

Zamawiający:



Urząd Gminy Śrem
plac 20 Października 1,
63-100 Śrem

Wykonawca:



Multiconsult Polska Sp. z o.o.
ul. Bonifraterska 17,
00-203 Warszawa

<i>Nazwa opracowania:</i>	Miejski Plan Adaptacji dla miasta Śrem Załącznik 1: Charakterystyka zagrożeń klimatycznych
<i>Lokalizacja:</i>	Województwo: Wielkopolskie Powiat: śremski Gmina: Śrem

<i>Zespół autorski:</i>	<i>Imię i nazwisko:</i>	<i>Podpis:</i>
Opracował:	mgr Grzegorz Przybylik	
Opracował:	dr inż. Bogdan Noga	
Opracował:	mgr Jarosław Wagner	
Opracował:	mgr Adrian Tkocz	
Opracował:	mgr Krzysztof Waśkiewicz	
Opracował:	mgr Marcin Walasek	
Opracował:	mgr inż. Przemysław Bielecki	

<i>Data opracowania:</i>	maj 2025 r.	<i>Rewizja:</i>	01
--------------------------	-------------	-----------------	----

Spis treści

Rozdział 1. Obserwowane zmiany warunków klimatycznych	4
1.1 Warunki termiczne	4
1.2 Warunki pluwalne	16
1.3 Warunki wietrzne	25
1.4 Warunki hydrologiczne	26
<i>Niżówki</i>	27
<i>Wezbrania</i>	30
<i>Temperatura</i>	31
Rozdział 2. Prognozowane zmiany klimatu miasta	32
2.1 Prognozowane warunki pluwalne	39
2.2 Prognozowane warunki wietrzne	43
2.3 Prognozowane zachmurzenie.....	44
Rozdział 3. Definicje indeksów klimatycznych	45

Rozdział 1. Obserwowane zmiany warunków klimatycznych

Zaobserwowane zmiany warunków klimatycznych zostały przeanalizowane na podstawie danych udostępnionych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, dostępnych do pobrania na stronie internetowej¹. Do opracowania wykorzystano informacje pochodzące ze stacji hydrologicznych i meteorologicznych, zgodnie z zakresem przedstawionym w poniższej tabeli.

Figura 1.1. Stacje wykorzystane do analizy zaobserwowanych warunków klimatycznych.

Numer stacji	Nazwa stacji	Parametr	Czas objęty analizą	lata
252170210	Kórnik	Warunki termiczne	1951 – 2019	68 lat
		Warunki wietrzne	1951 – 2009	58 lat
		Warunki opadowe (śnieg)	1951 – 2019	68 lat
252179997	Śrem	Warunki opadowe (deszcz)	1951 – 1974	71 lat
252170270	Śrem	Warunki opadowe (deszcz)	1975 – 2023	
152170010	Śrem	Warunki hydrologiczne	1987 – 2022	41 lat

1.1 Warunki termiczne

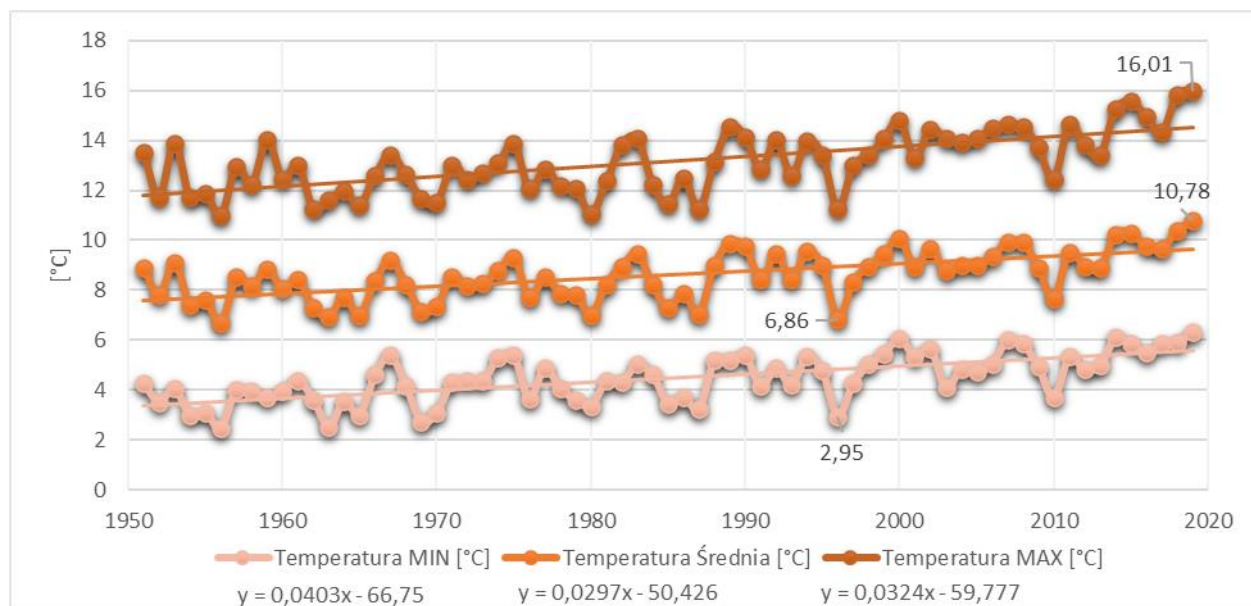
Ze względu na brak stacji meteorologicznej w granicach miasta, charakterystyka warunków termicznych i wietrznych została opracowana w oparciu o dane pochodzące ze stacji meteorologicznej Kórnik (252170210), zlokalizowanej około 18 km na NNE od miasta Śrem. Należy jednak mieć na uwadze, że zarejestrowane tam wartości mogą odbiegać od rzeczywistych warunków panujących w centrum miasta, dlatego powinny być traktowane wyłącznie jako wskaźnikowe w kontekście oceny zjawisk klimatycznych na analizowanym obszarze.

Na potrzeby analiz wykorzystano dane pomiarowe z całego okresu objętego rejestracją tj. 1951 – 2019 (tj. 68 lat).

Średnie, maksymalne oraz minimalne wartości rocznej temperatury powietrza rejestrowane na stacji meteorologicznej w Kórniku w latach 1951 -2019 wykazują wyraźny wzrostowy trend. Na analizowanym obszarze temperatura wzrastała w średnim tempie około 0,3–0,4 °C na dekadę. Najcieplejszym rokiem w badanym okresie był 2019, ze średnią temperaturą wynoszącą 10,78 °C, natomiast najzimniejszym – rok 1996, ze średnią temperaturą 6,86 °C. (Figura 1.2).

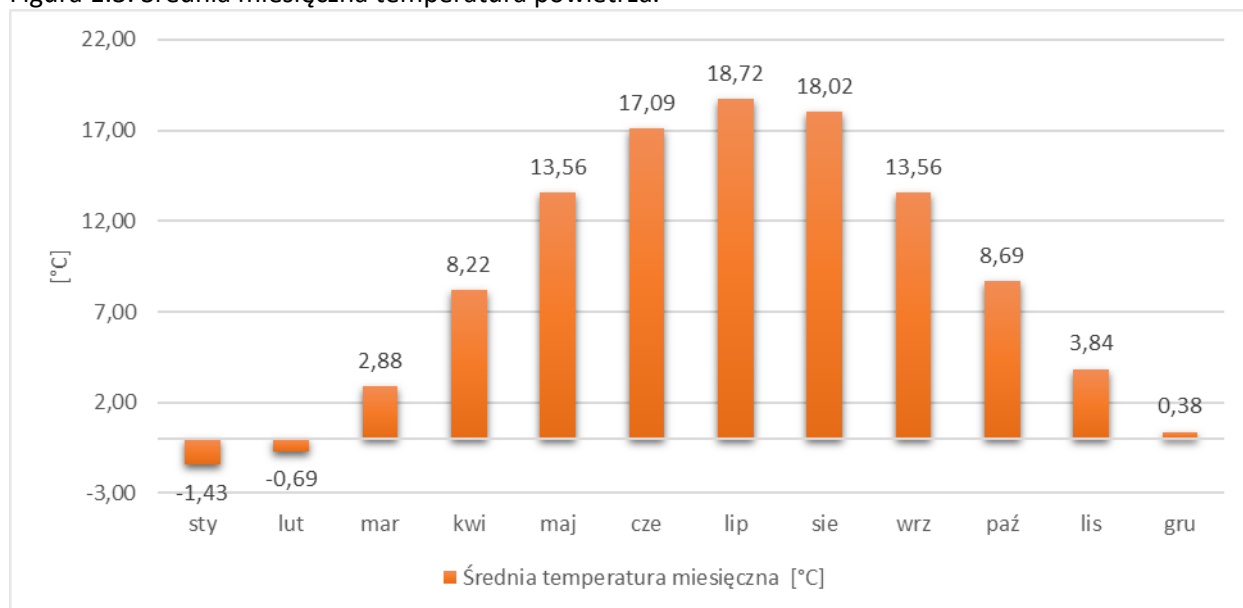
¹ <https://danepubliczne.imgw.pl/>

Figura 1.2. Średnia roczna temperatura powietrza.



Roczny przebieg średniej miesięcznej temperatury w wieloleciu 1951 – 2019 wskazuje, że najchłodniejszym miesiącem w analizowanym wieloleciu był styczeń ze średnią temperaturą wynoszącą -1,43°C, natomiast najcieplejszym miesiącem - lipiec ze średnią temperaturą 18,72°C. (Figura 1.3).

Figura 1.3. Średnia miesięczna temperatura powietrza.



Najwyższą dobową wartość temperatury odnotowano 31 lipca 1994 r, oraz 26 czerwca 2019 r. Temperatura maksymalna osiągnęła wtedy 38,0°C, z kolei najniższą wartość temperatury zarejestrowano 14 stycznia 1987 i było to -29,0°C. Krzywe obrazujące wystąpienia ekstremum temperaturowych wykazują delikatnie wzrostowy trend (Figura 1.4, Figura 1.5).

Figura 1.4. Maksymalna temperatura dobowa[°C] w wieloleciu 1951-2019.

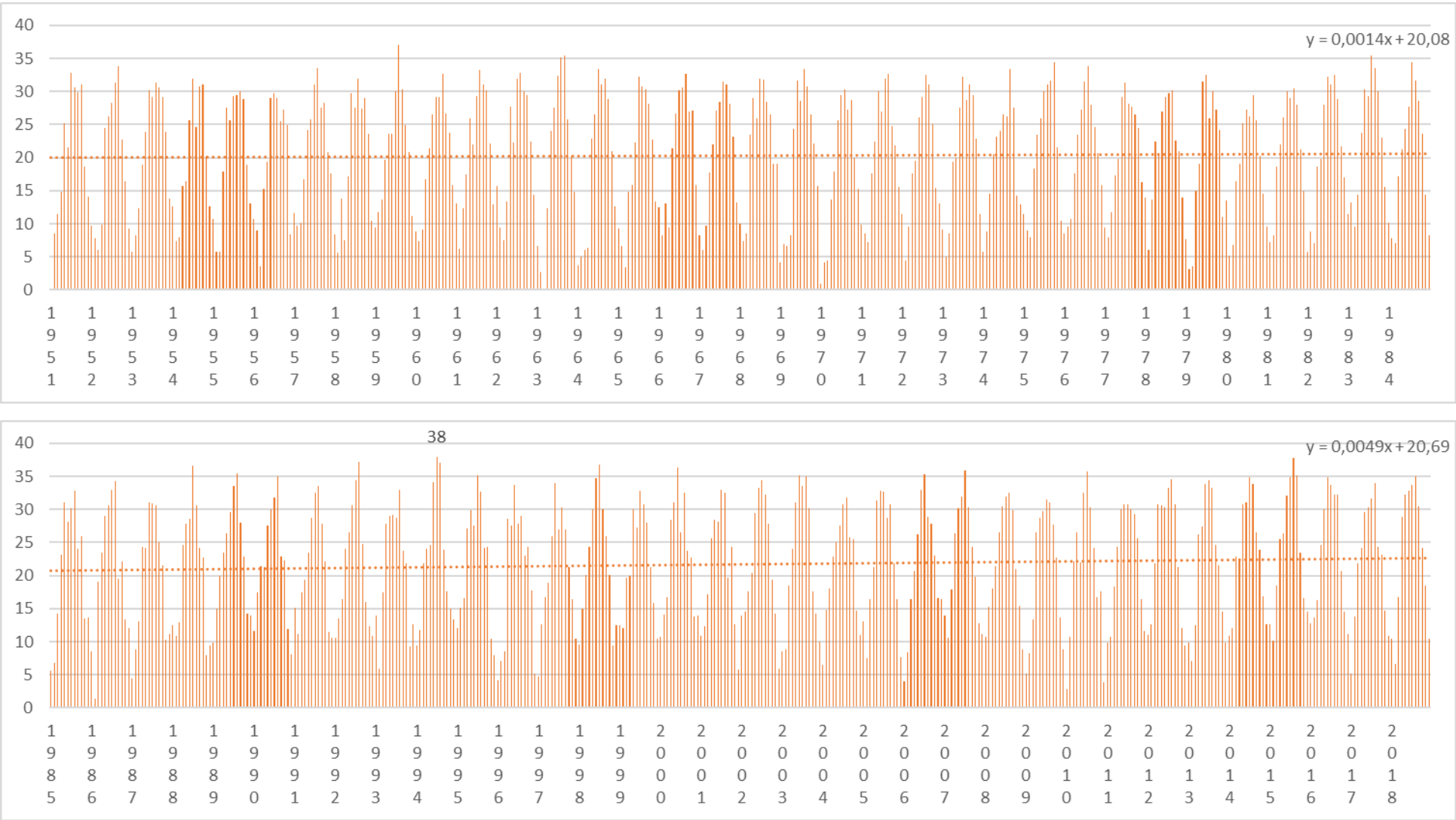
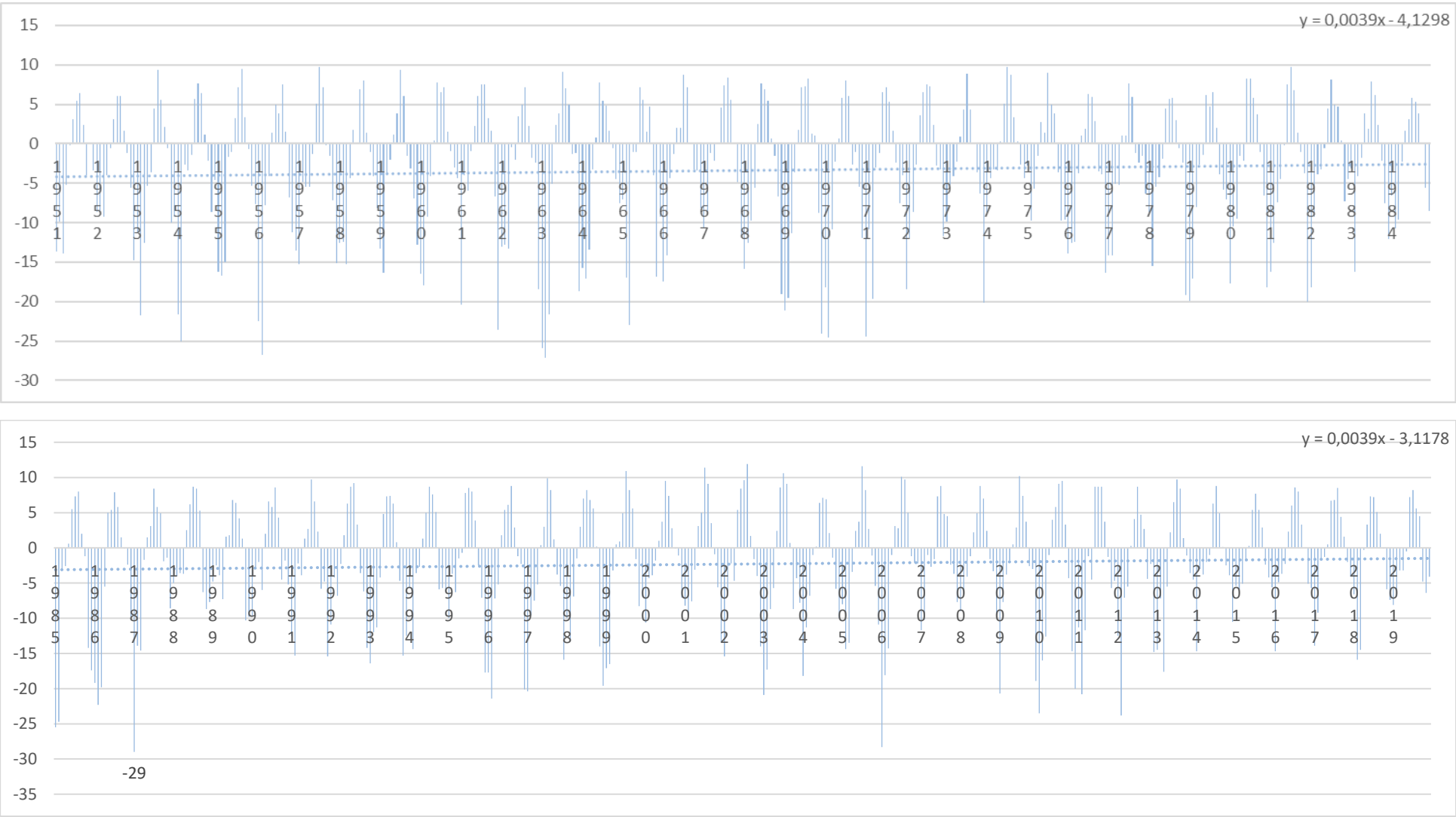
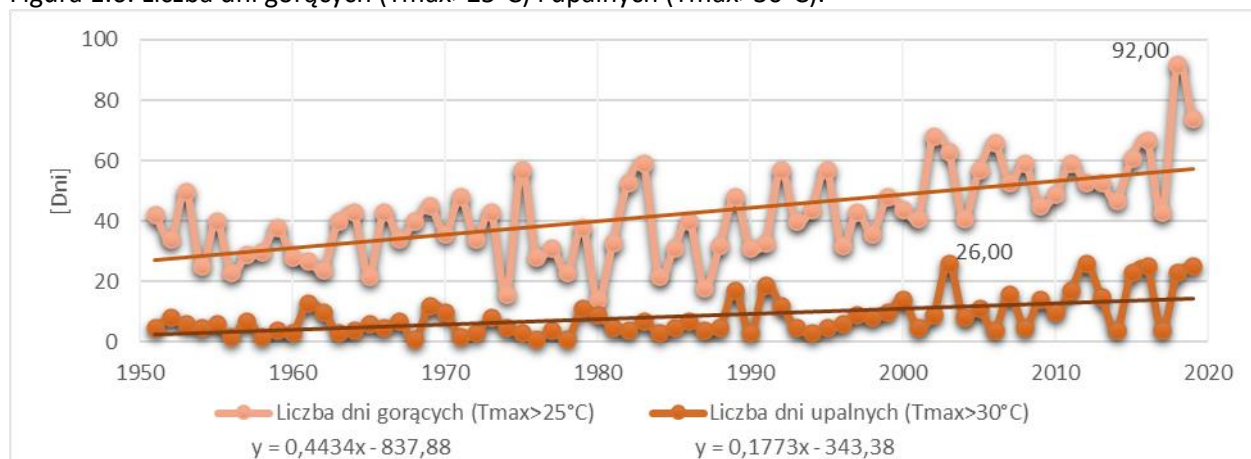


Figura 1.5. Minimalna temperatura dobowa[°C] w wieloleciu 1951-2019.



