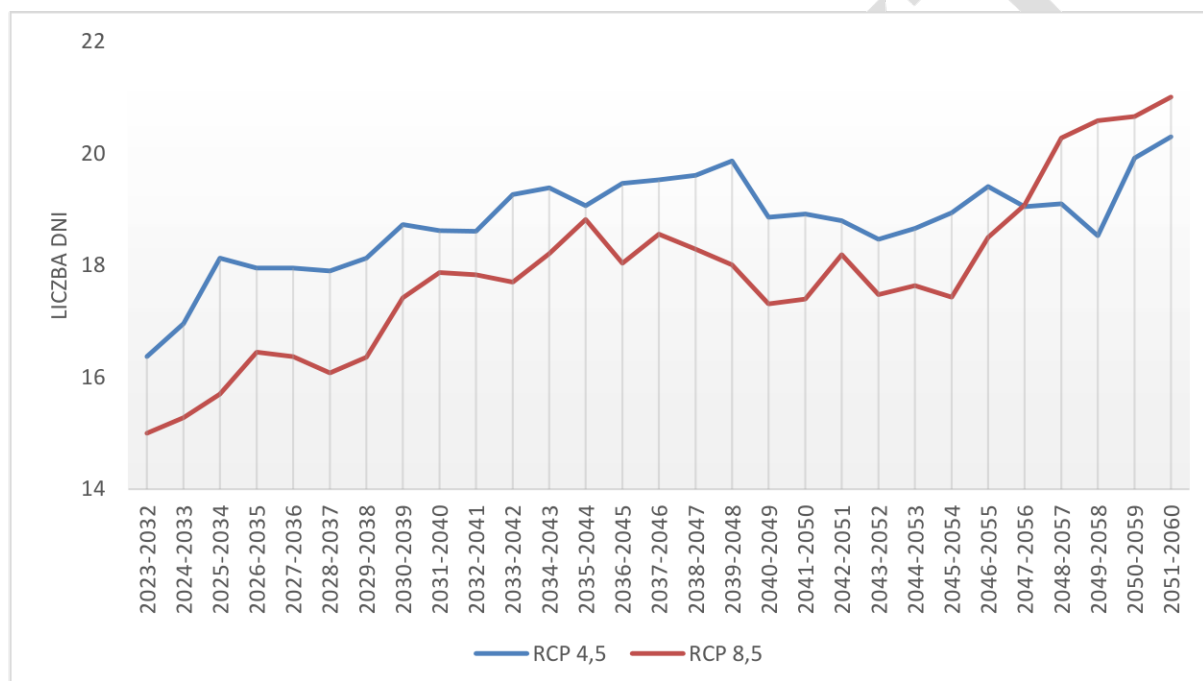
Dla liczby dni mroźnych, czyli z temperaturą maksymalną poniżej 0°C, prognozowana jest tendencja malejąca w obu scenariuszach klimatycznych (Rysunek 61). Na terenie miasta liczba dni mroźnych w dekadzie 2023-2032 wynosić będzie ok. 55,1 dni w scenariuszu RCP 4.5 i ok. 56,9 dni w scenariuszu RCP 8.5, natomiast w dekadzie 2051-2060 ok. 45,8 dni w scenariuszu RCP 4.5 i ok. 41,0 w scenariuszu RCP 8.5. W związku z powyższym, różnica między liczbą dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C w w/w dekadach kształtuje się na poziomie ok. 9,2 dni w scenariuszu RCP 4.5 i ok. 15,9 dni w scenariuszu RCP 8.5. Zgodnie z RCP 4.5 największą liczbą dni mroźnych charakteryzować się będzie dekada 2023-2032 a najmniejszą dekada 2049-2058. Z kolei RCP 8.5 wskazuje, że maksymalna liczba dni wystąpi w dekadzie 2024-2033, natomiast minimalna w dekadzie 2050-2059).



Rysunek 61 Średnia krocząca liczby dni mroźnych ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.5.6. Liczba dni gorących

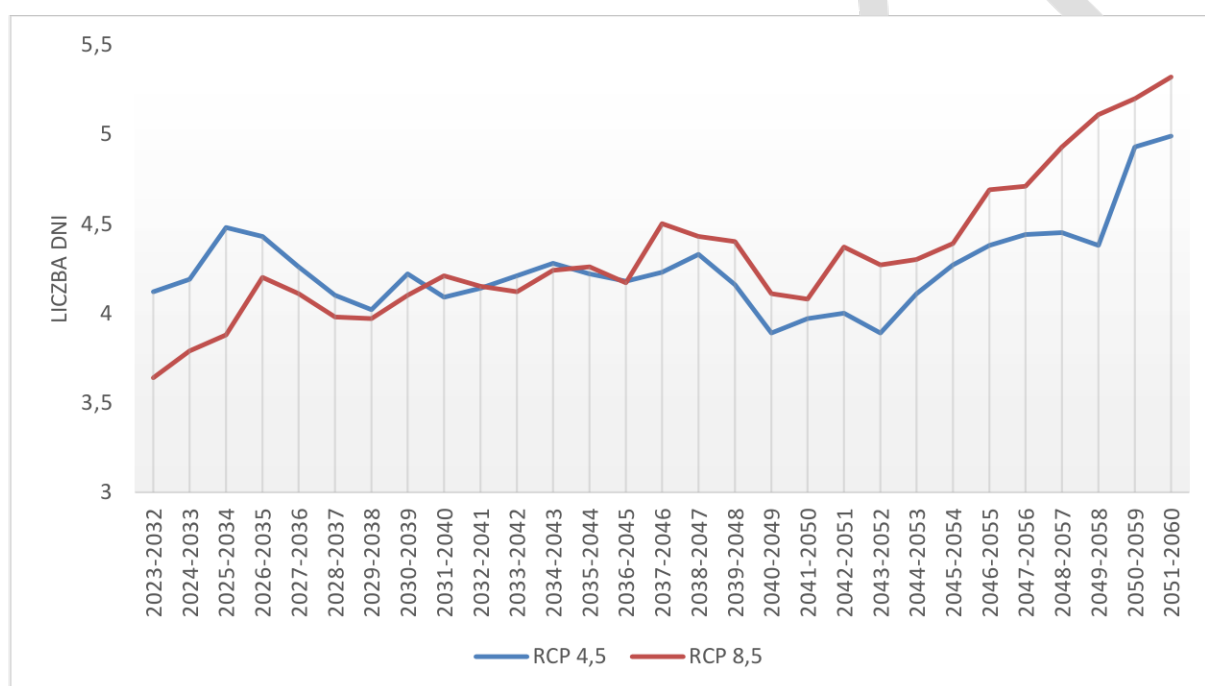
Dla liczby dni gorących, czyli z temperaturą maksymalną powyżej 25°C, symulacje scenariuszy klimatycznych RCP 4.5 i RCP 8.5 wykazują tendencję wzrostową (Rysunek 62). Scenariusz RCP 4.5 prognozuje, że w dekadzie 2023-2032 liczba dni gorących wynosić będzie ok. 16,4 dni, natomiast do dekady 2051-2060 liczba ta wzrośnie do ok. 20,3 dni. Z powyższego wynika, że w dekadzie 2051-2060 będzie o ok. 3,9 dni z temperaturą maksymalną powyżej 25°C więcej niż w dekadzie 2023-2032. RCP 4.5 wskazuje również, że najmniej dni gorących wystąpi w dekadzie 2023-2032, natomiast najwięcej (ok. 20,3 dni) w dekadzie 2051-2060. W porównaniu scenariusz RCP 8.5 zakłada, że w dekadzie 2023-2032 liczba dni gorących kształtować się będzie na poziomie ok. 15 dni, natomiast w dekadzie 2051-2060 wzrośnie ona do ok. 21 dni. W konsekwencji, w dekadzie 2051-2060 będzie o ok. 6 dni gorących więcej niż w dekadzie 2023-2032.