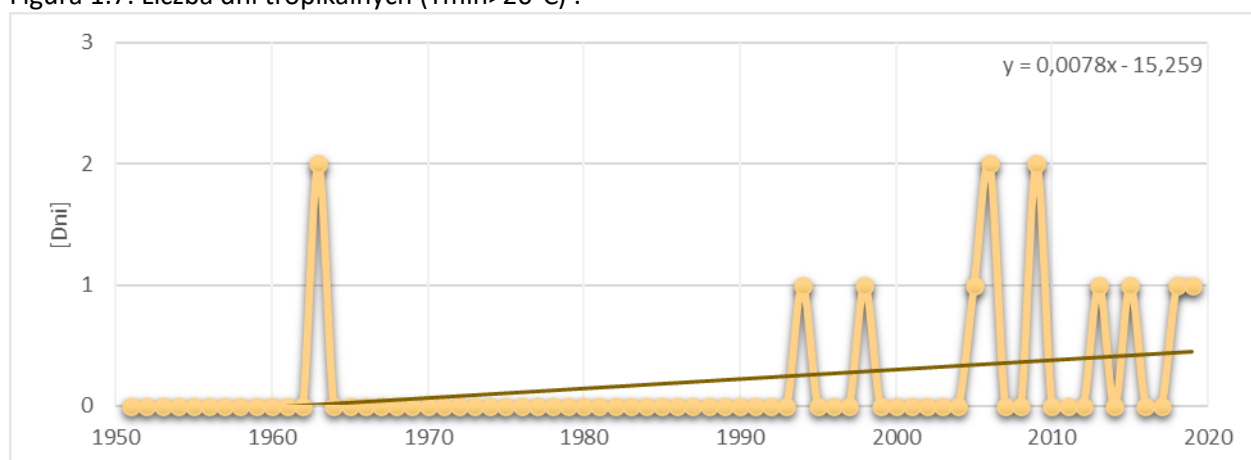
Występowanie dni upalnych i gorących w latach 1951 – 2019 charakteryzowało się dużą zmiennością, z generalnym wzrostowym trendem. Najwięcej dni z temperaturą $>25^{\circ}\text{C}$ zaobserwowano w roku 2019 – 92 dni, najmniej w roku 1980 – 14 dni. W przypadku dni upalnych (z temperaturą przekraczającą 30°C) najwięcej dni wystąpiło w roku 2003 (26 dni), najmniej w latach 1978 i 1968 (1 dzień) (Figura 1.6).

Figura 1.6. Liczba dni gorących ($T_{\text{max}} > 25^{\circ}\text{C}$) i upalnych ($T_{\text{max}} > 30^{\circ}\text{C}$).



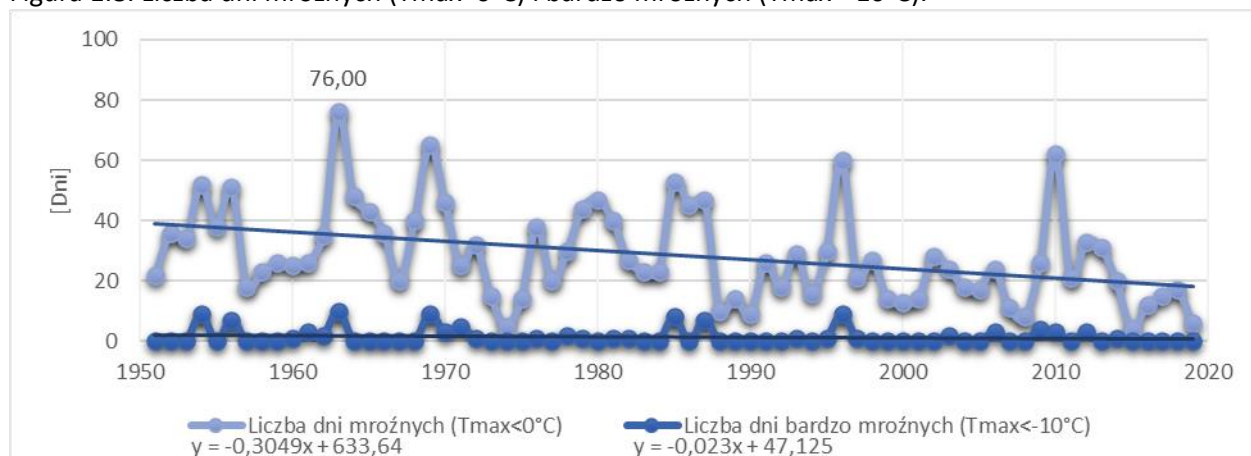
Noce tropikalne występowały sporadycznie i trwały maksymalnie przez dwa dni w roku (2006, 2009 i 1963). Częstotliwość ich występowania wyraźnie zaznacza się na wykresie dopiero od roku 1994, wcześniej zjawisko praktycznie nie występowało (Figura 1.7).

Figura 1.7. Liczba dni tropikalnych ($T_{\text{min}} > 20^{\circ}\text{C}$).

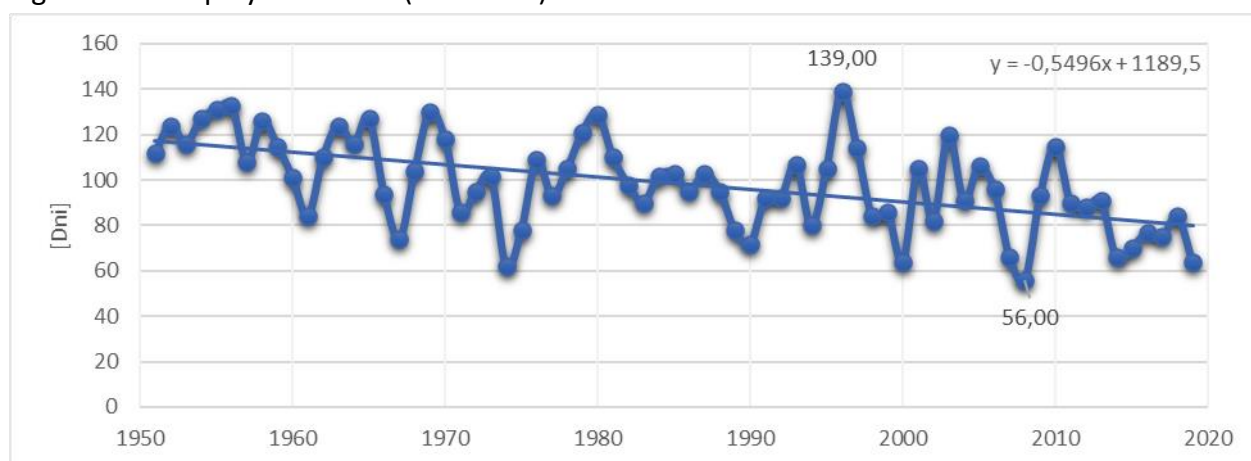


Przebieg krzywej przedstawiającej liczbę dni z maksymalną temperaturą powietrza poniżej 0°C charakteryzuje się dużą zmiennością. Najwięcej dni mroźnych zaobserwowano w roku 1963 (76 dni), najmniej w roku 2015 (4 dni). Pomimo dużych wahań, w analizowanym okresie krzywa przedstawia trend malejący (Figura 1.8).

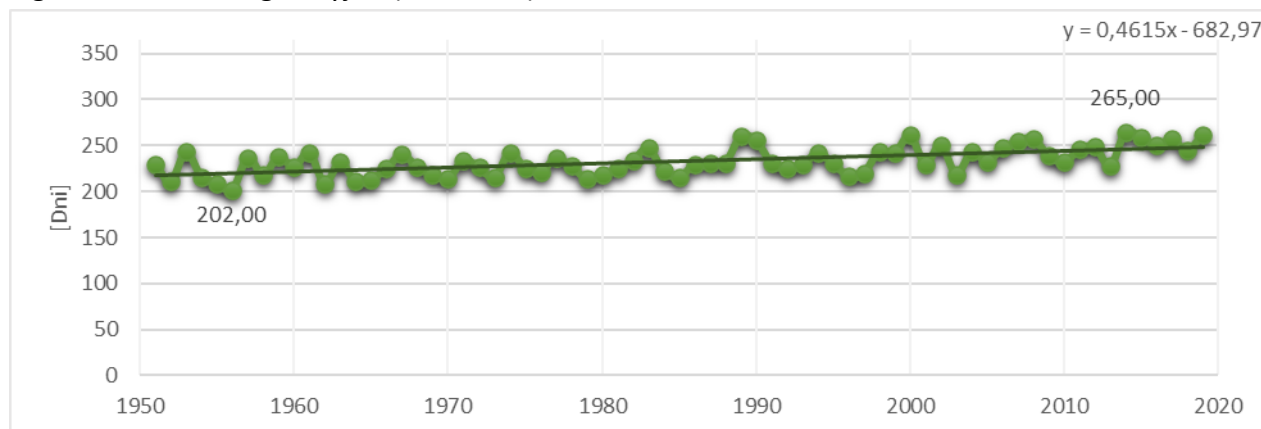
Nieco inaczej prezentuje się krzywa sporządzona dla wystąpień dni bardzo mroźnych. Na omawianym obszarze takie dni występują sporadycznie. Na przestrzeni analizowanych 69 lat, wystąpiły łącznie takie 99 dni a ich liczba maleje w tempie ok. 0,2 dnia/dekadę.

Figura 1.8. Liczba dni mroźnych ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$) i bardzo mroźnych ($T_{max} < -10^{\circ}\text{C}$).

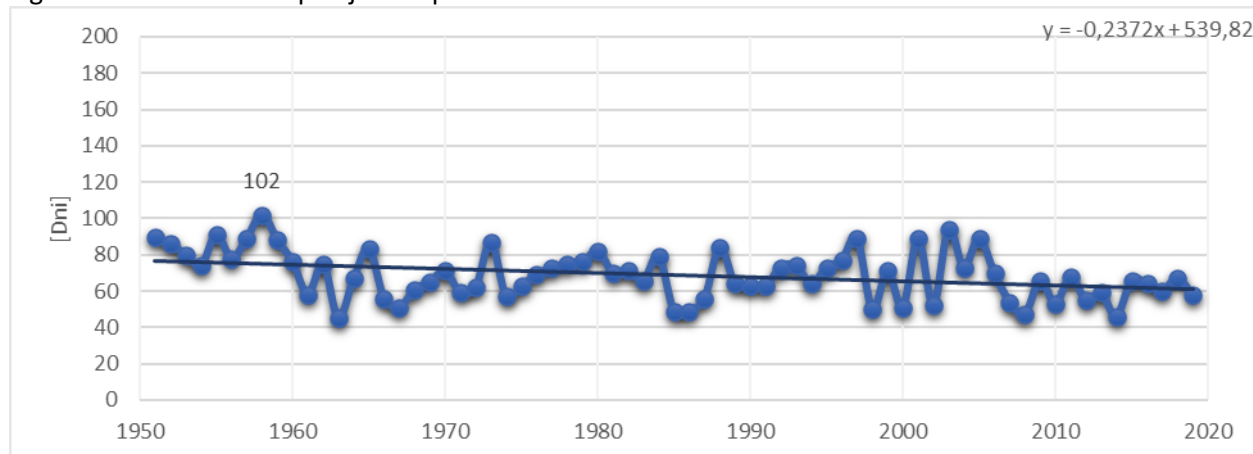
Podobnie jak w przypadku dni mroźnych, dni przymrozkowe, pomimo obserwowanej nieregularności, charakteryzują się wyraźnym trendem spadkowym. W pierwszej dekadzie analizowanego czasu średnio występowało ok 120 dni przymrozkowych, w ostatniej już średnio 85 (Figura 1.9). Liczba dni przymrozkowych na analizowanym obszarze zmniejsza się w tempie 5,5 dnia/dekadę.

Figura 1.9. Dni przymrozkowe ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$).

Odwrotnym trendem charakteryzuje się krzywa prezentująca występowanie dni wegetacyjnych. Najmniej – 202 dni wegetacyjnych zaobserwowano w roku 1956, najwięcej w roku 2014 (265 dni) (Figura 1.10).

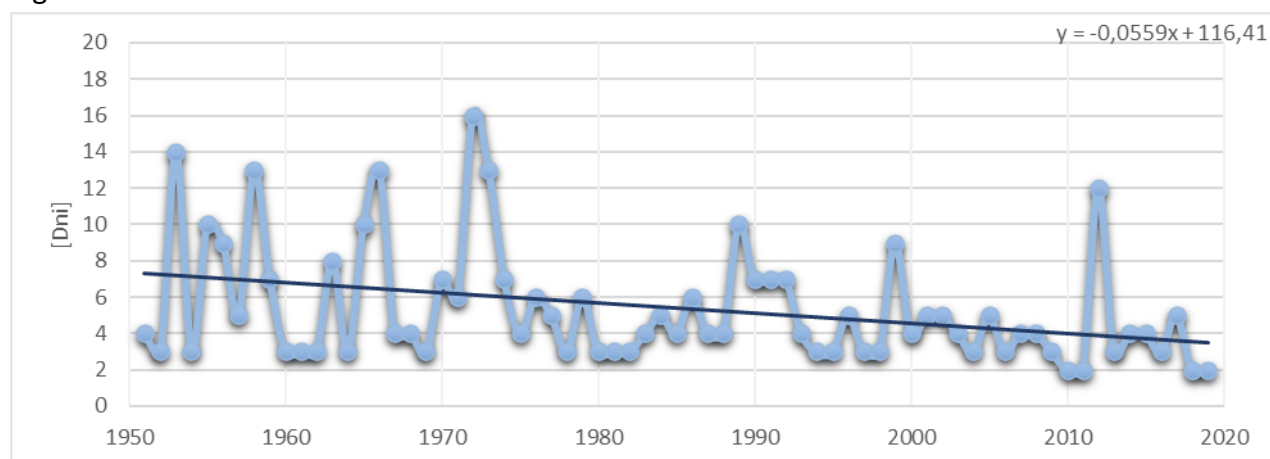
Figura 1.10. Dni wegetacyjne ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$).

Liczba dni w których wystąpiło przejście przez 0°C (rozumiana jako zarejestrowana liczba dni w ciągu roku, podczas których w ciągu doby temperatura maksymalna jest wyższa od 0°C a temperatura minimalna jest niższa od 0°C), ulega zmniejszeniu w tempie ok. 2,3 dnia/ 10 lat (Figura 1.11).

Figura 1.11. Liczba dni z przejściem przez 0°C .

Fale chłodu to następujące po sobie minimum 3 dni, podczas których temperatura powietrza utrzymuje się poniżej -10°C . W analizowanym okresie występowanie fal chłodu charakteryzuje spadkowy trend w tempie 0,5 dnia na 10 lat. Najdłuższe fale chłodu (trwające ponad 10 dni zarejestrowano w latach 1954 (14 dni), 1956 (13 dni), 1961 (13 dni), 1963 (16 i 13 dni), 1980 (13 dni), 1985 (18 i 11 dni), 1987 (12 dni), 2006 (11 dni), i 2012 (16 dni). Rekordowa fala chłodu została zarejestrowana w dniach 04 – 21 stycznia 1985. Trwała 17 dni i osiągnęła najniższą temperaturę $-25,5^{\circ}\text{C}$ w dniu 08.01.1985 r (Figura 1.12).

Figura 1.12. Liczba dni z falami chłodów.

Figura 1.13. Zestawienie zarejestrowanych fal chłodu [$T_{min} < -10^{\circ}\text{C}$ min 3 dni].

Fale chłodu				
Ip.	Od	Do	Dni	Minimalna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
1	07.02.1953	11.02.1953	4	-21,7
2	05.01.1954	08.01.1954	3	-14,9
3	23.01.1954	06.02.1954	14	-21,6
4	07.02.1954	10.02.1954	3	-14,7
5	16.02.1954	26.02.1954	10	-25
6	23.02.1955	04.03.1955	9	-16,7
7	30.01.1956	04.02.1956	5	-23
8	07.02.1956	20.02.1956	13	-26,8
9	21.02.1956	28.02.1956	7	-20,7
10	15.12.1957	18.12.1957	3	-15,1
11	03.01.1958	06.01.1958	3	-12,6
12	28.01.1958	31.01.1958	3	-11
13	08.02.1959	16.02.1959	8	-16,4
14	06.12.1959	09.12.1959	3	-12,8
15	31.01.1960	10.02.1960	10	-18
16	17.01.1961	30.01.1961	13	-20,4
17	15.12.1961	19.12.1961	4	-19,7
18	25.12.1961	29.12.1961	4	-23,6
19	30.01.1962	02.02.1962	3	-13,1
20	21.12.1962	28.12.1962	7	-18,4
21	29.12.1962	04.01.1963	6	-17,7
22	07.01.1963	23.01.1963	16	-25,9
23	25.01.1963	07.02.1963	13	-27,1
24	24.02.1963	03.03.1963	7	-24,2
25	13.12.1963	17.12.1963	4	-18,7
26	20.12.1963	26.12.1963	6	-14,7
27	10.01.1964	15.01.1964	5	-15,7
28	14.02.1964	17.02.1964	3	-11,2
29	19.02.1964	25.02.1964	6	-17,1

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

30	07.03.1964	10.03.1964	3	-13,4
31	07.03.1965	10.03.1965	3	-23,0
32	11.03.1965	14.03.1965	3	-16,4
33	16.11.1965	20.11.1965	4	-15,1
34	16.01.1966	21.01.1966	5	-17,2
35	25.01.1966	29.01.1966	4	-17,5
36	09.01.1968	15.01.1968	6	-15,9
37	11.12.1968	15.12.1968	4	-12,2
38	29.12.1968	02.01.1969	4	-19,1
39	05.01.1969	15.01.1969	10	-21,1
40	12.02.1969	19.02.1969	7	-19,5
41	18.12.1969	25.12.1969	7	-24,1
42	27.12.1969	03.01.1970	7	-21,5
43	07.01.1970	11.01.1970	4	-17,8
44	17.01.1970	20.01.1970	3	-16,6
45	22.01.1970	25.01.1970	3	-14,6
46	30.01.1970	04.02.1970	5	-24,5
47	15.02.1970	18.02.1970	3	-12,9
48	24.02.1970	27.02.1970	3	-13,7
49	31.12.1970	09.01.1971	9	-24,4
50	10.01.1971	14.01.1971	4	-14,4
51	02.03.1971	07.03.1971	5	-19,7
52	14.01.1972	19.01.1972	5	-18,4
53	29.01.1972	02.02.1972	4	-13,7
54	04.02.1972	07.02.1972	3	-11,5
55	30.01.1976	04.02.1976	5	-13,9
56	29.12.1976	01.01.1977	3	-16,3
57	20.01.1977	24.01.1977	4	-14,1
58	29.12.1978	02.01.1979	4	-19,2
59	04.01.1979	07.01.1979	3	-19,9
60	15.02.1979	17.02.1979	2	-12,8
61	26.02.1979	28.02.1979	2	-12,4
62	09.01.1980	21.01.1980	12	-16,4
63	27.01.1980	30.01.1980	3	-17,7
64	04.12.1980	08.12.1980	4	-18,2
65	14.12.1981	18.12.1981	4	-20,0
66	08.01.1982	11.01.1982	3	-18,2
67	14.01.1982	19.01.1982	5	-13,6
68	14.02.1983	16.02.1983	2	-14,1
69	24.02.1983	26.02.1983	2	-16,2
70	02.12.1983	04.12.1983	2	-12,1
71	13.12.1983	15.12.1983	2	-12,1
72	04.01.1985	21.01.1985	17	-25,5
73	08.02.1985	18.02.1985	10	-24,7

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

74	31.12.1985	02.01.1986	2	-19,2
75	04.02.1986	09.02.1986	5	-21,4
76	11.02.1986	15.02.1986	4	-16,7
77	20.02.1986	01.03.1986	9	-22,3
78	10.01.1987	21.01.1987	11	-29,0
79	29.01.1987	31.01.1987	2	-25,4
80	02.02.1987	04.02.1987	2	-13,9
81	01.03.1987	07.03.1987	6	-14,6
82	31.01.1991	03.02.1991	3	-15,3
83	05.02.1991	07.02.1991	2	-14,0
84	11.02.1991	13.02.1991	2	-15,2
85	08.12.1991	11.12.1991	3	-15,4
86	24.12.1992	28.12.1992	4	-14,2
87	01.01.1993	05.01.1993	4	-16,4
88	30.01.1993	01.02.1993	2	-13,2
89	29.11.1993	02.12.1993	3	-15,3
90	13.02.1994	16.02.1994	3	-14,4
91	18.02.1994	20.02.1994	2	-12,9
92	27.12.1995	01.01.1996	5	-17,7
93	23.01.1996	31.01.1996	8	-17,7
94	05.02.1996	11.02.1996	6	-21,4
95	26.12.1996	02.01.1997	7	-20,4
96	16.12.1997	18.12.1997	2	-15,9
97	21.11.1998	23.11.1998	2	-14,0
98	10.02.1999	12.02.1999	2	-16,5
99	09.12.2002	13.12.2002	4	-13,1
100	23.12.2002	26.12.2002	3	-14,0
101	04.01.2003	11.01.2003	7	-20,9
102	12.02.2003	14.02.2003	2	-17,3
103	04.01.2004	06.01.2004	2	-15,5
104	23.01.2004	26.01.2004	3	-18,2
105	11.02.2004	13.02.2004	2	-11,3
106	20.01.2006	30.01.2006	10	-28,3
107	04.02.2006	06.02.2006	2	-18,1
108	05.01.2009	08.01.2009	3	-20,7
109	17.12.2009	22.12.2009	5	-18,9
110	21.01.2010	28.01.2010	7	-23,5
111	07.02.2010	09.02.2010	2	-14,3
112	30.11.2010	05.12.2010	5	-16,2
113	15.12.2010	19.12.2010	4	-15,5
114	27.12.2010	31.12.2010	4	-20,0
115	21.02.2011	26.02.2011	5	-20,8
116	28.01.2012	12.02.2012	15	-23,8
117	23.03.2013	25.03.2013	2	-17,6

118	23.01.2014	27.01.2014	4	-14,7
119	02.01.2016	06.01.2016	4	-14,7
120	06.01.2017	09.01.2017	3	-13,9
121	25.02.2018	04.03.2018	7	-15,9

Fale dni gorących to trwające minimum 5 dni okresy z maksymalną dobową temperaturą przekraczającą 25°C. W obserwowanym wieloleciu liczba dni gorących zwiększa się ze średnią prędkością 0,4 dnia na rok. Rekordową liczbę 64 dni gorących udokumentowano w roku 2019. Złożyło się na nie 6 fal upałów trwających w dniach: 01.06.2019 - 08.06.2019; 09.06.2019- 03.07.2019; 18.07.2019 - 23.07.2019; 24.07.2019 - 31.07.2019; 04.08.2019 - 14.08.2019; 23.08.2019 - 03.09.2019

Fale upałów to trwające minimum 5 dni okresy z maksymalną dobową temperaturą przekraczającą 30°C. Najwięcej dni (23) z falami upałów zaobserwowano w roku 2006. Złożyły się na nią trzy fale upałów (Figura 1.15). Najwyższą temperaturę zaobserwowano 20 lipca - 35,3°C. Liczba dni z falami upałów w wieloleciu zwiększała się w tempie ok 0,1 dzień na rok (Figura 1.14).

Figura 1.14. Liczba dni z falami upałów i dni gorących.

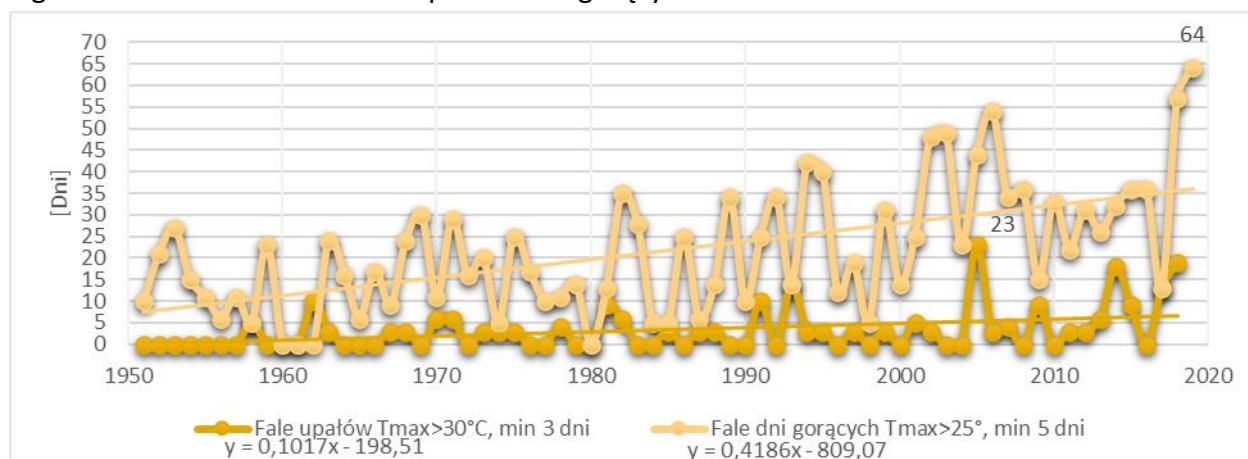


Figura 1.15. Zestawienie zarejestrowanych fal upałów [Tmax>30°C min 3 dni].

Fale upałów				
lp.	Od	Do	Dni	Maksymalna temperatura [°C]
1	09.07.1959	14.07.1959	5	37
2	17.07.1963	20.07.1963	3	31,9
3	23.07.1963	26.07.1963	3	35,2
4	01.08.1963	05.08.1963	4	35,4
5	27.08.1964	30.08.1964	3	32
6	17.06.1968	20.06.1968	3	31,9
7	25.07.1969	28.07.1969	3	33,4
8	26.07.1971	29.07.1971	3	32
9	20.08.1971	23.08.1971	3	31,5
10	16.07.1972	19.07.1972	3	31,7
11	20.07.1972	23.07.1972	3	31

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

12	15.08.1974	18.08.1974	3	33,4
13	08.08.1975	11.08.1975	3	31,7
14	17.07.1976	20.07.1976	3	33,8
15	31.05.1979	04.06.1979	4	32,6
16	04.06.1982	07.06.1982	3	32,2
17	03.08.1982	09.08.1982	6	32,6
18	10.07.1983	13.07.1983	3	31
19	26.07.1983	29.07.1983	3	35,5
20	02.07.1986	05.07.1986	3	32,9
21	23.07.1988	26.07.1988	3	36,6
22	14.08.1989	17.08.1989	3	35,4
23	20.07.1992	23.07.1992	3	34,5
24	01.08.1992	04.08.1992	3	32,6
25	08.08.1992	12.08.1992	4	37,2
26	13.07.1994	16.07.1994	3	32,2
27	23.07.1994	03.08.1994	11	38
28	08.07.1995	11.07.1995	3	34,3
29	07.06.1996	10.06.1996	3	33,7
30	20.07.1998	23.07.1998	3	36,8
31	20.06.2000	23.06.2000	3	36,3
32	28.07.2002	02.08.2002	5	33,3
33	12.08.2003	15.08.2003	3	35
34	25.06.2006	28.06.2006	3	33
35	05.07.2006	14.07.2006	9	34,2
36	18.07.2006	29.07.2006	11	35,3
37	15.07.2007	18.07.2007	3	35,9
38	25.07.2008	29.07.2008	4	31,7
39	09.07.2010	18.07.2010	9	34,1
40	26.07.2012	29.07.2012	3	33,2
41	26.07.2013	29.07.2013	3	34,4
42	06.07.2014	09.07.2014	3	32,8
43	18.07.2014	21.07.2014	3	34,8
44	03.07.2015	08.07.2015	5	34,9
45	02.08.2015	05.08.2015	3	34,3
46	06.08.2015	13.08.2015	7	37,8
47	30.08.2015	02.09.2015	3	36,1
48	23.06.2016	26.06.2016	3	34,8
49	25.07.2016	28.07.2016	3	31,6
50	26.08.2016	29.08.2016	3	32,2
51	26.07.2018	05.08.2018	10	33,8
52	07.08.2018	10.08.2018	3	35
53	10.06.2019	13.06.2019	3	34,8
54	25.06.2019	28.06.2019	3	38
55	29.06.2019	02.07.2019	3	37,3

56	28.07.2019	31.07.2019	3	34,4
57	26.08.2019	02.09.2019	7	32,9

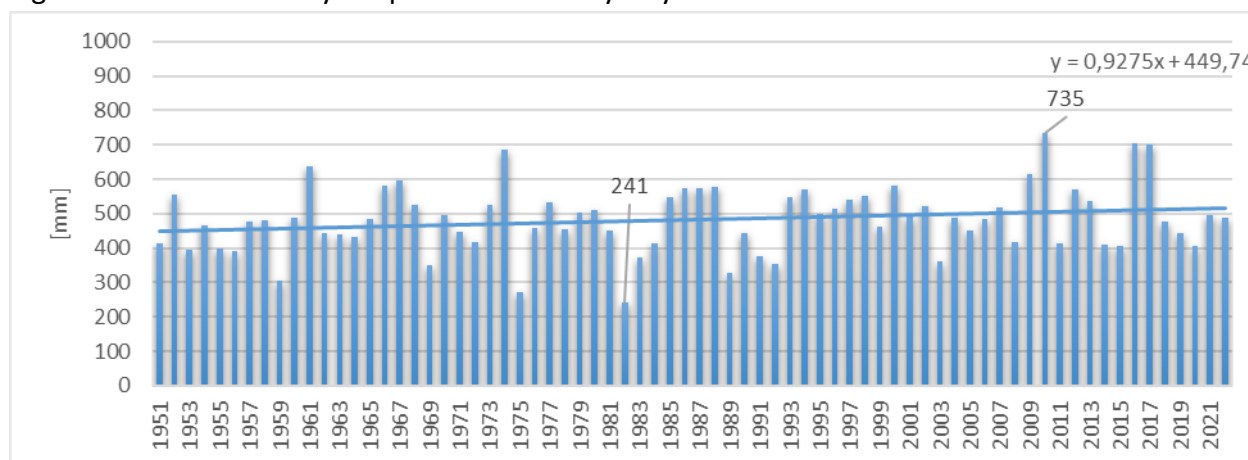
1.2 Warunki pluwialne

Opady atmosferyczne scharakteryzowano posługując się skonsolidowanymi danymi z dwóch stacji pomiarowych. Stacja Śrem (252179997) prowadziła pomiary meteorologiczne w latach 1951 – 1976, stacja Śrem (252170270) rejestruje pomiary od roku 1975 do teraz. Po przeprowadzeniu analizy danych pozyskiwanych równolegle przez obie stacje (latach 1975-1976), stwierdzono spójność rejestrowanych danych. W konsekwencji zdecydowano się na zestawienie wyników analiz pozyskanych z obu stacji w sposób ciągły, dla całego okresu rejestracji.

Charakterystykę opadów śniegu oraz wietrzności omówiono na podstawie danych pochodzących ze stacji Kórnik (252170210) w wieloleciu 1951 -2019.

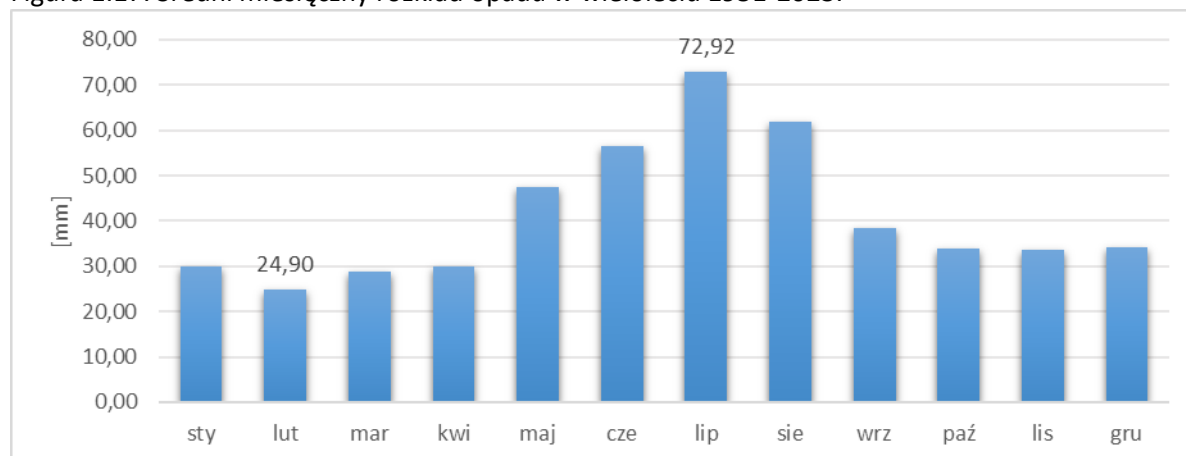
W rejonie Śremu, w wieloleciu 1951 – 2022 średnioroczne opady atmosferyczne osiągnęły wysokość ok. 485 mm. Najwyższy sumaryczny roczny opad został zarejestrowany w roku 2010 – wartość opadu wyniosła 735 mm, z kolei najmniejszy opad miał miejsce w roku 1982 – 241 mm. Pomimo nieregularności w rocznych opadach w wieloleciu, linia trendu wskazuje ogólny wzrost wysokości opadów atmosferycznych w tempie 9mm/10 lat (Figura 1.16).

Figura 1.16. Suma rocznych opadów atmosferycznych.