Rysunek 62 Średnia krocząca liczby dni gorących ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.5.7. Liczba dni upalnych

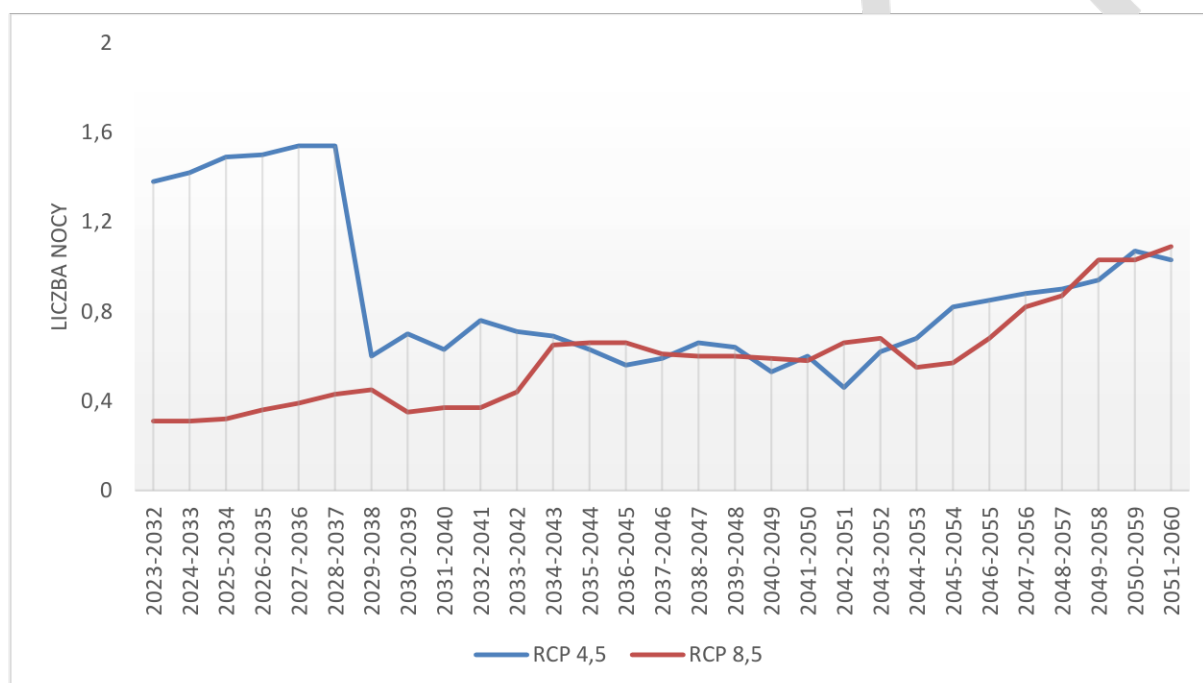
Dla liczby dni upalnych, czyli z temperaturą maksymalną powyżej 30°C, również zauważalna jest tendencja rosnąca w obu scenariuszach klimatycznych (Rysunek 63). Symulacje RCP 4.5 wskazują, że liczba dni upalnych w dekadzie 2023-2032 stanowić będzie ok. 4,1 dni, natomiast w dekadzie 2051-2060 ok. 5 dni. W konsekwencji, liczba dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C w dekadzie 2051-2060 wzrośnie o 0,87 w stosunku do liczby dni upalnych w dekadzie 2023-2032. Podkreślić należy, iż najmniejszą liczbą dni upalnych odznaczała się będzie dekada 2040-2049 i dekada 2043-2052 a największą liczbą takich dni ostatnia analizowana dekada 2051-2060. Z kolei RCP 8.5 wykazuje, że w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 3,6 dni upalnych a w dekadzie 2051-2060 ok. 5,3 takich dni. Oznacza to, że liczba dni upalnych z temperaturą maksymalną powyżej 30°C w dekadzie 2051-2060 zwiększy się o ok. 1,7 dni w porównaniu do dekady 2023-2032. W konsekwencji, najmniej dni upalnych wystąpi w dekadzie 2023-2032 a najwięcej takich dni pojawi się w dekadzie 2051-2060 (10,0 dni).



Rysunek 63 Średnia krocząca liczby dni upalnych ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.5.8. Liczba nocy tropikalnych

Dla liczby nocy tropikalnych, czyli z temperaturą minimalną powyżej 20°C, dla scenariusza RCP 4.5 prognozowana jest tendencja malejąca, natomiast dla scenariusza RCP 8,5 prognozowana jest tendencja rosnąca (Rysunek 64). Według RCP 4.5 na obszarze miasta liczba nocy tropikalnych w dekadzie 2023-2032 stanowić będzie ok. 1,4 nocy, natomiast w dekadzie 2051-2060 ok. 1,0 nocy. W związku z powyższym, różnica liczby nocy z temperaturą minimalną powyżej 20°C między dekadą 2023-2032, a dekadą 2051-2060 kształtuje się na poziomie ok. 0,3 nocy. Ponadto, najwięcej nocy tropikalnych wystąpi w dekadach 2027-2036 i 2028-2037 (ok. 1,5 nocy), natomiast najmniej (ok. 0,5 nocy) w dekadzie 2042-2051. Z kolei RCP 8.5 wskazuje, że w dekadzie 2023-2032 liczba nocy tropikalnych będzie wynosić ok. 0,3 a w dekadzie 2051-2060 ok. 1,1. W konsekwencji, różnica liczby nocy z temperaturą minimalną powyżej 20°C między dekadą 2051-2060, a dekadą 2023-2032 wynosi ok. 0,8 nocy. Niniejszy scenariusz zakłada, że najwięcej nocy tropikalnych wystąpi w ostatniej analizowanej dekadzie 2051-2060, natomiast najmniej (ok. 0,3 nocy) w pierwszych z analizowanych dekad, tj. 2023-2032 i 2024-2033.

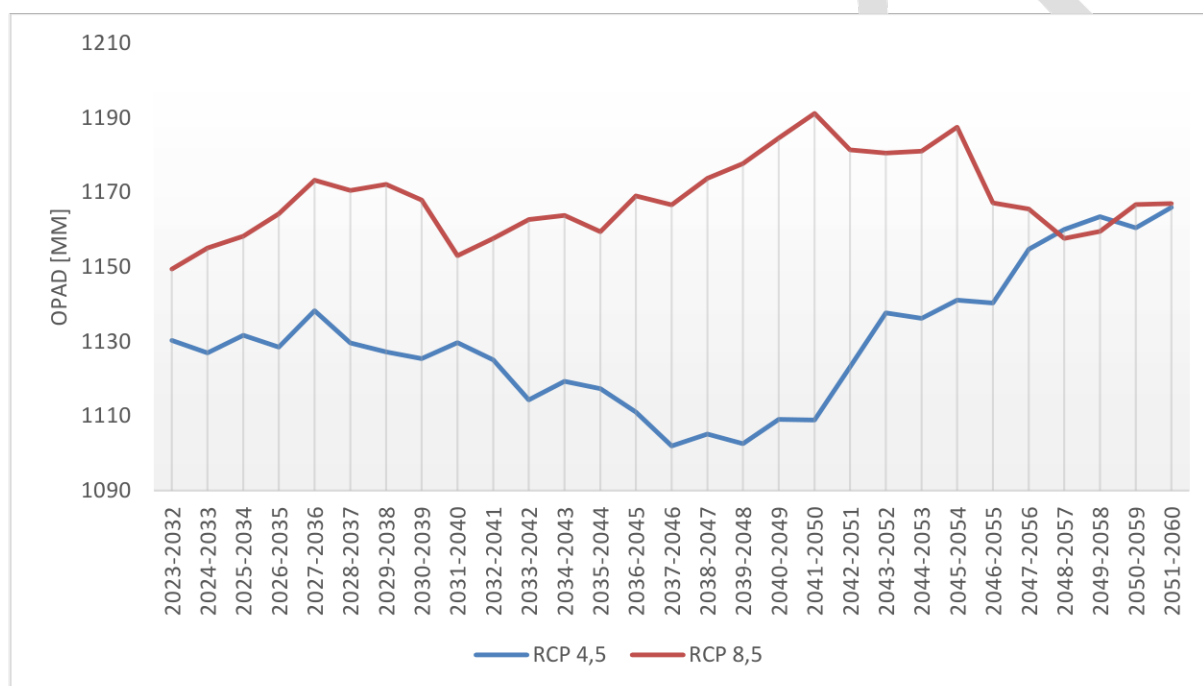


Rysunek 64 Średnia krocząca liczby nocy tropikalnych ($T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6. Wskaźniki opadowe

1.6.1. Roczna suma opadu

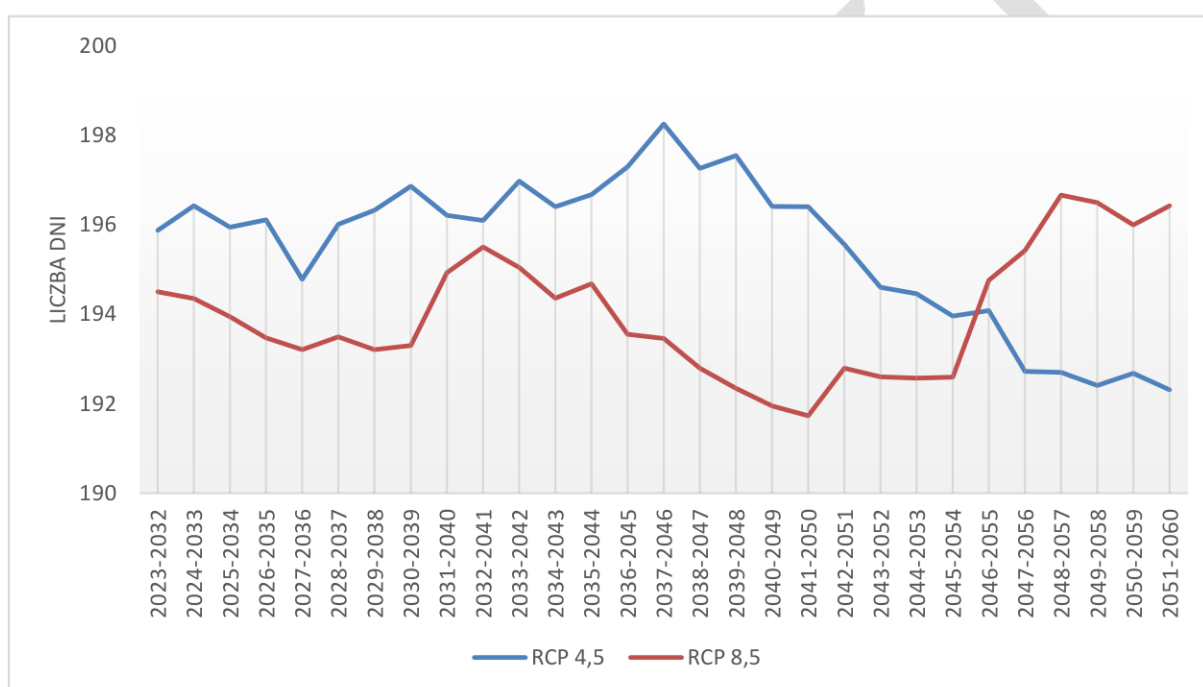
W odniesieniu do rocznej sumy opadu oba scenariusze RCP (4.5 i 8.5) zakładają tendencję wzrostową (Rysunek 65). Według scenariusza RCP 4.5 średnia krocząca rocznej sumy opadu w dekadzie 2051-2060 wyniesie 1165,94 mm. W stosunku do dekady 2023-2032 jest to różnica rzędu 35,67 mm. Najmniejszą roczną sumą opadu na poziomie 1101,96 mm będzie odznaczała się dekada 2037-2046, natomiast największą ostatnia analizowana dekada 2051-2060. Z kolei zgodnie z symulacjami RCP 8.5 średnia krocząca rocznej sumy opadu w dekadzie 2051-2060 kształtować się będzie na poziomie 1166,98 mm, co w porównaniu z dekadą 2023-2032 obrazuje wzrost wartości tego wskaźnika o 17,06 mm. Scenariusz ten zakłada, że najmniejsza roczna suma opadu (1149,38 mm) wystąpiła w pierwszej analizowanej dekadzie 2023-2032 a największa (1191,13 mm) w dekadzie 2041-2050.



Rysunek 65 Średnia krocząca rocznej sumy opadu [mm] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.2. Liczba dni w roku bez opadu

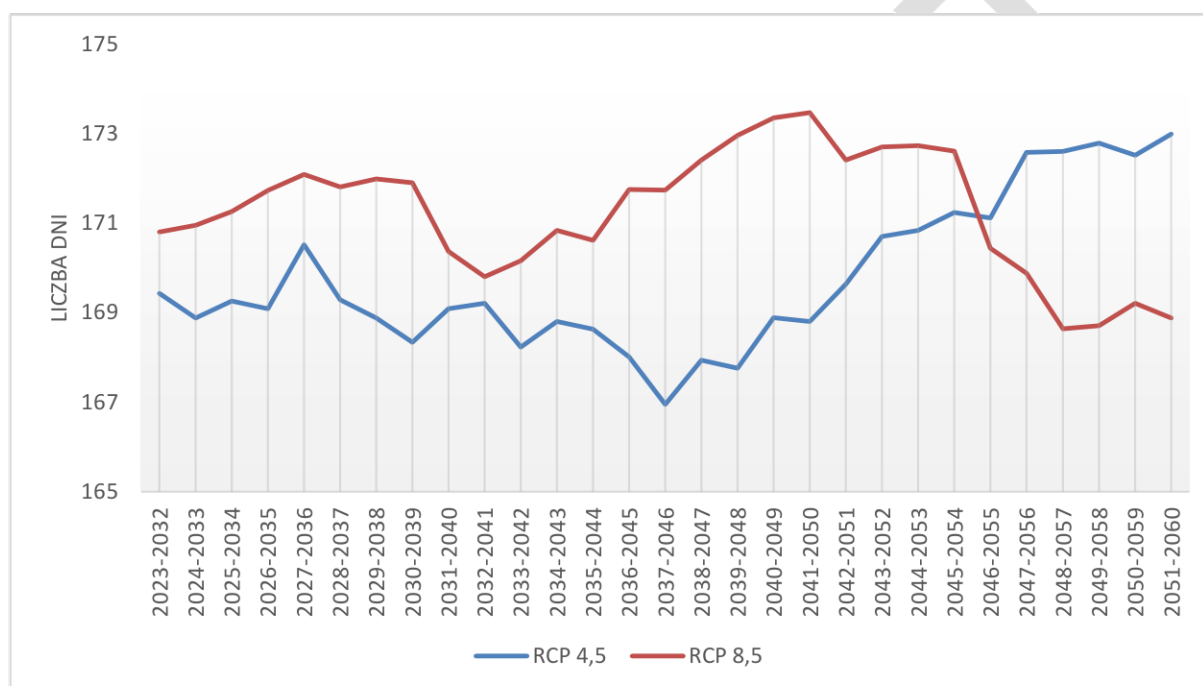
Mając na uwadze liczbę dni w roku bez opadu, scenariusz RCP 4.5 prognozuje trend malejący, natomiast scenariusz RCP 8.5 wykazuje trend rosnący (Rysunek 66). Zgodnie z założeniami scenariusza RCP 4.5 w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 195,9 dni bez opadu. Z kolei w dekadzie 2051-2060 liczba dni bez opadu ukształtuje się na poziomie ok. 192,3 dni. Z powyższego wynika, że różnica liczby dni bez opadu między dekadą 2023-2032 a dekadą 2051-2060 wyniesie 3,6 dni. Warto zaznaczyć, że dekada 2051-2060 będzie się charakteryzowała najmniejszą liczbą dni w roku bez opadu spośród analizowanych dekad, natomiast dekada 2037-2046 największą liczbą takich dni (ok. 198,2 dni). Drugi ze scenariuszy (tj. RCP 8.5) wskazuje, iż w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 194,5 dni bez opadu a w dekadzie 2051-2060 będzie ok. 196,4 dni. RCP 8.5 zakłada, że w dekadzie 2041-2050 będzie najmniej dni w roku bez opadu (ok. 191,7 dni) a w dekadzie 2048-2057 najwięcej takich dni (ok. 196,7 dni) (Rysunek 46)



Rysunek 66 Średnia krocząca liczby dni w roku bez opadu do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.3. Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm

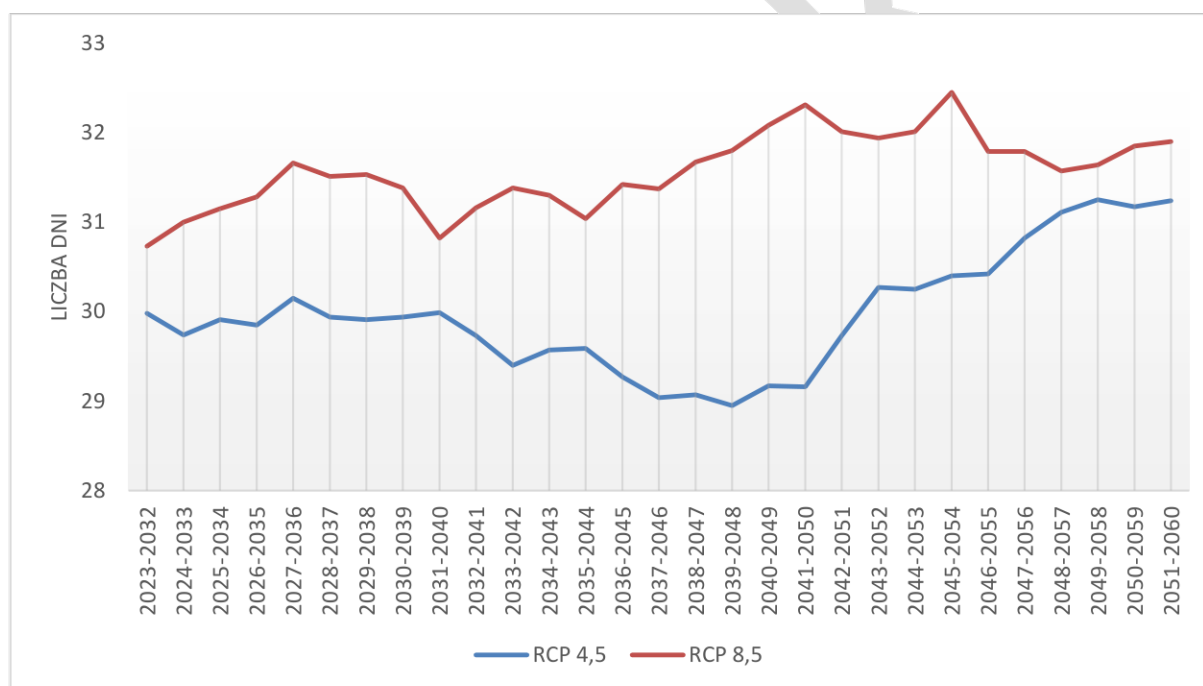
Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm na terenie miasta wykazuje tendencję wzrostową dla scenariusza RCP 4.5, a tendencję spadkową dla scenariusza RCP 8.5 (Rysunek 67). Scenariusz RCP 4.5 wskazuje, że w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 169,4 dni z opadem dziennym ≥ 1 mm oraz ok. 173 dni w dekadzie 2051-2060. Scenariusz ten zakłada, iż najmniej dni z opadem dziennym ≥ 1 mm (ok. 167 dni) wystąpi w dekadzie 2037-2046 a najwięcej w ostatniej analizowanej dekadzie, tj. 2051-2060. Scenariusz RCP 8.5 zakłada z kolei, że w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 170,8 dni z opadem dziennym ≥ 1 mm, a w dekadzie 2051-2060 ok. 168,9 dni. Najmniejszą liczbą dni z opadem takiej wielkości, charakteryzuje się dekada 2048-2057 (168,6 dni) natomiast dekada 2041-2050 największą liczbą dni w roku (ok. 173,5 dni) z opadem dziennym ≥ 1 mm.



Rysunek 67 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4,5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.4. Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm

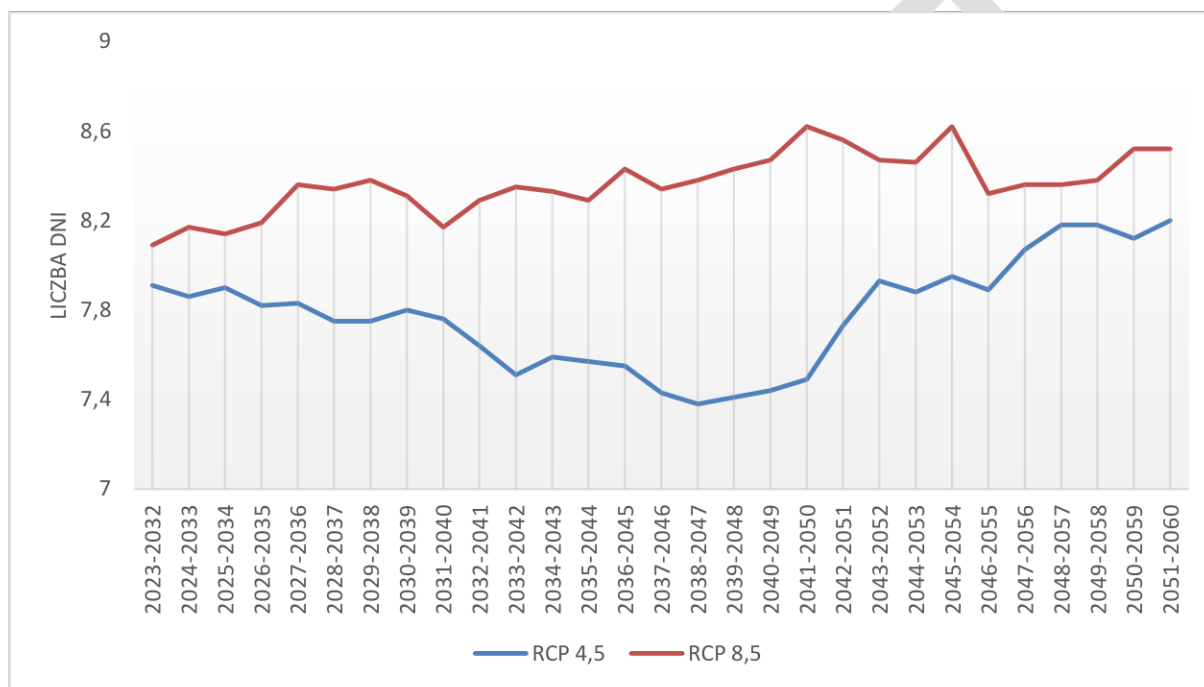
Poddając analizie zmiany w liczbie dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm na podstawie scenariuszy klimatycznych, w granicach miasta prognozuje się wzrost liczby takich dni (Rysunek 68). Scenariusz RCP 4.5 zakłada, że w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 30 dni z opadem dziennym ≥ 10 mm, natomiast w dekadzie 2051-2060 będzie ok. 31,2 takich dni. Z powyższego wynika, że w dekadzie 2051-2060 będzie o ok. 1,3 dni więcej z opadem dziennym ≥ 10 mm niż w dekadzie 2023-2032. Co istotne, niniejszy scenariusz wskazuje, że najwięcej dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm (ok. 31,2 dni) wystąpi w dekadach 2049-2058 a najmniej (ok. 28,9 dni) w dekadzie 2039-2048. Większe zmiany w zakresie omawianego zjawiska wykazuje scenariusz RCP 8.5, zgodnie z którym w dekadzie 2023-2032 będzie ok. 30,7 dni z opadem dziennym ≥ 10 mm, natomiast w dekadzie 2051-2060 ok. 31,9 takich dni. W konsekwencji, w dekadzie 2051-2060 będzie o ok. 1,2 dni z opadem dziennym ≥ 10 mm więcej niż w dekadzie 2023-2032. Ponadto RCP 8.5 wskazuje, że wskazuje, że najwięcej dni (ok. 32,4 dni) z takim opadem wystąpi w dekadzie 2045-2054 a najmniej w pierwszej analizowanej dekadzie 2023-2032.



Rysunek 68 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.5. Liczba dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm

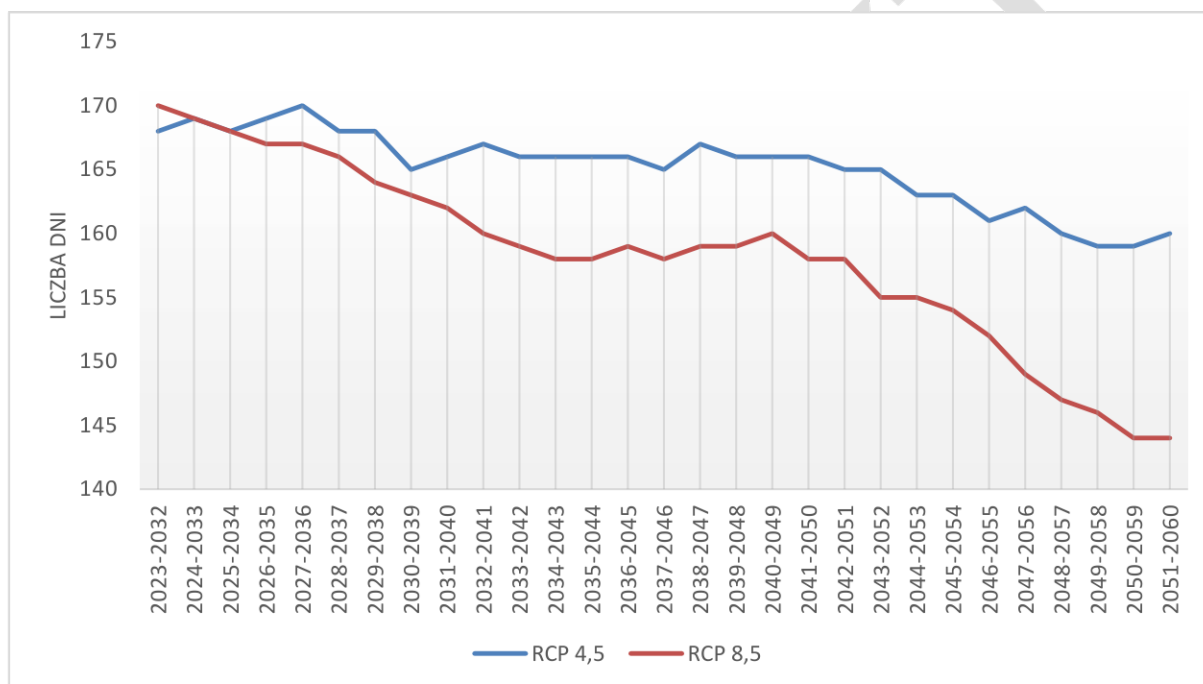
W odniesieniu do liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm na obszarze miasta oba scenariusze (RCP 4.5 i RCP 8.5) wykazują trend rosnący (Rysunek 69). Według scenariusza RCP 4.5 średnia krocząca liczby takich dni w dekadzie 2051-2060 wyniesie 8,2 dni, natomiast zgodnie z symulacjami RCP 8.5 kształtować się będzie ona na poziomie 8,5. W porównaniu z dekadą 2023-2032 jest to różnica 0,3 dnia dla scenariusza RCP 4.5 i 0,4 dnia dla scenariusza RCP 8.5. Zgodnie z RCP 4.5 najwięcej dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm (ok. 8,2 dni) wystąpi w dekadach 2048-2057 i 2049-2058 a najmniej w dekadzie 2038-2047 (ok. 7,4 dni). RCP 8.5 zakłada najwięcej takich dni (ok. 8,6 dni) w dekadach 2041-2050 i 2045-2054, a najmniej (ok. 8,1 dni) w dekadzie 2023-2032. Reasumując, scenariusz RCP 8.5 zakłada większe zmiany w liczbie dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm niż scenariusz RCP 4.5.



Rysunek 69 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.6. Liczba dni w roku z pokrywą śnieżną

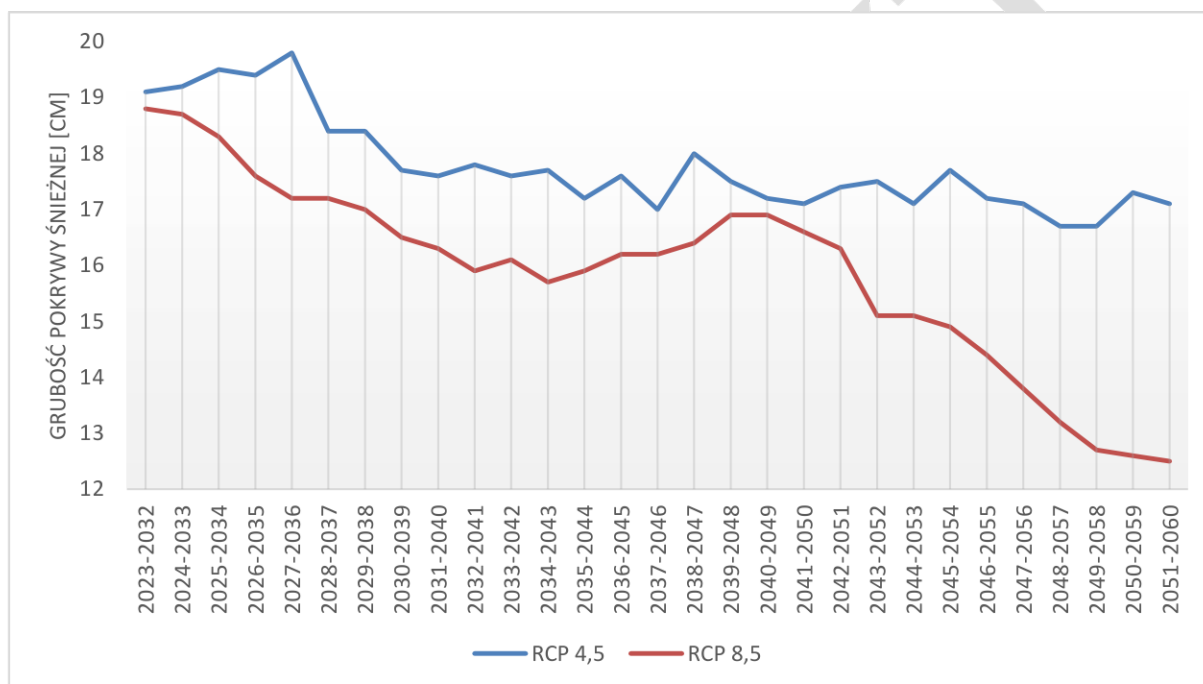
Dla liczby dni w roku z pokrywą śnieżną na obszarze miasta Zakopane zauważalna jest tendencja malejąca dla obu scenariuszy klimatycznych (Rysunek 70). Według RCP 4.5 w dekadzie 2023-2032 liczba takich dni wyniesie 168 natomiast w dekadzie 2051-2060 ukształtuje się na poziomie 160 dni. W konsekwencji, różnica w liczbie dni w roku z pokrywą śnieżną między w/w dekadami wyniesie 8 dni. Co istotne, pokrywa śnieżna będzie najdłużej występowała w dekadzie 2027-2036, tj. przez 170 dni, natomiast najkrócej w dekadach 2049-2058 i 2050-2059 czyli przez 159 dni. Zgodnie ze scenariusza RCP 8.5 w dekadzie 2023-2032 liczba dni w roku z pokrywą śnieżną będzie wynosiła 170 a w dekadzie 2051-2060 będzie równa 144. W związku z powyższym w dekadzie 2051-2060 będzie o 26 takich dni mniej niż w dekadzie 2023-2032. Warto zaznaczyć, że najwięcej dni z pokrywą śnieżną wystąpi w pierwszej analizowanej dekadzie 2023-2032.



Rysunek 70 Średnia krocząca liczby dni w roku z pokrywą śnieżną do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.6.7. Grubość pokrywy śnieżnej

Grubość pokrywy śnieżnej na obszarze miasta wykazuje trend malejący w obu scenariuszach klimatycznych (Rysunek 71). Według scenariusza RCP 4.5 grubość pokrywy śnieżnej w dekadzie 2023-2032 wyniosła 19,1 cm, a w dekadzie 2051-2060 wyniosła 17,1 cm. Porównując grubość pokrywy śnieżnej między dekadą 2023-2032, a dekadą 2051-2060 zmniejszy się ona o 2 cm. Zgodnie z RCP 4.5 największa grubość pokrywy śnieżnej wystąpi w dekadzie 2027-2036 (19,8 cm), natomiast najmniejsza w dekadach 2048-2057 i 2049-2058 (16,7 cm). Według scenariusza RCP 8,5 grubość pokrywy śnieżnej w dekadzie 2023-2032 wynosi 18,8 cm, a w dekadzie 2051-2060 (12,5 cm). Porównując grubość pokrywy śnieżnej w dekadzie 2023-2032 z dekadą 2051-2060 zmniejszy się ona o 6,3 cm. W kontekście scenariusza RCP 8.5 największą grubością pokrywy śnieżnej charakteryzowała się będzie pierwsza analizowana dekada 2023-2032 (18,8 cm), natomiast najmniejszą ostatnia analizowana dekada 2051-2060.