Średni miesięczny rozkład opadu sporządzony dla wielolecia 1951-2023 charakteryzuje się wyraźną sezonowością. Najwyższa wartość opadów atmosferycznych ma miejsce w czerwcu (56,56 mm), lipcu (72,92 mm) i sierpniu (61,85), z kolei najmniejsze wartości opadów rejestruje się w lutym (24,9 mm) i marcu (28,79 mm).

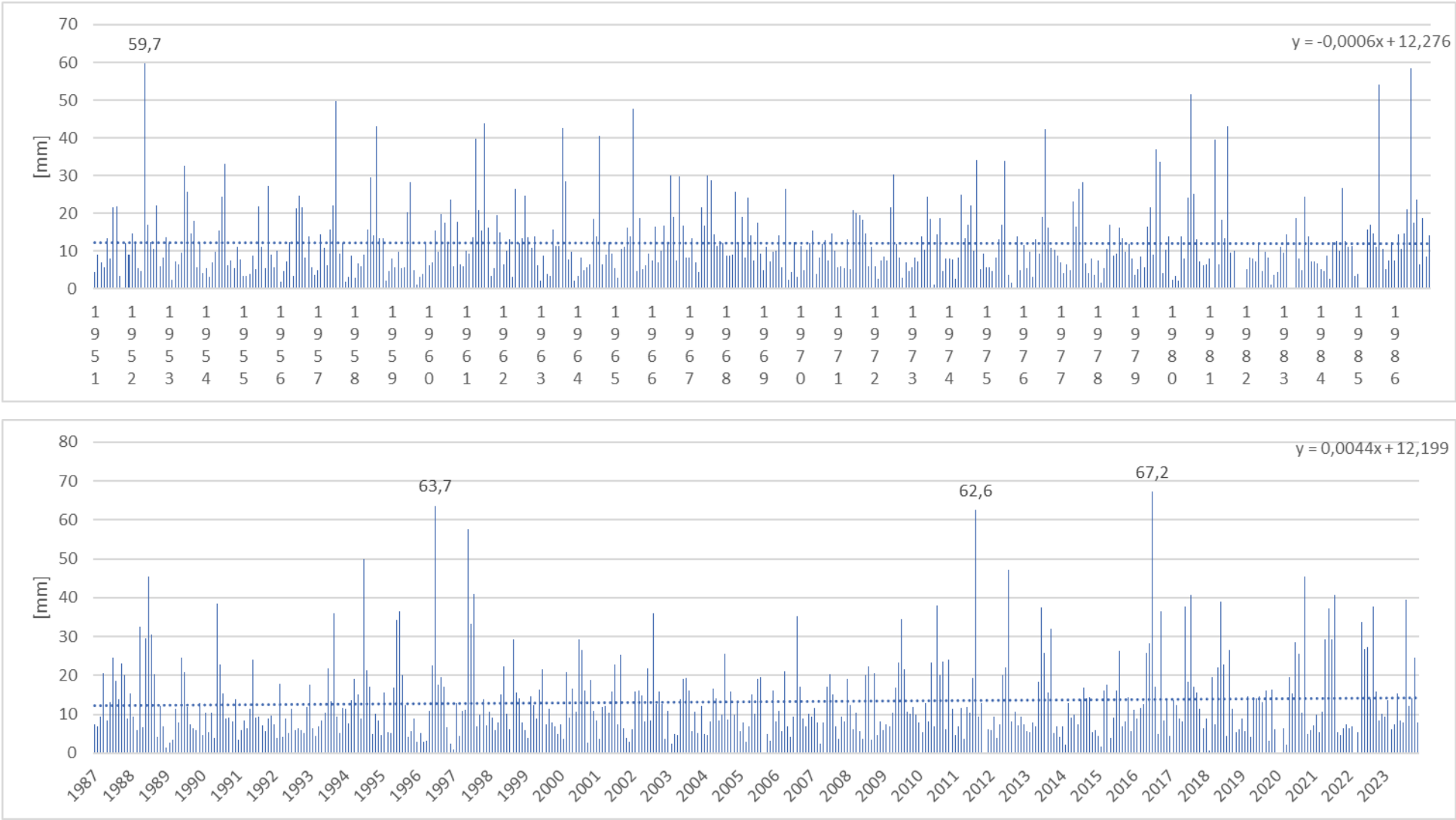
Figura 1.17. Średni miesięczny rozkład opadu w wieloleciu 1951-2023.



Najwyższe opady dobowe w wieloleciu 1951-2023 zaobserwowano: 07.05.1952 – opad wyniósł 59,7 mm; 08.07.1996 – 63,7 mm; 24.08.2011 – 62,6 mm; 14.07.2016 – 67,2 mm (Figura 1.18).

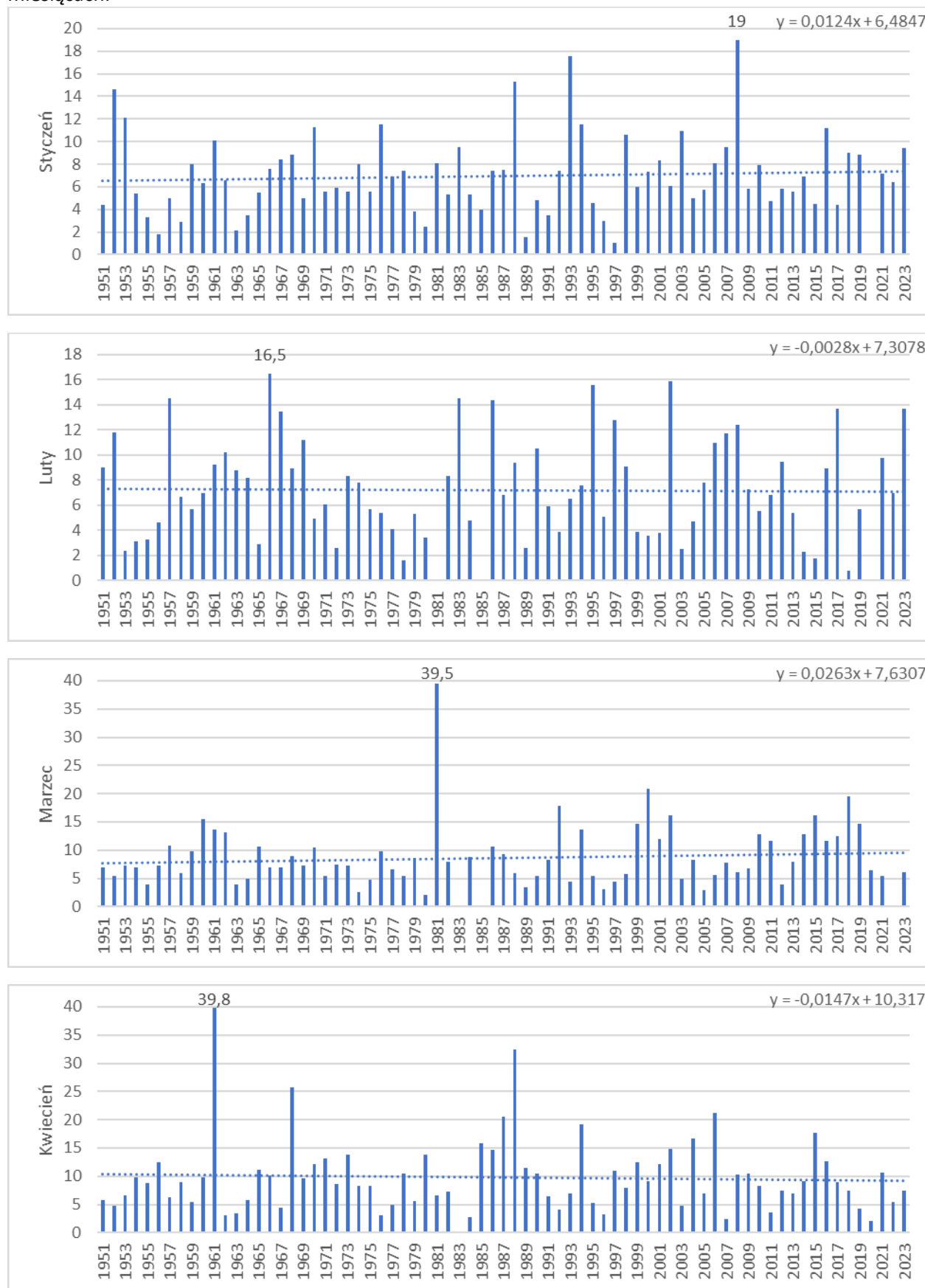
Wysokość maksymalnych dobowych opadów w ujęciu miesięcznym w analizowanym wieloleciu nie wskazuje istotnych trendów. Największy trend wzrostowy dotyczy sierpnia i października (ok 0,8 mm/10lat) z kolei minimalny – kwietnia (ok -0,1 mm/10 lat) (Figura 1.19).

Figura 1.18. Maksymalny opad dobowy w miesiącu w wieloleciu 1951-2023 [mm].

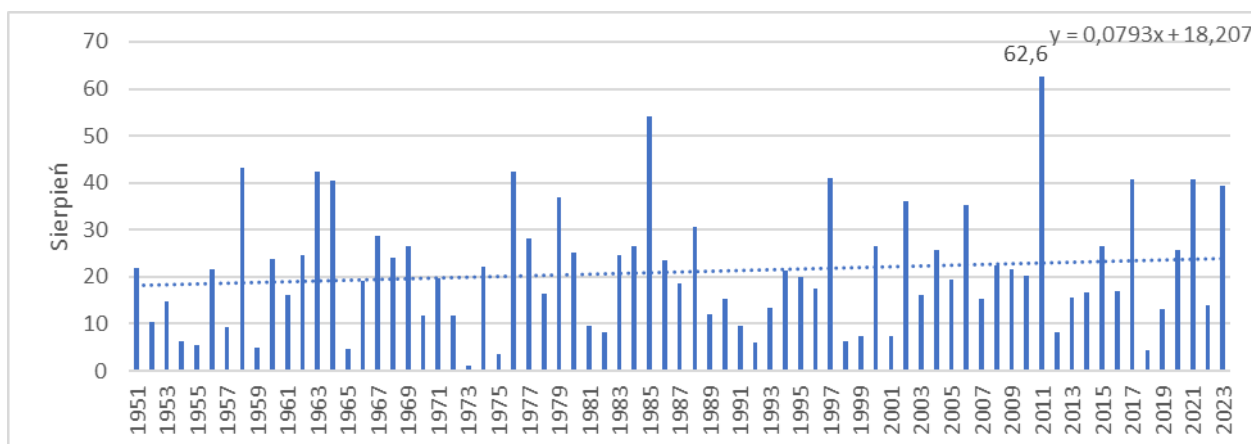
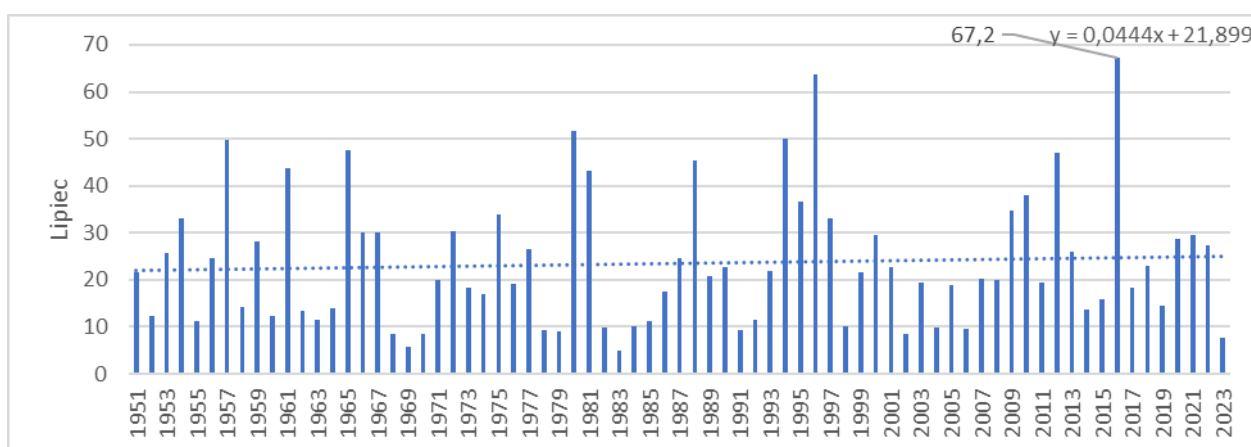
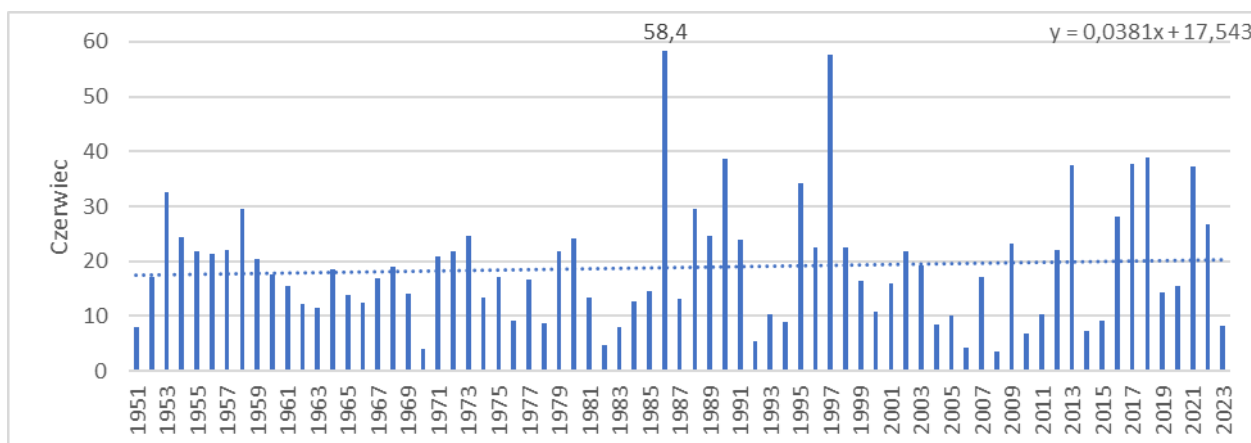
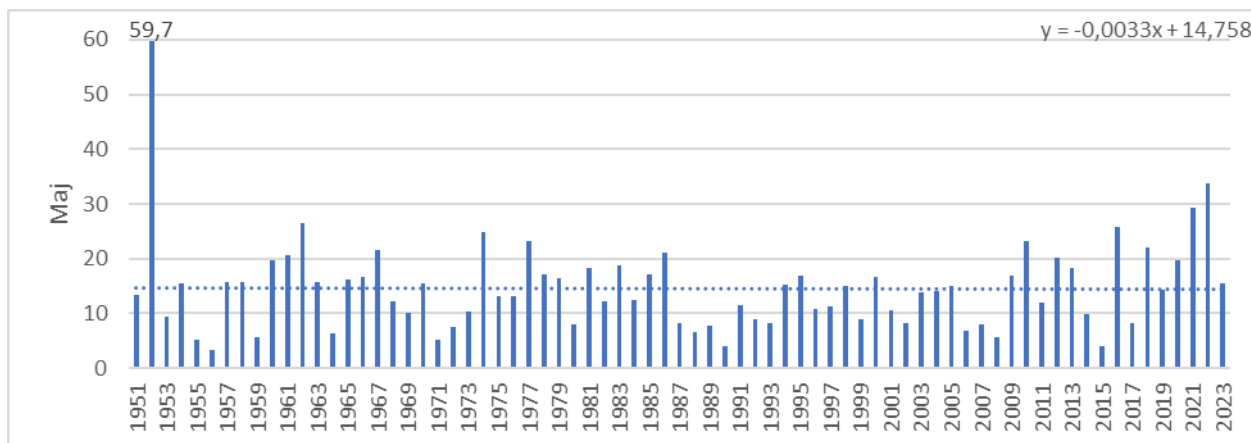


Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

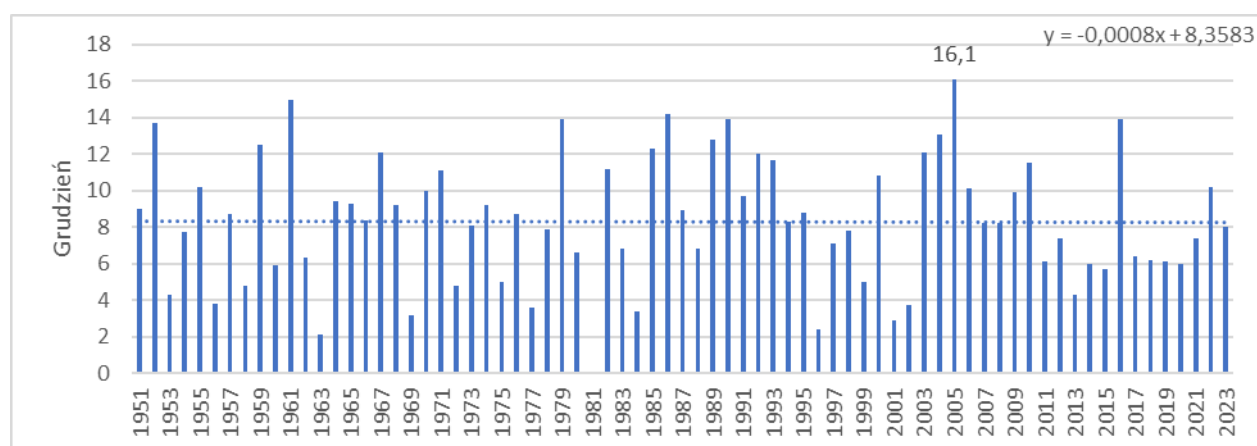
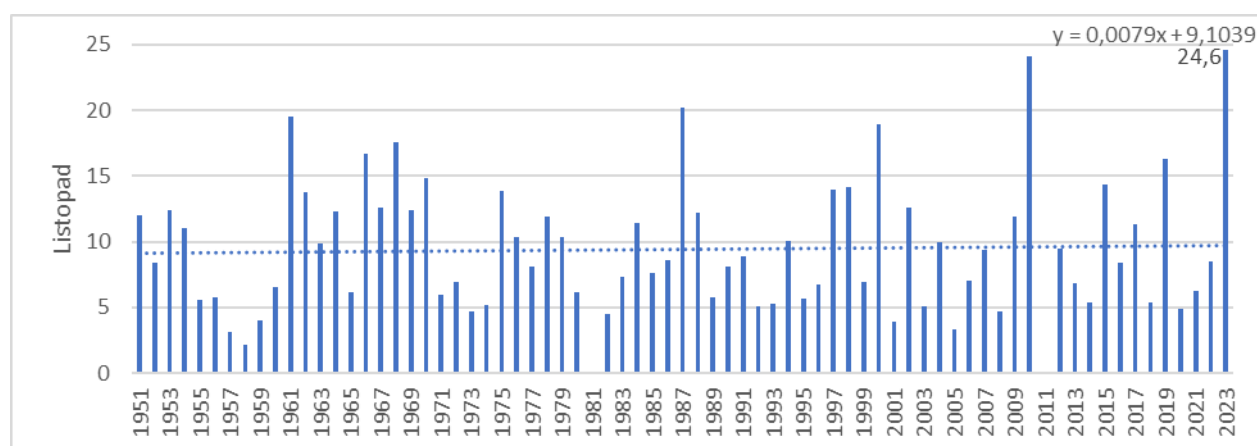
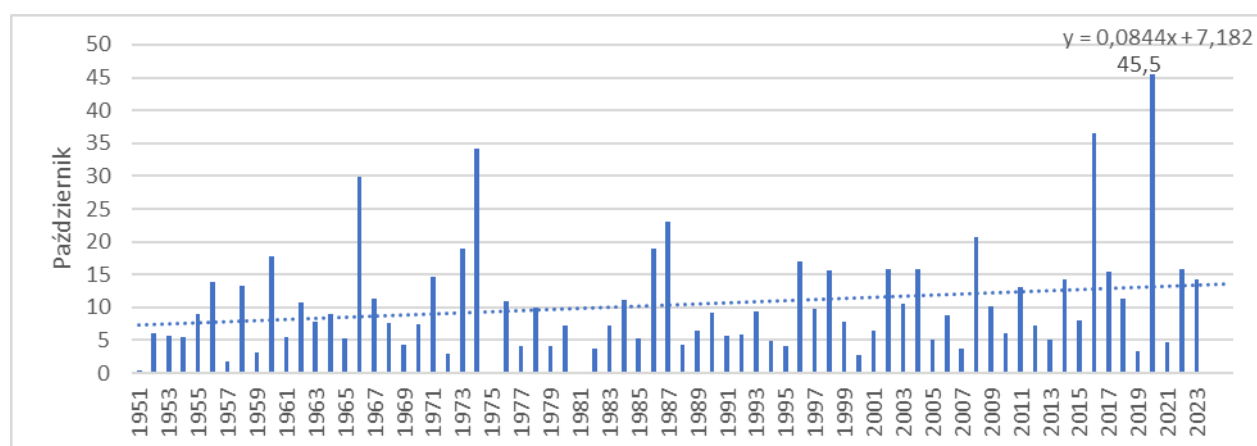
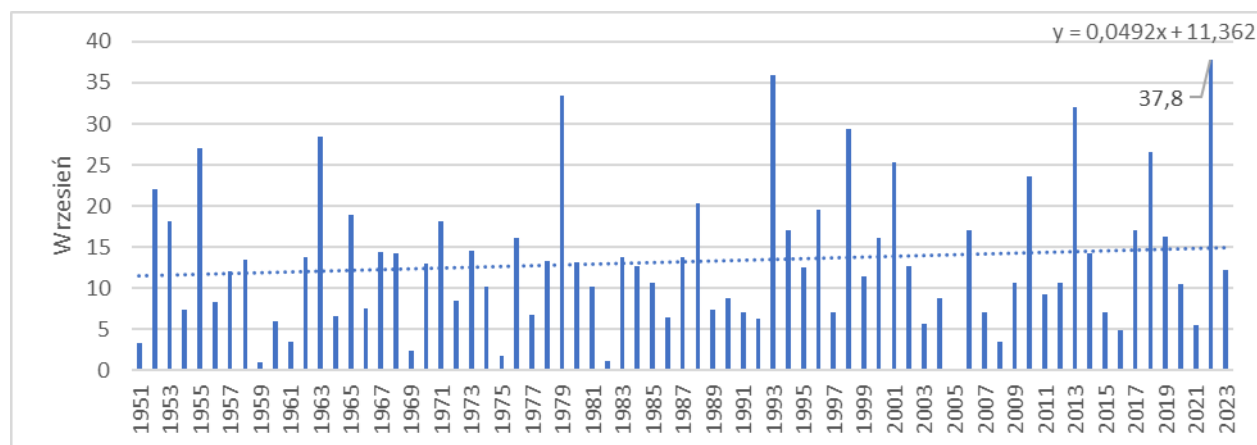
Figura 1.19. Przebieg wieloletni maksymalnych dobowych opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach.



Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030



Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030



Dni z opadami dobowymi większymi lub równymi 1 mm występują średnio 91 dni w roku. Najwięcej zaobserwowano w roku 2023 (118 dni), najmniej w roku 1975 (53 dni). Liczba takich dni w wieloleciu 1951 – 2023 charakteryzuje się minimalnie wzrostowym trendem (ok 0,2 dnia/10lat) (Figura 1.20).

Podobne wartości prezentują wystąpienia dni z o intensywności większej lub równiej 10 i 20 mm. Rekordową liczbę dni z opadem ≥ 10 mm zaobserwowano w roku 2016 – 21 dni (Figura 1.21). W przypadku opadów ≥ 20 mm rekordowe 8 dni zaobserwowano w roku 2011 (Figura 1.22).

Figura 1.20. Dni z opadem dobowym ≥ 1 mm.

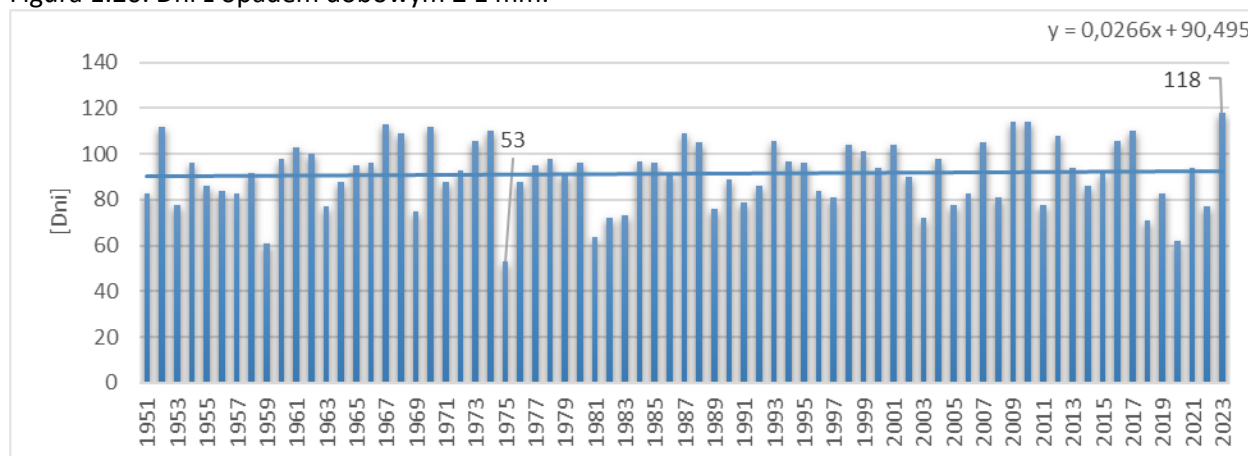


Figura 1.21. Dni z opadem dobowym ≥ 10 mm.

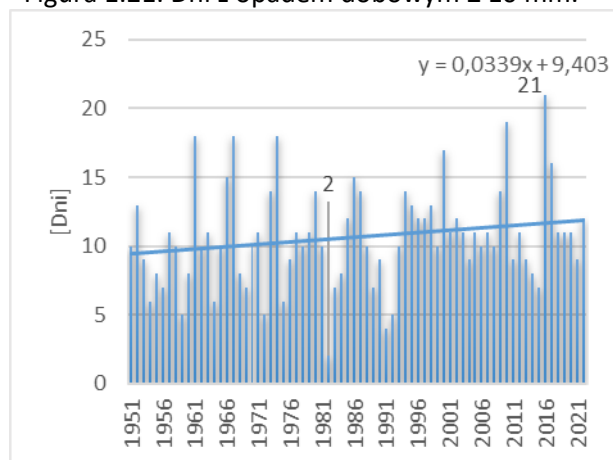
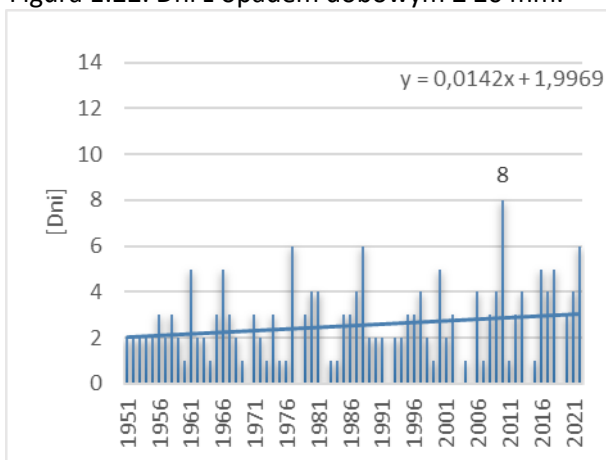
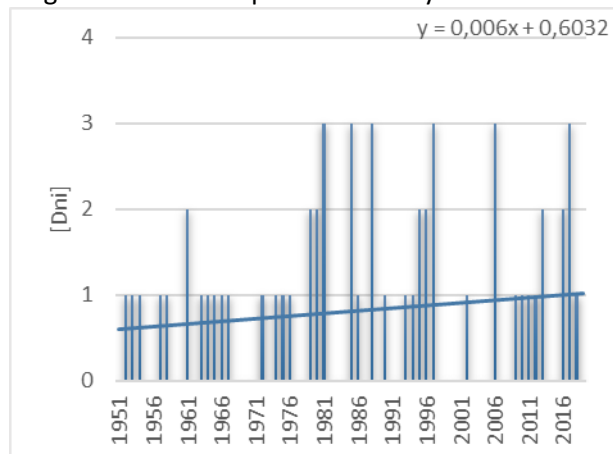
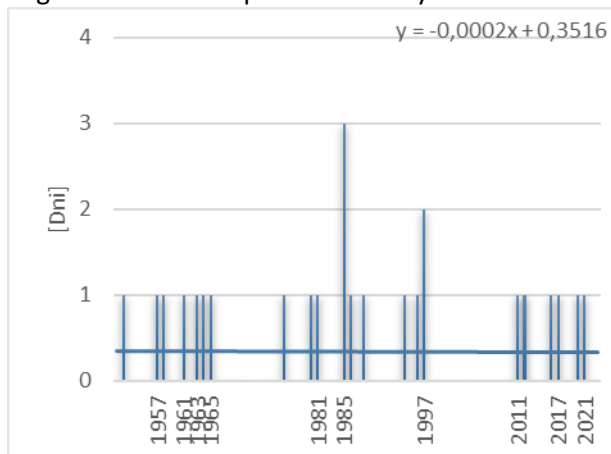


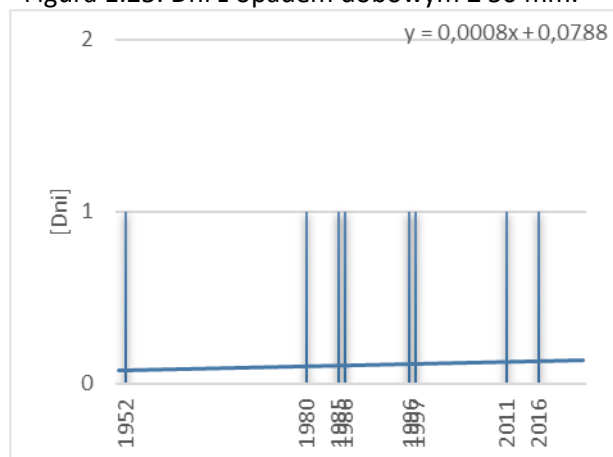
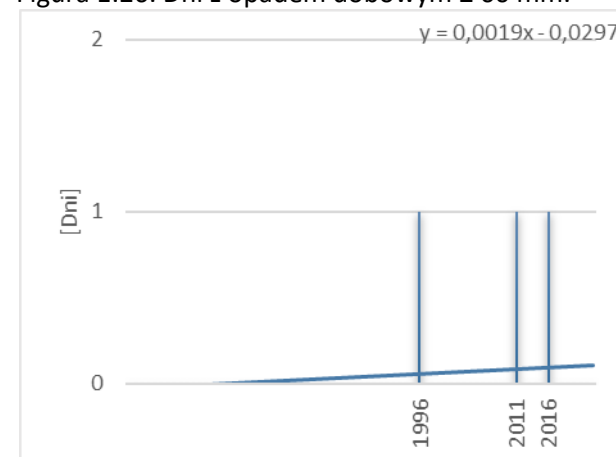
Figura 1.22. Dni z opadem dobowym ≥ 20 mm.



Dni z opadami dobowymi większymi lub równymi 30 i 40 mm występowały w badanym wieloleciu sporadycznie. W przypadku dni z opadem ≥ 30 mm należy zauważyć że po roku 1980 zarejestrowano intensywne opady występujące nawet 3 dni w roku (Figura 1.23). Dni z opadem ≥ 40 mm wystąpiły w badanym wieloleciu łącznie 25 razy przy czym ich linia trendu nie wskazuje na intensyfikację zjawiska (Figura 1.24).

Figura 1.23. Dni z opadem dobowym ≥ 30 mm.Figura 1.24. Dni z opadem dobowym ≥ 40 mm.

Dni z opadami dobowymi większymi lub równymi 50 i 60 mm obserwowano jedynie kilkakrotnie. W udokumentowanym wieloleciu opad ≥ 50 mm wystąpił ośmiokrotnie, natomiast opad ≥ 60 mm trzykrotnie. W żadnym z przypadków nie przekraczał jednego dnia w roku (Figura 1.25, Figura 1.26). Opady z intensywnością opadu ≥ 70 mm w obserwowanym wieloleciu nie wystąpiły.

Figura 1.25. Dni z opadem dobowym ≥ 50 mm.Figura 1.26. Dni z opadem dobowym ≥ 60 mm.

Dni bez opadu lub z opadem < 1 mm w analizowanym wieloleciu występowały średnio 273 razy. Najwięcej (312) takich dni wystąpiło w roku 1975, najmniej 247 w roku 2023. Dni bez opadu w wieloleciu charakteryzują się niewielką zmiennością oraz niewielką tendencją spadkową. (Figura 1.27).

Okresy bezopadowe definiowane jako następujące po sobie minimum 5 dni z opadami < 1 mm, w wieloleciu występowały średnio 20 razy w roku. Najmniej takich okresów odnotowano w latach 1957, 1967, 1981 i 1995 (16 okresów). Najwięcej w roku 2018 – 27 okresów (Figura 1.28). Liczba okresów suchych w wieloleciu wykazuje marginalny trend wzrostowy.

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

Figura 1.27. Liczba dni w roku bez opadu.

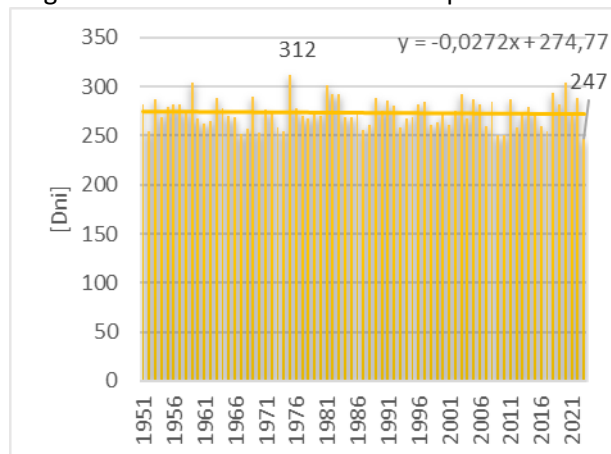
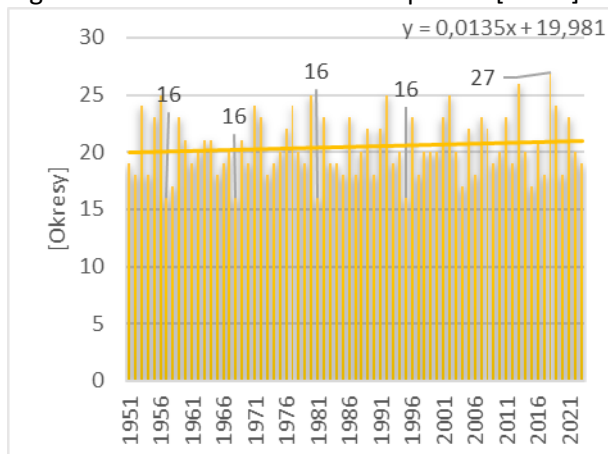
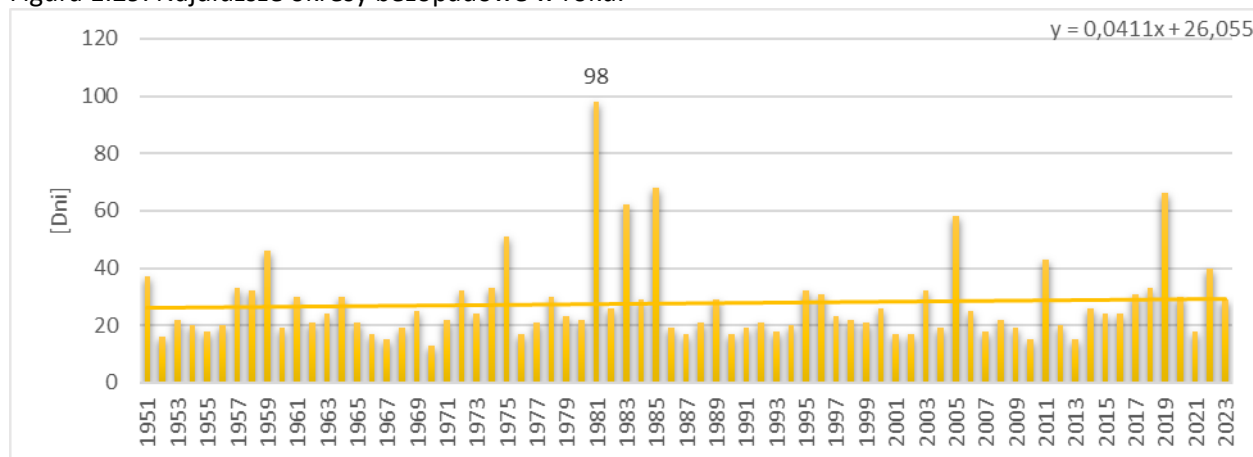


Figura 1.28. Liczba okresów bez opadów >5dni.