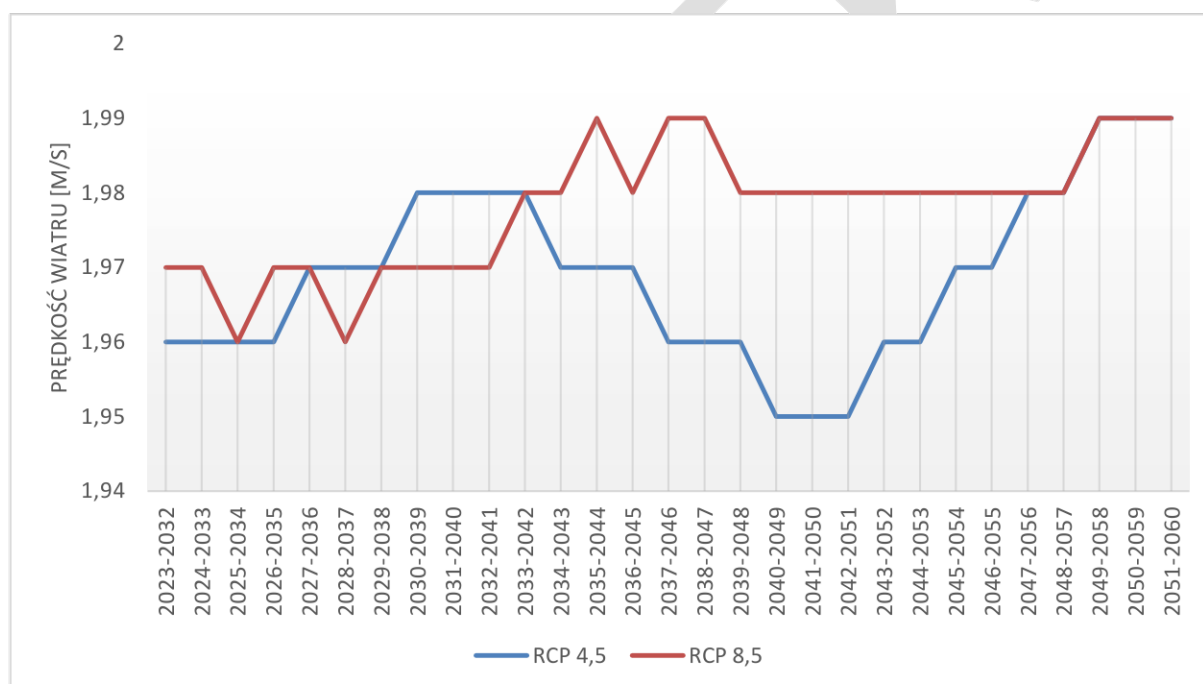


Rysunek 71 Średnia krocząca rocznej grubości pokrywy śnieżnej [cm] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7. Inne

1.7.1. Średnia prędkość wiatru

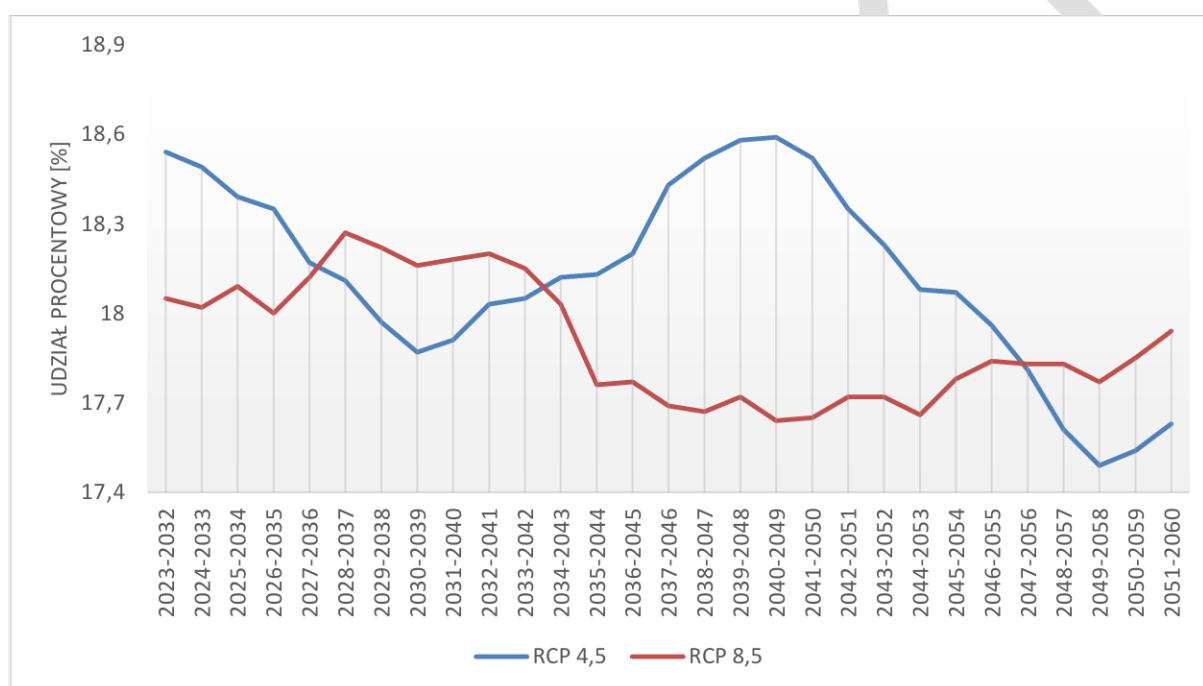
W odniesieniu do średniej prędkości wiatru na obszarze miasta, scenariusze klimatyczne wykazują niewielki trend rosnący (Rysunek 72). Według scenariusza RCP 4.5 średnia roczna prędkość wiatru w dekadzie 2023-2032 kształtować się będzie na poziomie 1,96 m/s, a w dekadzie 2051-2060 na poziomie 1,99 m/s. Scenariusz zakłada, że najniższa średnia prędkość wiatru wystąpi w dekadach 2040-2049, 2041-2050, 2042-2051 i będzie wynosiła 1,95 m/s. Z kolei najwyższa średnia prędkość wiatru osiągająca 1,98 m/s wystąpi w dekadach 2030-2039, 2031-2040, 2032-2041, 2033-2042. W związku z powyższym różnica średniej prędkości wiatru między dekadą 2051-2060 a dekadą 2023-2031 wyniesie 0,03 m/s. Zgodnie ze scenariuszem RCP 8.5 średnia prędkość wiatru w dekadzie 2023-2032 ukształtuje się na poziomie 1,97 m/s, a w dekadzie 2051-2060 ukształtuje się na poziomie 1,99 m/s. Najwyższą średnią prędkość wiatru (1,99 m/s) będą charakteryzowały się dekady 2035-2044, 2037-2046, 2038-2047, 2049-2058, 2050-2059, 2051-2060, natomiast najmniejsza w dekadach 2025-2034 i 2028-2037. W konsekwencji różnica w średniej prędkości wiatru między dekadą 2051-2060 a dekadą 2023-2032 wynosi 0,02 m/s.



Rysunek 72 Średnia krocząca średniej rocznej prędkości wiatru [m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7.2. Średni udział ciszy