Najdłuższy z zaobserwowanych okresów bezopadowych wystąpił w dniach 26.09.1981 – 02.01.1982 i trwał 98 dni (Figura 1.29).

Figura 1.29. Najdłuższe okresy bezopadowe w roku.



Najwyższa odnotowana wysokość pokrywy śnieżnej wystąpiła w roku 1970 i wyniosła 46 cm. najniższa w roku 1974 – 0 cm. Średniorocznie pokrywa śnieżna osiąga wysokość 0,84 cm i jej wartość w wieloleciu charakteryzuje się tendencją spadkową (Figura 1.30).

Figura 1.30. Średnia wysokość pokrywy śnieżnej w roku.

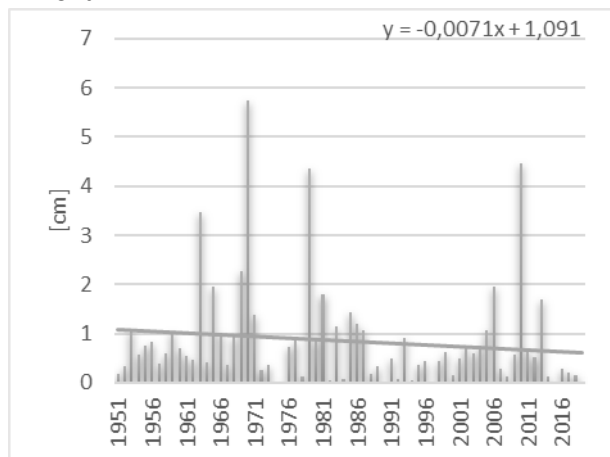
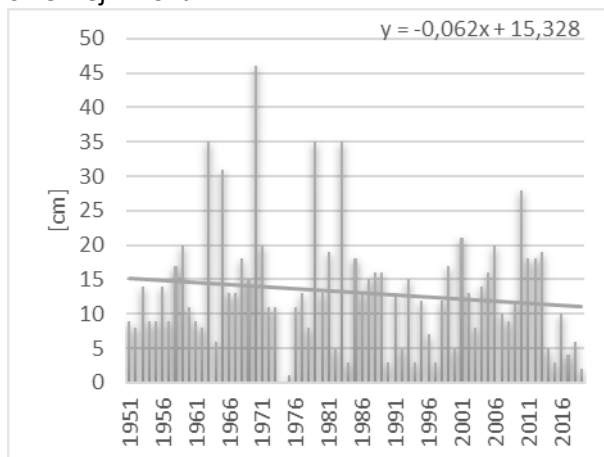


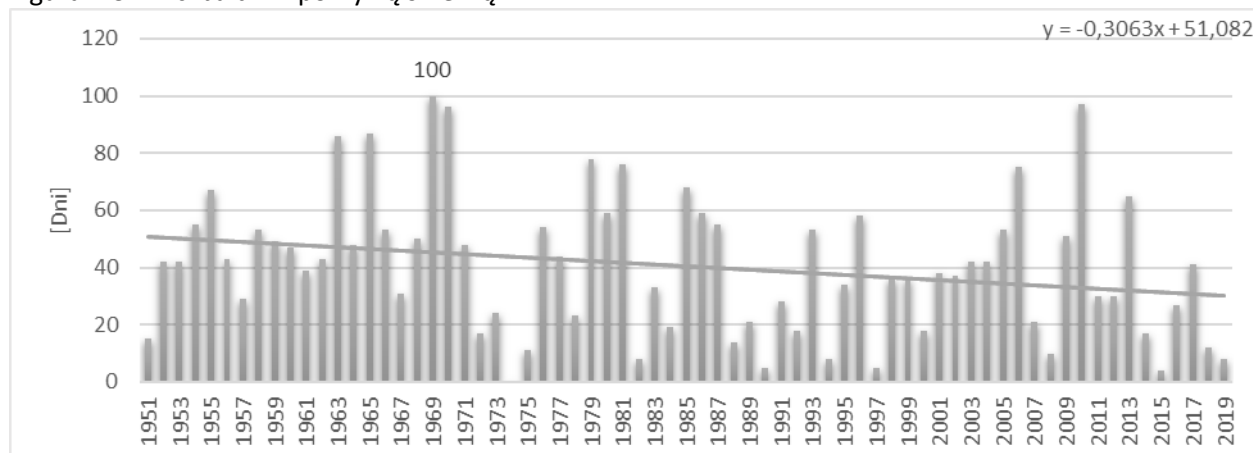
Figura 1.31 Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej w roku.



Liczba dni w roku z pokrywą śnieżną również cechuje się trendem spadkowym. Najdłuższej

(100 dni) śnieg występował w roku 1969 (Figura 1.32).

Figura 1.32. Liczba dni z pokrywą śnieżną.



1.3 Warunki wietrzne

Dni ze średnią dobową prędkością wiatru przekraczającą 17 m/s w rejonie Śremu występowały incydentalnie. W wieloleciu 1951-2009 wystąpiły 3 razy, w roku 1956, 1957 i 1960, przy czym w ostatnim roku trzykrotnie (Figura 1.33). Silne wiatry, z porywami osiągającymi wartość ≥ 10 m/s (średniodobowo) rejestrowane były w latach 1951 – 1987. W tym okresie występowały średnio przez 4 dni w roku (w roku 1956 rekordowo 16 dni). W latach 1987-2007 nie występowały, a po roku 2009 przestały być rejestrowane (Figura 1.34).

Figura 1.33. Dni wiatrem o prędkości ≥ 17 m/s.

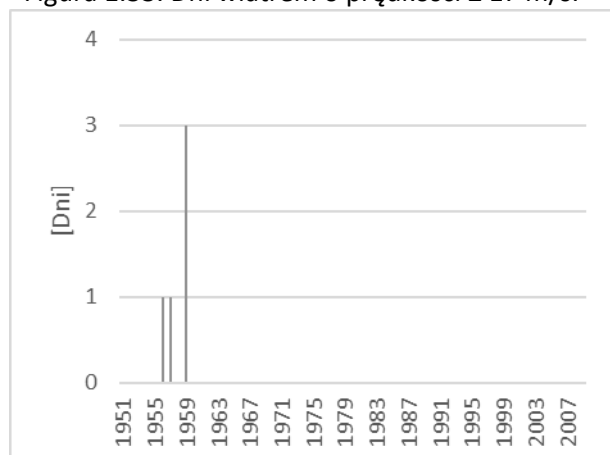
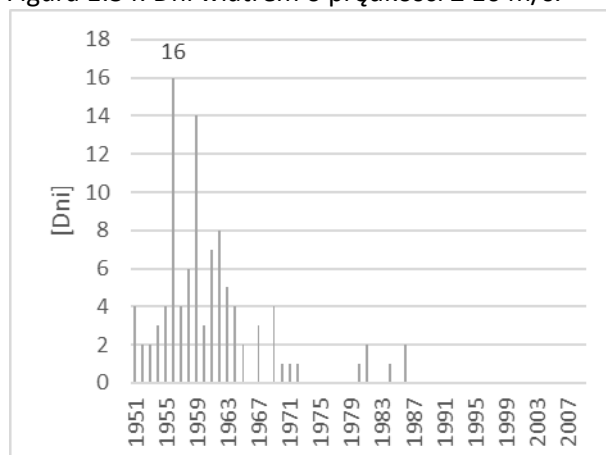


Figura 1.34. Dni wiatrem o prędkości ≥ 10 m/s.



W wieloleciu 1951–2009 zaobserwowano trend spadkowy średniej prędkości wiatru, który malał w tempie około 0,2 m/s rocznie (rys. 1.35). Warto jednak zaznaczyć, że dane dotyczące warunków wietrznych rejestrowane na stacji w Kórniku nie zawierają informacji o maksymalnych porywach wiatru.

To właśnie te najsilniejsze porywy stanowią największe zagrożenie w kontekście zmian klimatycznych. Skutki gwałtownych wiatrów mogą być poważne – obejmują m.in. łamanie i przewracanie drzew, wypadki drogowe z udziałem rowerzystów, uszkodzenia elewacji budynków, zerwania linii energetycznych, a także zniszczenia upraw i pól.

Na terenie powiatu śremskiego w ostatnich latach kilkukrotnie wydawano ostrzeżenia meteorologiczne związane z silnym wiatrem (Figura 1.36), co świadczy o realnym i rosnącym zagrożeniu tego typu zjawiskami.

Figura 1.35. Maksymalna średniodobowa prędkość wiatru.

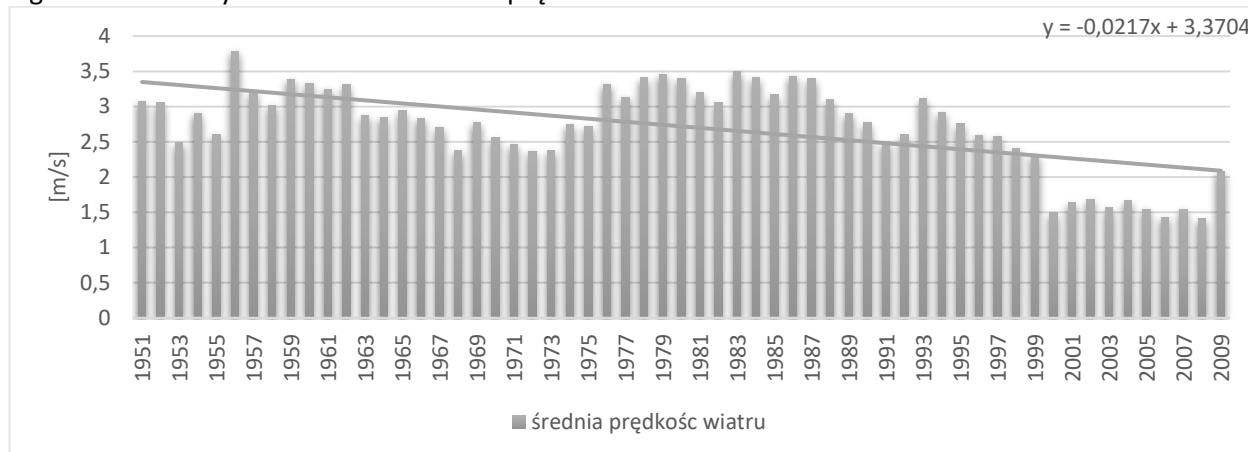


Figura 1.36. Ostrzeżenia o silnych i porywistych wiatrach – Śrem.

Data wystąpienia	Średnia prędkość wiatru	Porywy wiatru	Źródło:
4–5 stycznia 2023	30–45 km/h	do 80 km/h	srem.pl
27 maja 2022	do 40 km/h	do 80 km/h	srem.pl
21 maja 2022	do 35 km/h	do 90 km/h	srem.pl
27–28 stycznia 2022	25–40 km/h	do 90 km/h	srem.pl
3 stycznia 2022	30–40 km/h	do 75 km/h	srem.pl
4–5 listopada 2021	30–40 km/h	do 90 km/h	srem.pl
2 grudnia 2021	35–45 km/h	do 85 km/h	portalsremski.pl

1.4 Warunki hydrologiczne

Warunki hydrologiczne w mieście Śrem zostały scharakteryzowane na podstawie danych ze stacji Śrem (152170010) z całego okresu objętego rejestracją tj. 1994 – 2023.

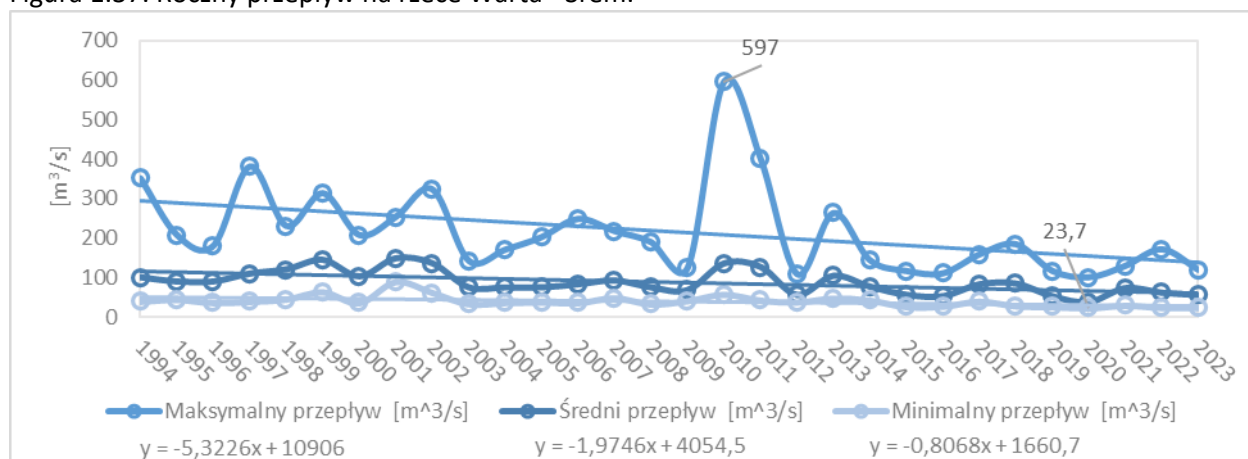
Na moment sporządzenia niniejszego opracowania Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej nie opublikował danych hydrologicznych za rok 2024.

W 2024 roku Śrem doświadczył podwyższonego poziomu wody w Warcie. W lutym poziom rzeki przekroczył stan ostrzegawczy, osiągając 406 cm, (obecny stan alarmowy wynosi 460 cm) . W ciągu kilku dni lustro wody podniosło się o ponad 20 cm, a przepływ wzrósł z 157 m³/s do 172 m³/s. Według doniesień medialnych, wystąpiły lokalne podtopienia i zalania posesji, ale nie doszło do poważniejszych szkód.

Stacja Śrem znajduje się w centralnej części miasta, ok. 200 m na NNW od mostu Daniela Kęszyckiego. Obejmuje opomiarowanie rzeki Warty w zakresie przepływu, temperatury oraz stanu wody. Do analizy zjawisk hydrologicznych wykorzystano dane o natężeniu przepływu, bez uwzględnienia współczynników redukcyjnych wynikających z występowania zjawisk lodowych oraz zarastania koryta (dane rejestrowane w stacji Śrem nie obejmują wskazanych zjawisk). Analizy hydrologiczne przedstawiono w tzw. latach hydrologicznych zaczynających się od 1 listopada i trwających do 30 października.

Wielolecie 1994 – 2023 cechuje się wyraźnie malejącą wartością przepływu. Największy spadkowy trend opisuje krzywą przepływu maksymalnego (ok $-5,3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{rok}$), najmniejszy – przepływu minimalnego (ok $-0,8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{rok}$). Najwyższa wartość przepływu w wieloleciu została osiągnięta 29 maja 2010 r – $597 \text{ m}^3/\text{s}$, najniższa – 26 sierpnia 2020 - $23,7 \text{ m}^3/\text{s}$ r (Figura 1.37. Roczny przepływ na rzece Warta - Śrem. Figura 1.37).

Figura 1.37. Roczny przepływ na rzece Warta - Śrem.



Niżówki

Niżówka to okres, w którym stan przepływu jest mniejszy od największej wartości z przepływów minimalnych rocznych w wieloletnim okresie obserwacji, utrzymujący się przez minimum 7 dni. Dla analizowanego obszaru wartość niżówki wynosi – **$89 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Niżówka głęboka to okres, w którym stan przepływu jest mniejszy od średniej wartości przepływów z minimów rocznych w wieloletnim okresie obserwacji, utrzymujący się przez minimum 7 dni. Dla analizowanego obszaru wynosi – **$40,8 \text{ m}^3/\text{s}$**

W latach 1994 – 2023 wystąpiło 90 niżówek oraz 30 niżówek głębokich. Najdłuższa niżówka utrzymywała się przez prawie cały rok hydrologiczny (357 dni) i trwała od 01.11.2020 do 21.10.2020 r. Najdłuższą niżówkę głęboką zarejestrowano w roku 2017. Trwała 180 dni od 8 kwietnia do 5 października. Zebrane dane wskazują na wzrostowy trend występowania zarówno niżówek jak i niżówek głębokich (Figura 1.38).

Figura 1.38. Liczba dni z niżówką w latach hydrologicznych.

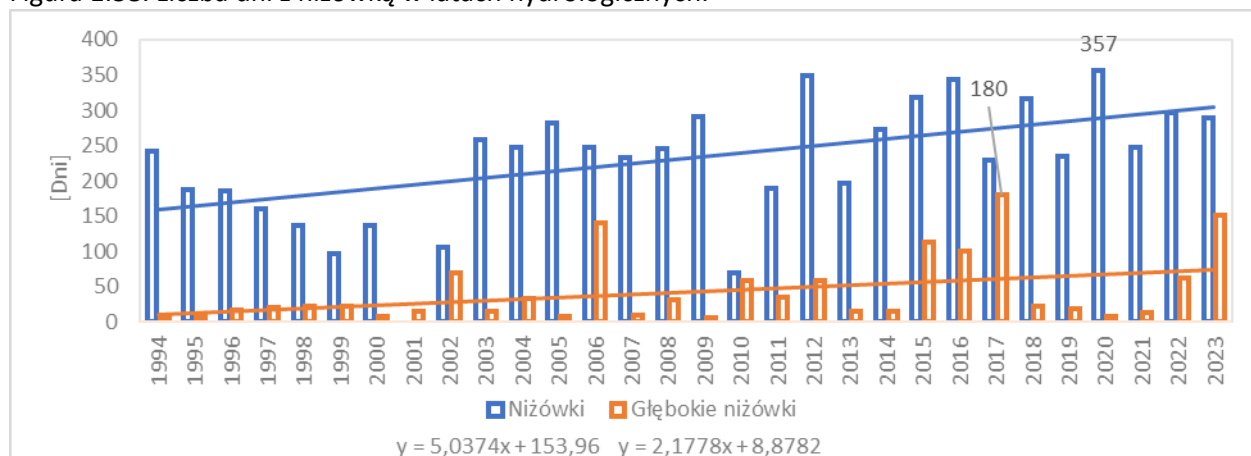


Figura 1.39. Wystąpienia niżówek w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień–Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.

Wystąpienia niżówek		
OD	DO	DNI
01.01.1994	09.02.1994	39
24.04.1994	08.05.1994	14
11.07.1994	25.07.1994	14
01.08.1994	23.01.1995	175
24.01.1995	08.02.1995	15
01.07.1995	23.11.1995	145
04.12.1995	31.12.1995	27
01.01.1996	23.05.1996	143
09.08.1996	11.09.1996	33
20.09.1996	30.09.1996	10
14.02.1997	23.04.1997	68
21.05.1997	17.06.1997	27
29.06.1997	12.07.1997	13
18.07.1997	09.09.1997	53
16.07.1998	29.09.1998	75
08.10.1998	09.12.1998	62
28.07.1999	15.08.1999	18
13.10.1999	31.12.1999	79
01.01.2000	04.02.2000	34
22.02.2000	07.03.2000	14
25.03.2000	01.04.2000	7
02.07.2000	21.09.2000	81
21.07.2002	02.08.2002	12
09.09.2002	12.12.2002	94
12.02.2003	15.03.2003	31
18.04.2003	13.05.2003	25
05.06.2003	20.07.2003	45
27.07.2003	31.12.2003	157

01.01.2004	20.03.2004	79
24.03.2004	02.04.2004	9
24.07.2004	31.12.2004	160
01.01.2005	09.03.2005	67
17.03.2005	25.03.2005	8
27.03.2005	17.05.2005	51
29.06.2005	06.07.2005	7
04.08.2005	31.12.2005	149
01.01.2006	24.02.2006	54
15.03.2006	20.04.2006	36
27.07.2006	31.12.2006	157
01.01.2007	15.01.2007	14
24.01.2007	15.02.2007	22
03.03.2007	11.03.2007	8
26.06.2007	31.12.2007	188
01.01.2008	08.02.2008	38
14.02.2008	22.03.2008	37
13.07.2008	31.12.2008	171
01.01.2009	01.05.2009	120
17.06.2009	04.09.2009	79
30.09.2009	31.12.2009	92
01.01.2010	11.01.2010	10
23.03.2010	24.04.2010	32
03.09.2010	01.10.2010	28
25.06.2011	31.12.2011	189
01.01.2012	22.03.2012	81
30.03.2012	29.04.2012	30
07.05.2012	31.12.2012	238
01.01.2013	01.04.2013	90

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

25.05.2013	05.06.2013	11	22.07.2017	26.11.2017	127
26.09.2013	31.12.2013	96	26.04.2018	02.06.2018	37
01.01.2014	12.02.2014	42	09.06.2018	15.03.2019	279
01.03.2014	08.03.2014	7	04.05.2019	15.05.2019	11
27.03.2014	16.04.2014	20	21.05.2019	31.12.2019	224
03.05.2014	20.05.2014	17	01.01.2020	23.12.2020	357
03.06.2014	21.07.2014	48	22.01.2021	01.03.2021	38
15.08.2014	31.12.2014	138	06.03.2021	16.03.2021	10
01.01.2015	25.02.2015	55	17.03.2021	24.03.2021	7
06.04.2015	14.04.2015	8	18.05.2021	22.06.2021	35
20.04.2015	31.12.2015	255	26.07.2021	31.12.2021	158
01.01.2016	05.05.2016	125	01.01.2022	06.03.2022	64
19.05.2016	16.06.2016	28	12.05.2022	31.12.2022	233
23.06.2016	31.12.2016	191	01.01.2023	27.03.2023	85
01.01.2017	05.02.2017	35	31.05.2023	18.06.2023	18
10.03.2017	24.04.2017	45	28.06.2023	31.12.2023	186
02.06.2017	25.06.2017	23			

Figura 1.40. Wystąpienia niżówek głębokich w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień–Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.

Wystąpienia niżówek głębokich			
OD	DO	ROK	DNI
29.09.1994	06.10.1994	1994	7
01.03.1996	08.03.1996	1996	7
17.08.2000	02.09.2000	2000	16
15.08.2003	04.09.2003	2003	20
16.11.2003	09.12.2003	2003	23
06.10.2004	28.10.2004	2004	22
15.09.2005	23.09.2005	2005	8
22.09.2006	06.10.2006	2006	14
11.08.2008	19.10.2008	2008	69
29.07.2012	13.08.2012	2012	15
13.10.2012	15.11.2012	2012	33
26.11.2012	04.12.2012	2012	8
03.08.2015	21.12.2015	2015	140
04.03.2016	14.03.2016	2016	10
15.08.2016	16.09.2016	2016	32
26.09.2016	02.10.2016	2016	6
05.10.2016	03.12.2016	2016	59
15.08.2018	18.09.2018	2018	34
30.09.2018	28.11.2018	2018	59
17.12.2018	31.12.2018	2018	14
25.01.2019	08.02.2019	2019	14
10.08.2019	01.12.2019	2019	113
22.12.2019	01.04.2020	2019	101

08.06.2020	05.12.2020	2020	180
19.08.2021	11.09.2021	2021	23
24.09.2021	13.10.2021	2021	19
15.10.2021	22.10.2021	2021	7
31.07.2022	13.08.2022	2022	13
24.08.2022	25.10.2022	2022	62
02.08.2023	31.12.2023	2023	151

Wezbrania

Wezbranie to okres, w którym stan przepływu jest większy od średniego przepływu maksymalnego w wieloletnim okresie obserwacji utrzymujący się przez minimum 1 dzień. Dla analizowanego obszaru wynosi – **205,08m³/s**.

Wezbrania w analizowanym wieloleciu wystąpiły łącznie 21 razy. Najwięcej dni z wezbraniem zaobserwowano w 2011 roku. Łącznie wezbrania utrzymywały się przez 69 dni, na które składały się dwa epizody wezbraniowe. Pierwszy od 17 listopada do 7 grudnia, drugi od 14 grudnia do 24 lutego (Figura 1.42). Analiza danych wskazuje na zmniejszający się trend występowania wezbrań (Figura 1.41).

Figura 1.41. Liczba dni z wezbraniem w latach hydrologicznych.

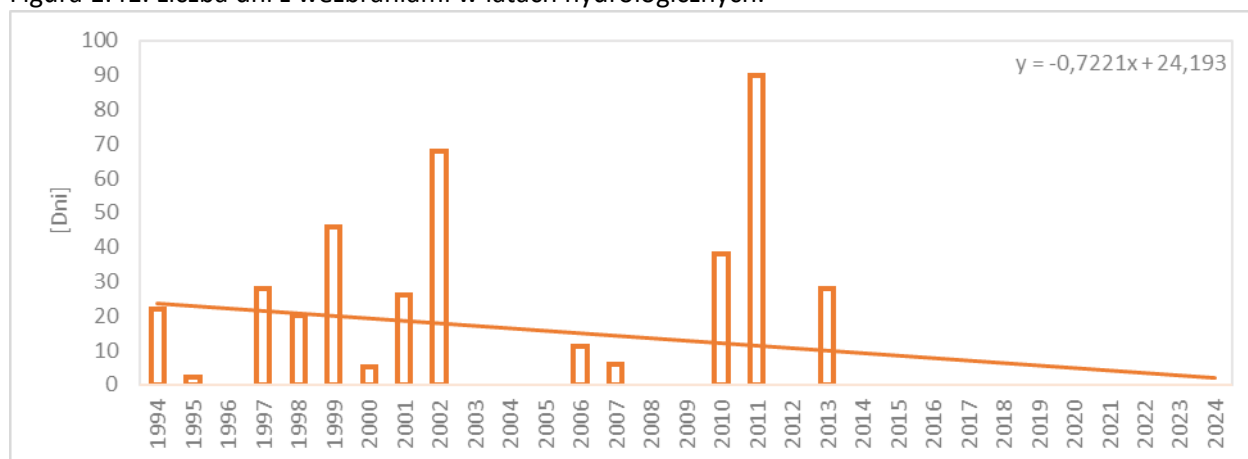


Figura 1.42. Wystąpienia wezbrań w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień–Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.

Wystąpienia wezbrań		
OD	DO	DNI
05.03.1994	12.03.1994	7
15.06.1994	30.06.1994	15
17.04.1995	19.04.1995	2
18.09.1997	16.10.1997	28
13.03.1998	24.03.1998	11
19.04.1998	28.04.1998	9
01.05.1999	30.05.1999	29
23.06.1999	08.07.1999	15
12.09.1999	14.09.1999	2

20.05.2000	23.05.2000	3
05.06.2000	07.06.2000	2
01.07.2001	18.07.2001	17
05.10.2001	14.10.2001	9
26.03.2002	02.06.2002	68
02.06.2006	13.06.2006	11
27.05.2007	02.06.2007	6
02.05.2010	13.05.2010	11
22.07.2010	18.08.2010	27
17.01.2011	07.02.2011	21
14.02.2011	24.04.2011	69
08.08.2013	05.09.2013	28

Temperatura

Dane pochodzące ze stacji Śrem wskazują, że temperatura wody w Warcie w latach 1987-2014 ulegała powolnemu ocieplaniu, w tempie ok 0,05°C skali roku (Figura 1.43). Rzeka osiąga najwyższe temperatury w lipcu (średnio 21,35°C) a najniższe w lutym (średnio 1,64°C) (Figura 1.44).

Figura 1.43. Średnia roczna temperatura wody.

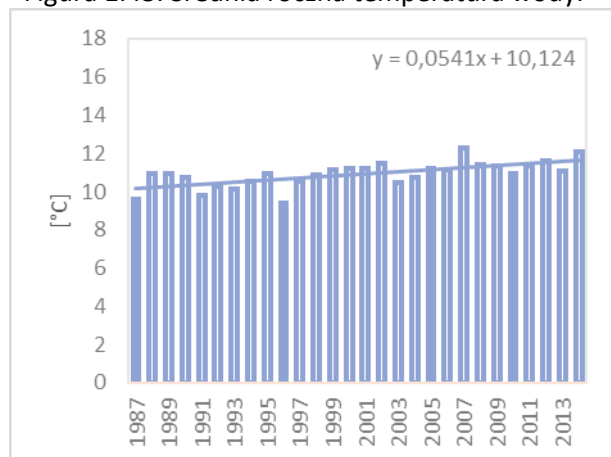
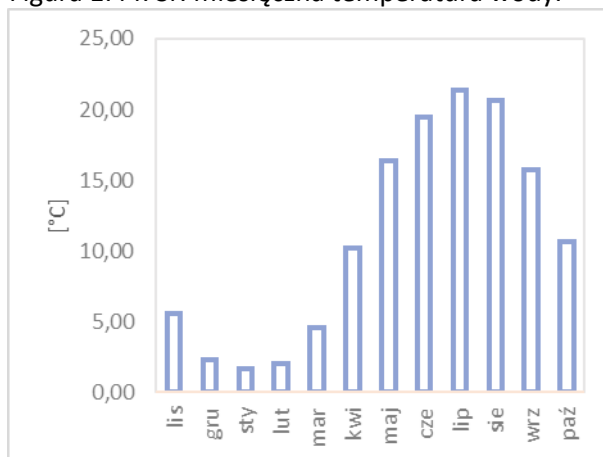


Figura 1.44. Śr. miesięczna temperatura wody.



Rozdział 2. Prognozowane zmiany klimatu miasta

Prognoza zmian klimatu dla miasta do roku 2100 została opracowana na podstawie scenariuszy klimatycznych przygotowanych przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (IOŚ-PIB) w ramach projektu Klimada 2.0, dostępnego na oficjalnej stronie projektu.² W analizie uwzględniono dwa warianty rozwoju sytuacji klimatycznej. Scenariusze, odzwierciedlają różne możliwe ścieżki emisji gazów cieplarnianych i związane z nimi zmiany warunków atmosferycznych:

- **RCP 4.5** (ang. *Representative Concentration Pathways 4.5 [W/m]²*). Scenariusz zakładający wprowadzenie nowych technologii dla uzyskania wyższej niż obecnie redukcji emisji gazów cieplarnianych – w roku 2100 osiągnięcie koncentracji CO₂ nieprzekraczające 580 ppm (względem 410 ppm w 2020 r.) oraz wymuszenia radiacyjnego 4,5 [W/m²]. Scenariusz oznacza wzrost średniej temperatury Ziemi o 2,5°C względem epoki przedindustrialnej.
- **RCP 8.5** (ang. *Representative Concentration Pathways 8.5 [W/m]²*). Scenariusz zakładający utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych, nazywany „*business as usual*” – w roku 2100 osiągnięcie koncentracji CO₂ na poziomie 1230 ppm (względem 410 ppm w 2020 r.) oraz wymuszenia radiacyjnego 8,5 [W/m²]. Scenariusz oznacza wzrost średniej temperatury Ziemi o 4,5°C względem epoki przedindustrialnej.

Środowisko przyrodnicze w granicach miast ulega znacznym przekształceniom, co istotnie wpływa na lokalne warunki klimatyczne. Przykładem tego typu zjawisk są miejskie wyspy ciepła, które powodują specyficzne, miejscowe różnice temperatur i warunków atmosferycznych. Projekt Klimada 2.0 został opracowany z myślą o analizie zmian klimatu w skali całego kraju. Zastosowanie jego wyników do oceny tak niewielkiego obszaru, jakim jest pojedyncze miasto, może więc dostarczać jedynie szacunkowych, orientacyjnych danych. Pomimo tych ograniczeń, dane uzyskane z modeli matematycznych mogą stanowić cenne źródło informacji dla ogólnych analiz oraz służyć jako podstawa do przewidywania potencjalnych kierunków przyszłych zmian klimatu w skali lokalnej.