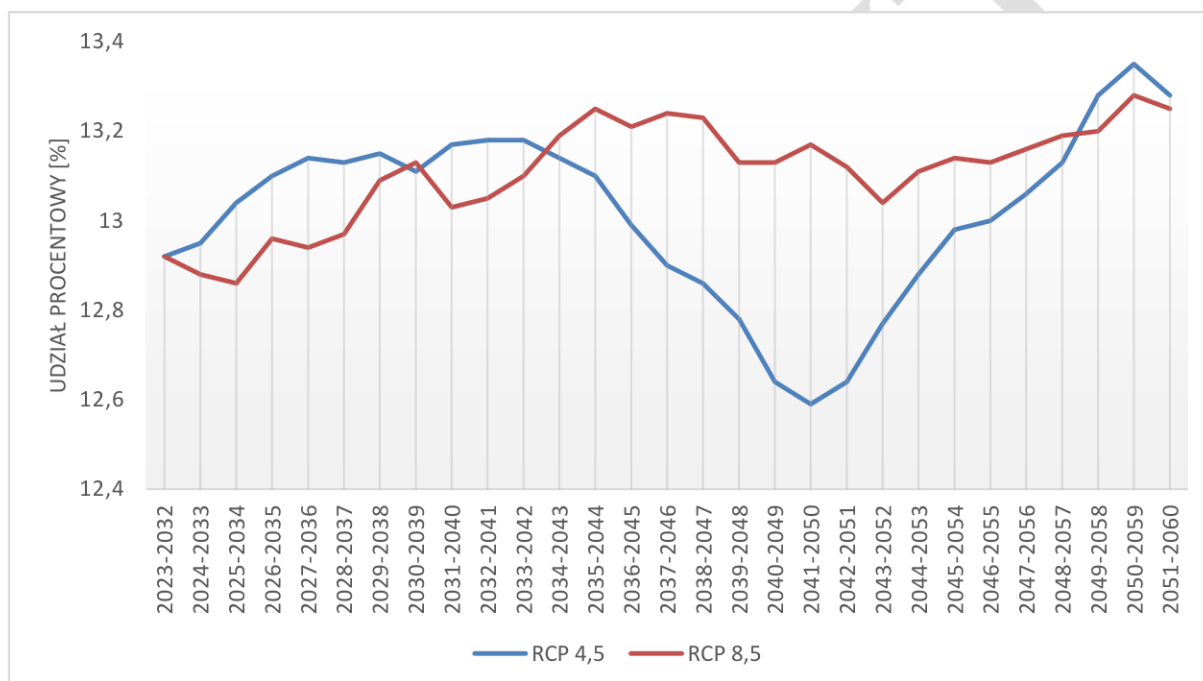
Analizując średni udział ciszy, czyli wiatrów wiejących z prędkością < 1 m/s na terenie miasta, oba scenariusze RCP prognozują spadek udziału procentowego tego typu wiatrów (Rysunek 73). Zgodnie z RCP 4.5 w dekadzie 2023-2032 średni udział ciszy będzie wynosił 18,54%, natomiast w dekadzie 2051-2060 17,63%. W konsekwencji, różnica między udziałem wiatrów o prędkości < 1 m/s w dekadzie 2023-2032 a w dekadzie 2051-2060 wynosi 0,91%. Co istotne, największym średnim udziałem ciszy (18,59%) będzie odznaczała się dekada 2040-2049 a najmniejszym (17,49%) dekada 2049-2058. Według scenariusza RCP 8.5 w dekadzie 2023-2032 średni udział ciszy będzie wynosił 18,05%, natomiast w dekadzie 2051-2060 ukształtuje się na poziomie 17,94%. W związku z powyższym różnica między udziałem ciszy w w/w dekadach wynosić będzie 0,11%. Warto zaznaczyć, że najwięcej wiatrów wiejących z prędkością < 1 m/s (17,64%) wystąpi w dekadzie 2028-2037, a najmniej takich wiatrów (17,64%) w dekadzie 2040-2049.



Rysunek 73 Średnia krocząca średniego udziału ciszy [wiatrów z prędkością < 1 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7.3. Średni udział wiatrów bardzo słabych

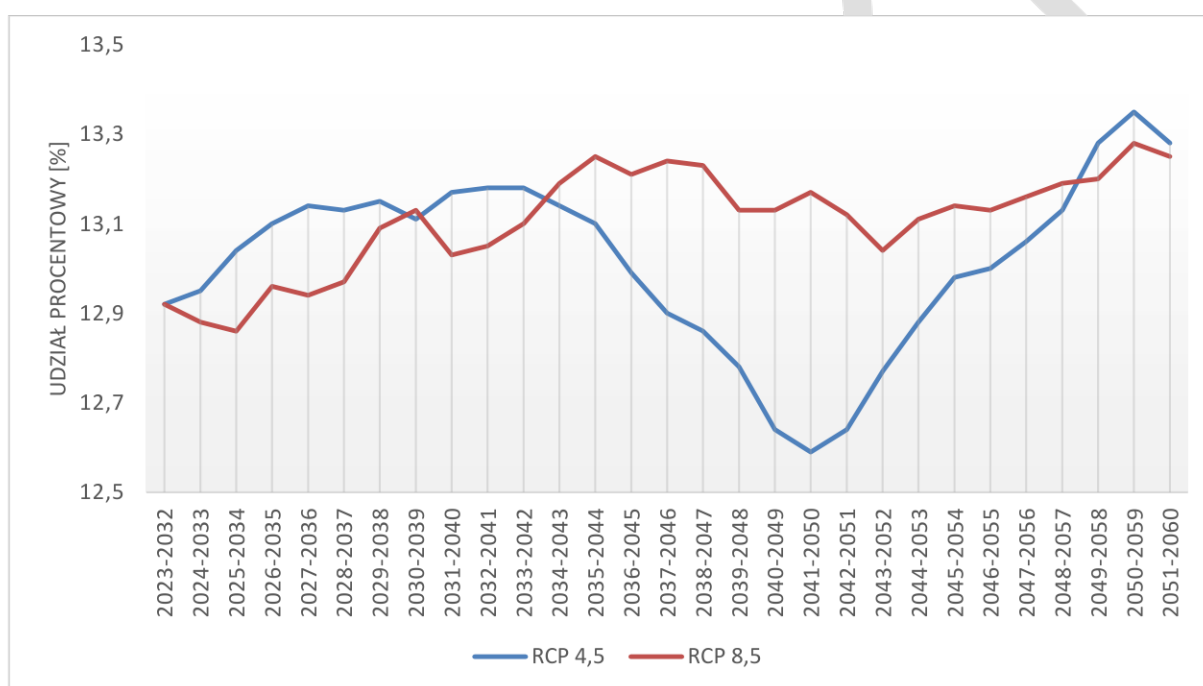
Na obszarze miasta średni udział wiatrów bardzo słabych, czyli charakteryzujących się prędkością od 1 do 3 m/s, w perspektywie do 2060 roku wykazuje tendencję rosnącą dla scenariusza RCP 8.5, natomiast dla scenariusza RCP 4.5 tendencja ta jest nieznacznie malejąca (Rysunek 74). Według scenariusza RCP 4.5 w dekadzie 2023-2032 średni udział wiatrów bardzo słabych stanowić będzie 12,92%, natomiast w dekadzie 2051-2060 o 0,36% mniej, czyli 13,28%. Warto zaznaczyć, że największym udziałem wiatrów bardzo słabych (13,35%) będzie charakteryzowała się dekada 2050-2059, natomiast najmniejszym (12,59%) dekada 2041-2050. Z kolei zgodnie ze scenariuszem RCP 8.5 w dekadzie 2023-2032 średni udział wiatrów bardzo słabych ukształtuje się na poziomie 12,92% a w dekadzie 2051-2060 wyniesie on 13,25%. Największy udział wiatrów bardzo słabych (13,28%) wystąpi w dekadzie 2050-2059, natomiast najmniejszy (12,86%) w dekadzie 2025-2034.



Rysunek 74 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów bardzo słabych [1-3 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7.4. Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych

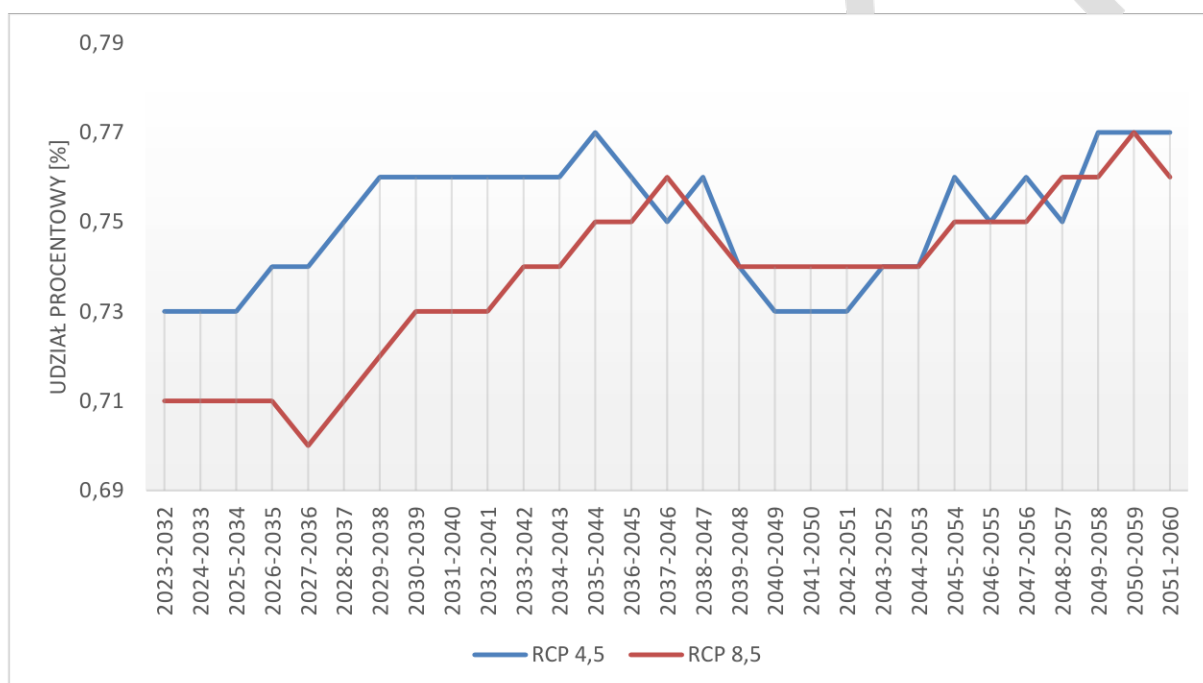
Na terenie miasta średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych, czyli wiejących z prędkością 3-10 m/s, wykazuje trend rosnący w scenariuszu RCP 8.5 oraz nieznaczny trend malejący w scenariuszu RCP 4.5 (Rysunek 75). W dekadzie 2023-2032 odsetek wiatrów słabych i umiarkowanych oscylował będzie na poziomie 12,92% w scenariuszu RCP 4.5 i w scenariuszu RCP 8.5. Z kolei w dekadzie 2051-2060 udział tego typu wiatrów wyniesie 13,28% dla scenariusza RCP 4.5 i 13,25% dla scenariusza RCP 8.5. W konsekwencji, różnica między udziałem wiatrów wiejących z prędkością od 3 do 10 m/s we wskazanych dekadach kształtuje się na poziomie 0,36% dla scenariusza RCP 4.5 i 0,33% dla scenariusza RCP 8.5. Warto zaznaczyć, że według scenariusza RCP 4.5 najmniejszy udział tego typu wiatrów (12,59%) wystąpi w dekadzie 2041-2050, natomiast największy (13,35%) w dekadzie 2050-2059. Scenariusz RCP 8.5 wskazuje, że najmniejszym udziałem wiatrów słabych i umiarkowanych (12,86%) będzie charakteryzowała się dekada 2025-2034 a największym (13,28%) dekada 2050-2059.



Rysunek 75 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów słabych i umiarkowanych [3-10 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7.5. Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych

Poddając analizie średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych, czyli wiejących z prędkością od 10 do 30 m/s, oba scenariusze RCP prognozują tendencję wzrostową tego zjawiska (Rysunek 76). Według RCP 4.5 w dekadzie 2023-2032 średni udział tego typu wiatrów stanowił będzie 0,73% a w dekadzie 2051-2060 o 0,04% więcej, czyli 0,77%. Podkreślić należy, iż najwięcej wiatrów wiejących z prędkością 10-30 m/s (0,77%) wystąpi w dekadach 2035-2044, 2049-2058, 2050-2059, 2051-2060, natomiast najmniej (0,73%) w dekadach 2023-2032, 2024-2033, 2025-2034, 2040-2049, 2041-2050, 2042-2051. Z kolei RCP 8.5 wskazuje, że średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych w dekadzie 2023-2032 wyniesie 0,71% a w dekadzie 2051-2060 ukształtuje się na poziomie 0,76%. W związku z powyższym, w dekadzie 2051-2060 udział tego typu wiatrów będzie o 0,05% większy niż w dekadzie 2023-2032. Warto zaznaczyć, że największym odsetkiem wiatrów wiejących z prędkością 10-30 m/s (0,77%) będzie odznaczała się dekada 2050-2059, natomiast najmniejszym udziałem (0,7%) dekada 2027-2036.



Rysunek 76 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów silnych i bardzo silnych [10-30 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

1.7.6. Zachmurzenie ogólne

Na obszarze miasta średnie miesięczne zachmurzenie ogólne w latach 2011-2060 nie wykazuje jednoznacznego trendu w obu scenariuszach klimatycznych. Według RCP 4.5 najmniejsze średnie miesięczne zachmurzenie ogólne w prawie wszystkich analizowanych dekadach występować będzie w lipcu (minimum 61%, a maksimum 62%), natomiast największe w grudniu we wszystkich analizowanych dekadach (minimum 77%, maksimum 79%). Największa różnica w średnim miesięcznym zachmurzeniu ogólnym między dekadą 2011-2020 a dekadą 2051-2060 wystąpi w kwietniu (spadek o 4%), natomiast brakiem zmian w/w zjawiska we wskazanych dekadach będzie odznaczał się czerwiec i lipiec (Tabela 7).

Tabela 7 Średnie miesięczne zachmurzenie ogólne [%] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 4.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	76	74	74	74	72	67	62	63	65	70	75	77
2021-2030	76	75	71	72	71	67	61	61	66	70	77	77
2031-2040	79	75	74	71	71	66	61	62	66	71	76	79
2041-2050	76	75	73	72	71	67	61	61	67	71	76	78
2051-2060	79	76	75	70	71	67	62	60	68	72	77	79

Scenariusz RCP 8.5 zakłada, że najmniejsze średnie miesięczne zachmurzenie ogólne we wszystkich analizowanych dekadach również będzie miało miejsce w lipcu (minimum 59% w dekadzie 2051-2060, a maksimum 62% w dekadzie 2011-2020), natomiast największe w grudniu w większości analizowanych dekadach z wartością minimalną równą 77% w dekadzie 2021-2030, a maksymalną równą 79% w dekadach 2041-2050, 2051-2060. Niemniej jednak, największą różnicę w średnim miesięcznym zachmurzeniu ogólnym między dekadą 2011-2020 a dekadą 2051-2060 prognozuje się w lutym (wzrost o 3%) i lipcu (spadek o 3%), natomiast udział procentowy w/w zjawiska we wskazanych dekadach nie ulegnie zmianie w marcu i kwietniu (Tabela 8).

Tabela 8 Średnie miesięczne zachmurzenie ogólne [%] w latach 2011-2060 (w podziale na dekady) na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/>).

RCP 8.5	Miesiąc											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011-2020	77	74	75	73	72	66	62	62	64	68	75	78
2021-2030	77	76	73	74	72	68	61	63	67	69	73	77
2031-2040	77	76	74	73	73	67	60	62	64	69	76	78
2041-2050	78	77	75	73	72	66	60	61	64	69	76	79
2051-2060	78	77	75	73	71	65	59	60	63	69	76	79

Rysunek 51 Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w latach 1990-2023 w okresie październik maj (Stacja Zakopane) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)	28
Rysunek 52 Średni przepływ roczny [m^3/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)	28
Rysunek 53 Średnioroczny przepływ maksymalny [m^3/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)	29
Rysunek 54 Średnioroczny przepływ minimalny [m^3/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)	29
Rysunek 55 Przepływ zwyczajny roczny [m^3/s] w latach 1990-2023 (stacja Zakopane-Harenda) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB)	30
Rysunek 56 Lokalizacja zakresu przyjętego do analizy scenariuszy klimatycznych – powiat tatrzański (źródło: opracowanie własne).	31
Rysunek 57 Średnia krocząca rocznej temperatury [$^{\circ}\text{C}$] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i CRP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	32
Rysunek 58 Średnia krocząca temperatury minimalnej [$^{\circ}\text{C}$] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i CRP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	34
Rysunek 59 Średnia krocząca temperatury maksymalnej [$^{\circ}\text{C}$] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i CRP 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	36
Rysunek 60 Średnia krocząca liczby dni bardzo mroźnych ($T_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	38
Rysunek 61 Średnia krocząca liczby dni mroźnych ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	39
Rysunek 62 Średnia krocząca liczby dni gorących ($T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	40
Rysunek 63 Średnia krocząca liczby dni upalnych ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	41
Rysunek 64 Średnia krocząca liczby nocy tropikalnych ($T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$) do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	42
Rysunek 65 Średnia krocząca rocznej sumy opadu [mm] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	43
Rysunek 66 Średnia krocząca liczby dni w roku bez opadu do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	44

Rysunek 67 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	45
Rysunek 68 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	46
Rysunek 69 Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	47
Rysunek 70 Średnia krocząca liczby dni w roku z pokrywą śnieżną do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	48
Rysunek 71 Średnia krocząca rocznej grubości pokrywy śnieżnej [cm] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	49
Rysunek 72 Średnia krocząca średniej rocznej prędkości wiatru [m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	50
Rysunek 73 Średnia krocząca średniego udziału ciszy [wiatrów z prędkością < 1 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	51
Rysunek 74 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów bardzo słabych [1-3 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	52
Rysunek 75 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów słabych i umiarkowanych [3-10 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	53
Rysunek 76 Średnia krocząca średniego udziału wiatrów silnych i bardzo silnych [10-30 m/s] do 2060 roku na obszarze powiatu tatrzańskiego według scenariusza RCP 4.5 i 8.5 (źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/).	54