Prognoza zmian klimatycznych została przedstawiona dla obszaru obejmującego powiat śremski. Dane przedstawiono dla lat 2025 – 2100 w ujęciu dziesięcioletnich średnich kroczących z uwzględnieniem czynników: termiki, opadów, wiatru oraz zachmurzenia. Prognozowane warunki termiczne

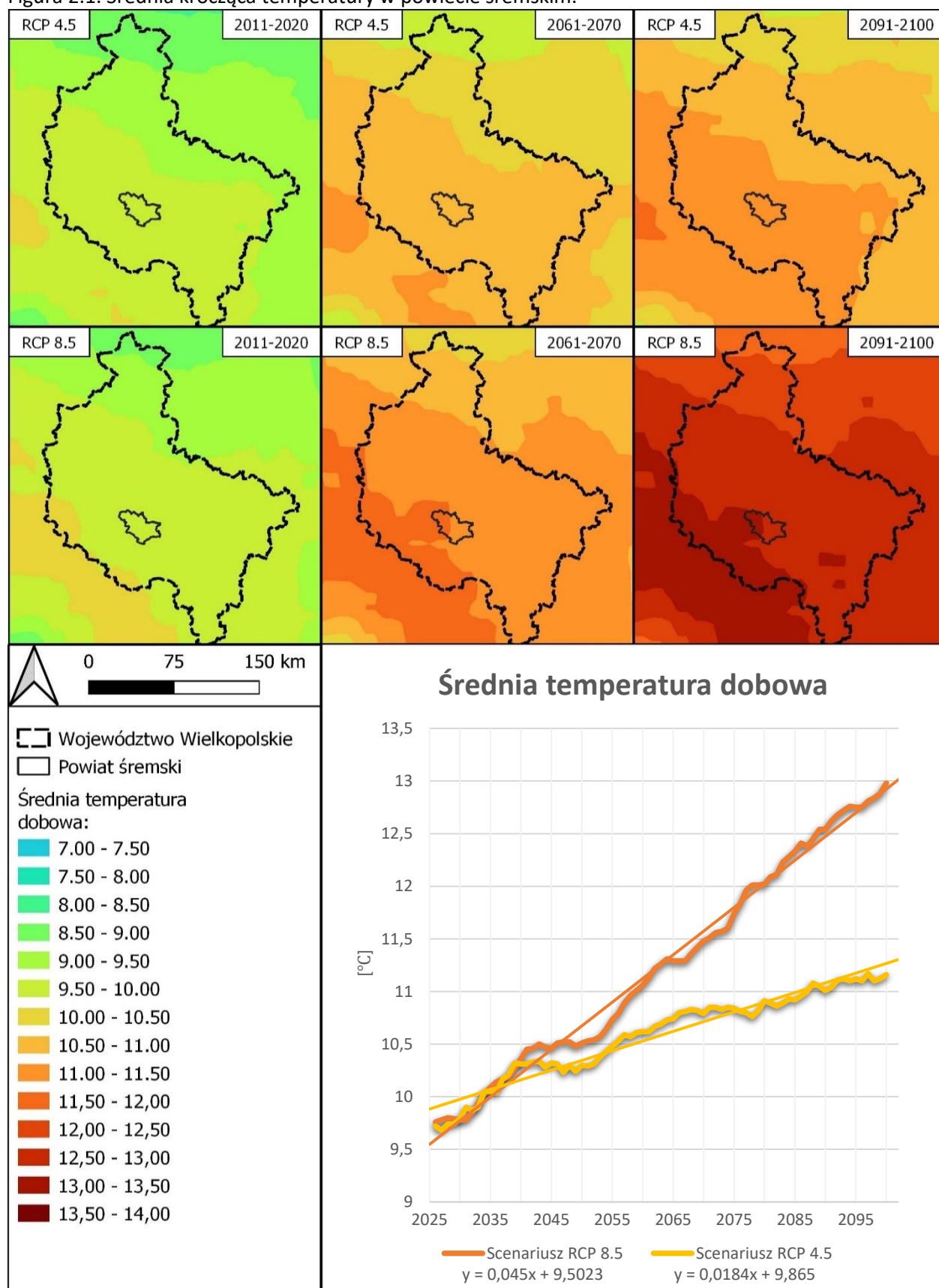
Na początku analizowanego okresu, średnia temperatura powietrza dla powiatu śremskiego wynosi około 9,7 °C. W miarę upływu czasu, w zależności od przyjętego scenariusza klimatycznego, wartości te ulegają stopniowemu wzrostowi. W scenariuszu RCP 4.5, temperatura na koniec XXI wieku może przekroczyć 11 °C. W bardziej pesymistycznym scenariuszu – RCP 8.5, średnia roczna temperatura może wzrosnąć do ok. 13°C. Oznacza to, że w perspektywie kilkudziesięciu lat średnie temperatury powietrza w regionie mogą podnieść się o około 1,5°C

²<https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze>

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

(RCP 4.5) lub nawet o 3,2°C (RCP 8.5) (Figura 2.1).

Figura 2.1. Średnia krocząca temperatura w powiecie śremskim.



Podobny trend można zauważyć analizując zmianę średniej dobowej temperatury maksymalnej i minimalnej. W scenariuszu RCP 4.5 średnia temperatura maksymalna na przestrzeni analizowanego czasu wzrośnie o ok 1,4°C, natomiast minimalna o 1,43°C (Figura 2.2). W Scenariuszu RCP 8.5 prognozowany jest wzrost średniej dobowej temperatury maksymalnej o 3,18°C, minimalnej o 3,39°C (Figura 2.2. Średnia krocząca temperatury maksymalnej w powiecie śremskim.Figura 2.2, Figura 2.3).

Figura 2.2. Średnia krocząca temperatury maksymalnej w powiecie śremskim.

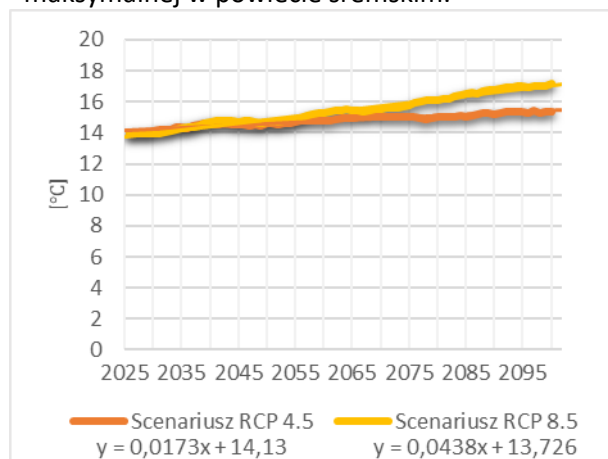
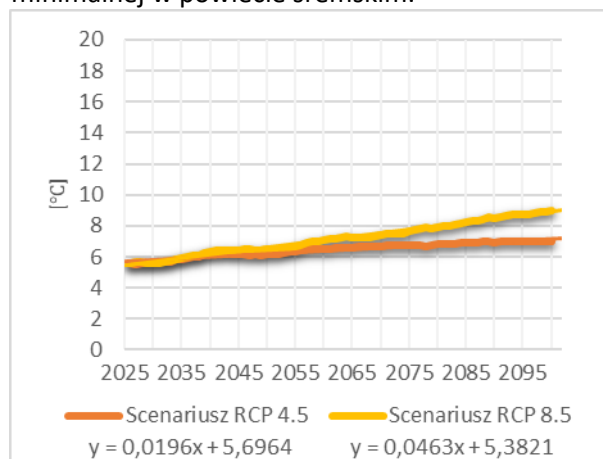
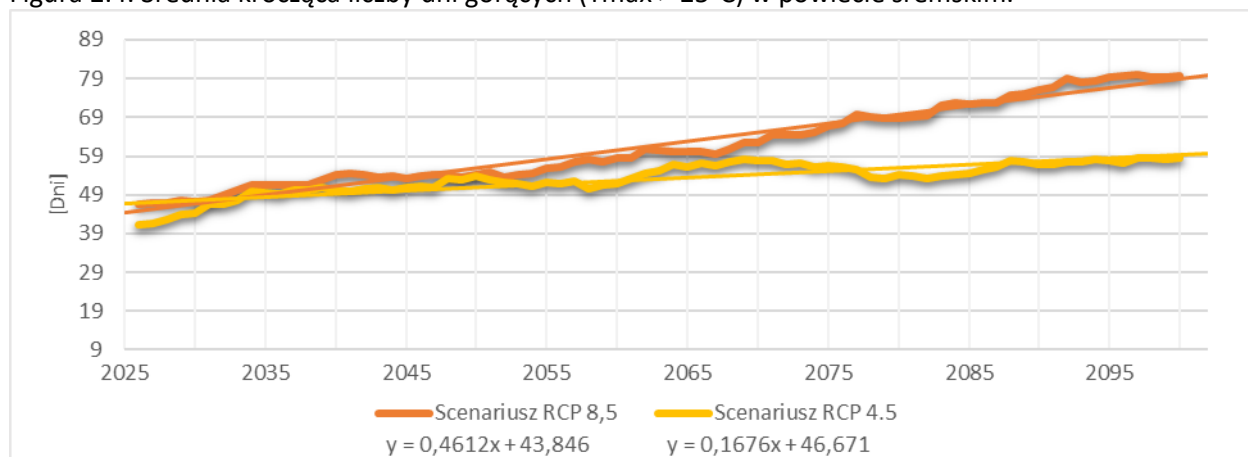


Figura 2.3. Średnia krocząca temperatury minimalnej w powiecie śremskim.



Trend wzrostowy można zaobserwować również analizując scenariusze częstotliwości wystąpienia dni upalnych (z temperaturą > 25°C) i gorących (z temperaturą > 30°C). Oba modele wskazują, że na początku analizowanego okresu, w ciągu roku występuje średnio 41 (RCP 4.5) i 46 (RCP 8.5) dni upalnych. W scenariuszu RCP 4.5 przewiduje się, że do końca analizowanego okresu ich liczba wzrośnie do około 58. W przypadku scenariusza RCP 8.5, upalne dni mogą występować nawet przez 79 dni w roku (Figura 2.4**Błąd! Nieprawidłowy odsyłacz do zakładki: wskazuje na nią samą.**).

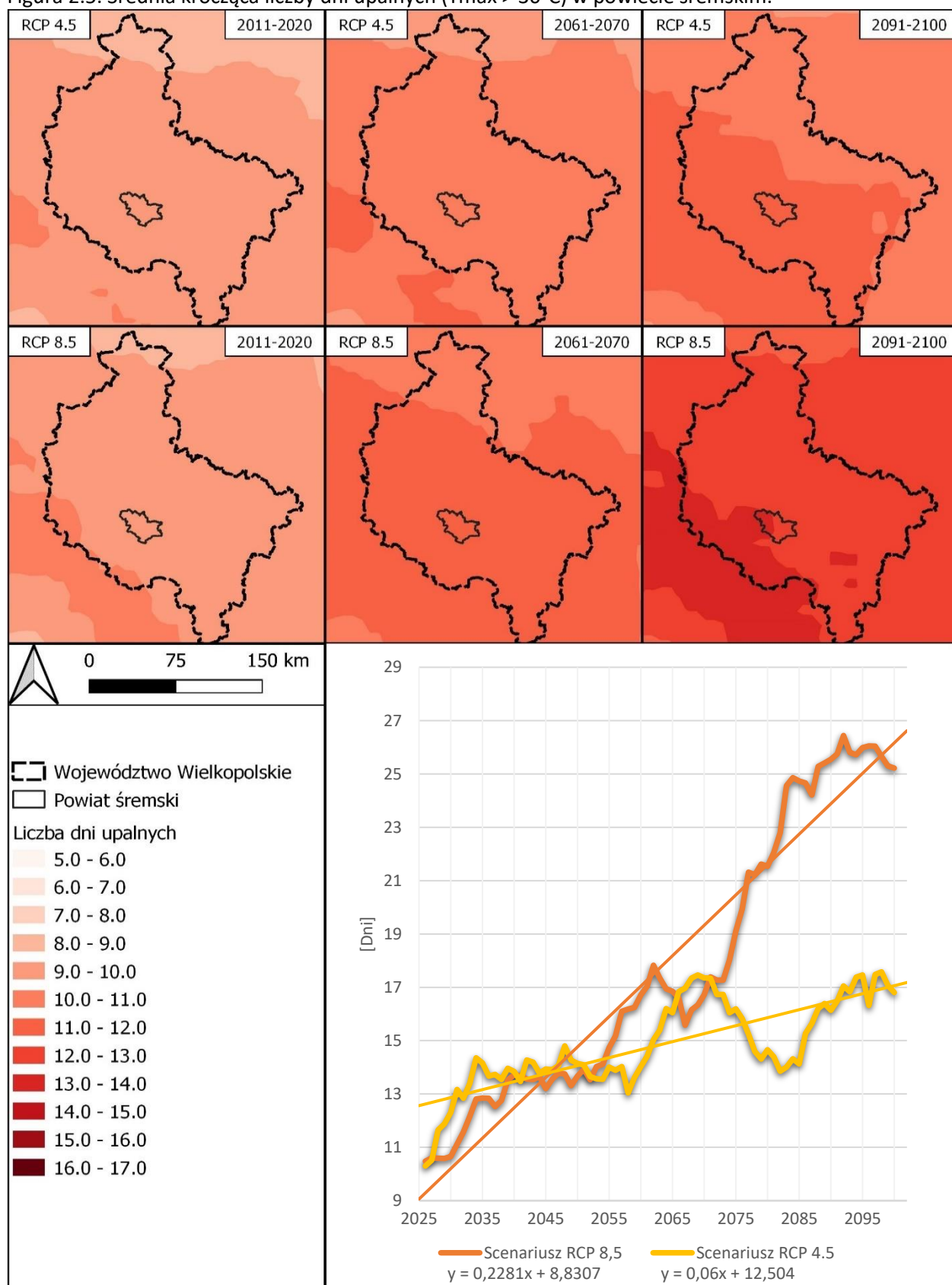
Figura 2.4. Średnia krocząca liczby dni gorących (Tmax > 25°C) w powiecie śremskim.



Analiza liczby dni z temperaturą powyżej 30°C pokazuje również trend wzrostowy. Na początku obserwowanego okresu liczba takich dni wynosiła około 10, natomiast pod koniec przekraczała już 16 (RCP 4.5). W scenariuszu RCP 8.5 wzrost liczby dni upalnych przebiega podobnie do połowy prognozowanego okresu, następnie wyraźnie wzrasta osiągając wartość

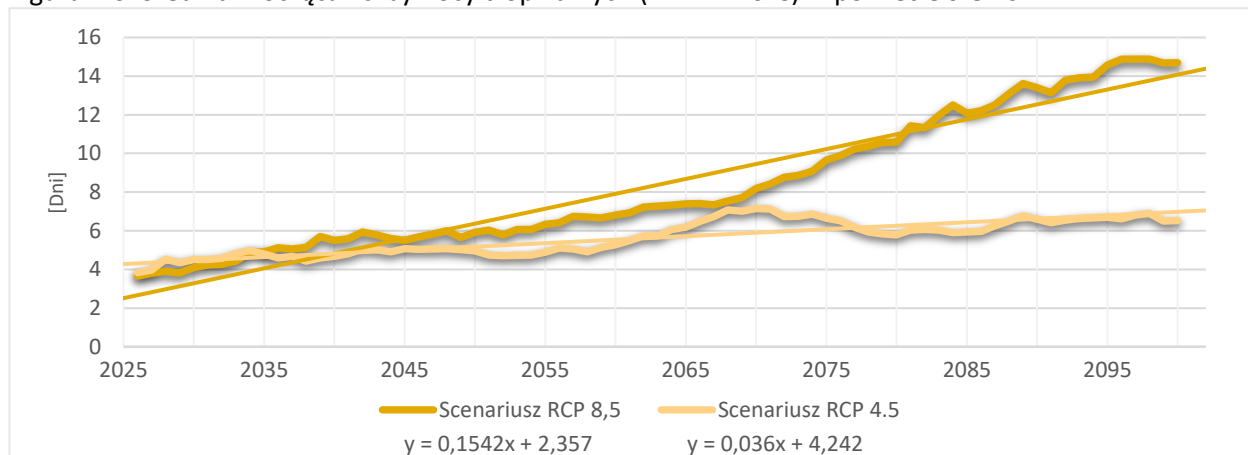
ponad 25 dni pod koniec okresu prognozy (Figura 2.5).

Figura 2.5. Średnia krocząca liczby dni upalnych ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.



Istotnym czynnikiem jest również prognoza częstotliwości występowania nocy tropikalnych. Czyli takich w których temperatura po zmroku nie spada poniżej 20°C. W tym zakresie oba scenariusze również przewidują trend wzrostowy. W scenariuszu RCP 4.5 średnim tempie 0,36 dnia/10 lat, w RCP 8.5 już ponad 1,5 dnia/10 lat.

Figura 2.6. Średnia krocząca liczby nocy tropikalnych ($T_{min} > 20^{\circ}C$) w powiecie śremskim.



Częstotliwość występowania dni mroźnych, bardzo mroźnych i przymrozkowych w przypadku obu scenariuszy wskazuje charakterystyczny spadkowy trend. Na początku analizowanego okresu, notuje się średnio 77-79 dni przymrozkowych, czyli takich, w których temperatura minimalna spada poniżej 0°C). W przyszłości wartość ta będzie systematycznie się zmniejszać, osiągając 55 dni w przypadku scenariusza RCP 4.5 a nawet 28 dni w przypadku scenariusza 8.5 (Figura 2.7).

W przypadku dni mroźnych (z temperaturą maksymalną $< 0^{\circ}C$) prognozowany jest spadek ich liczby o 7 (RCP 4.5) i 18 (RCP 8.5) (Figura 2.8).

Figura 2.7. Średnia krocząca liczby dni przymrozkowych ($T_{min} < 0^{\circ}C$) w powiecie śremskim.

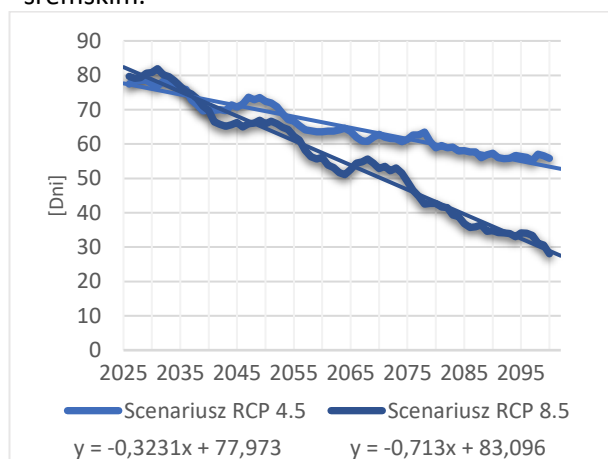
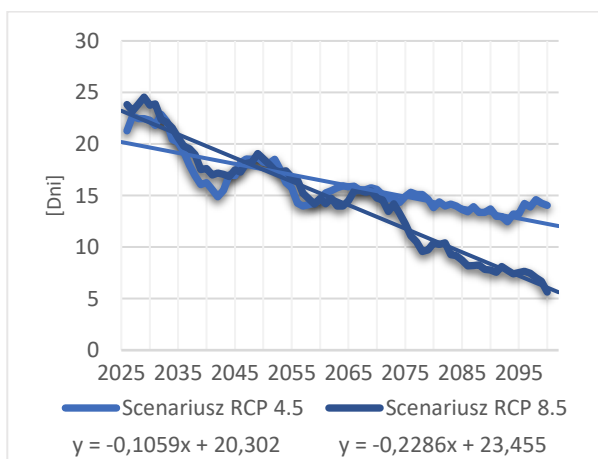
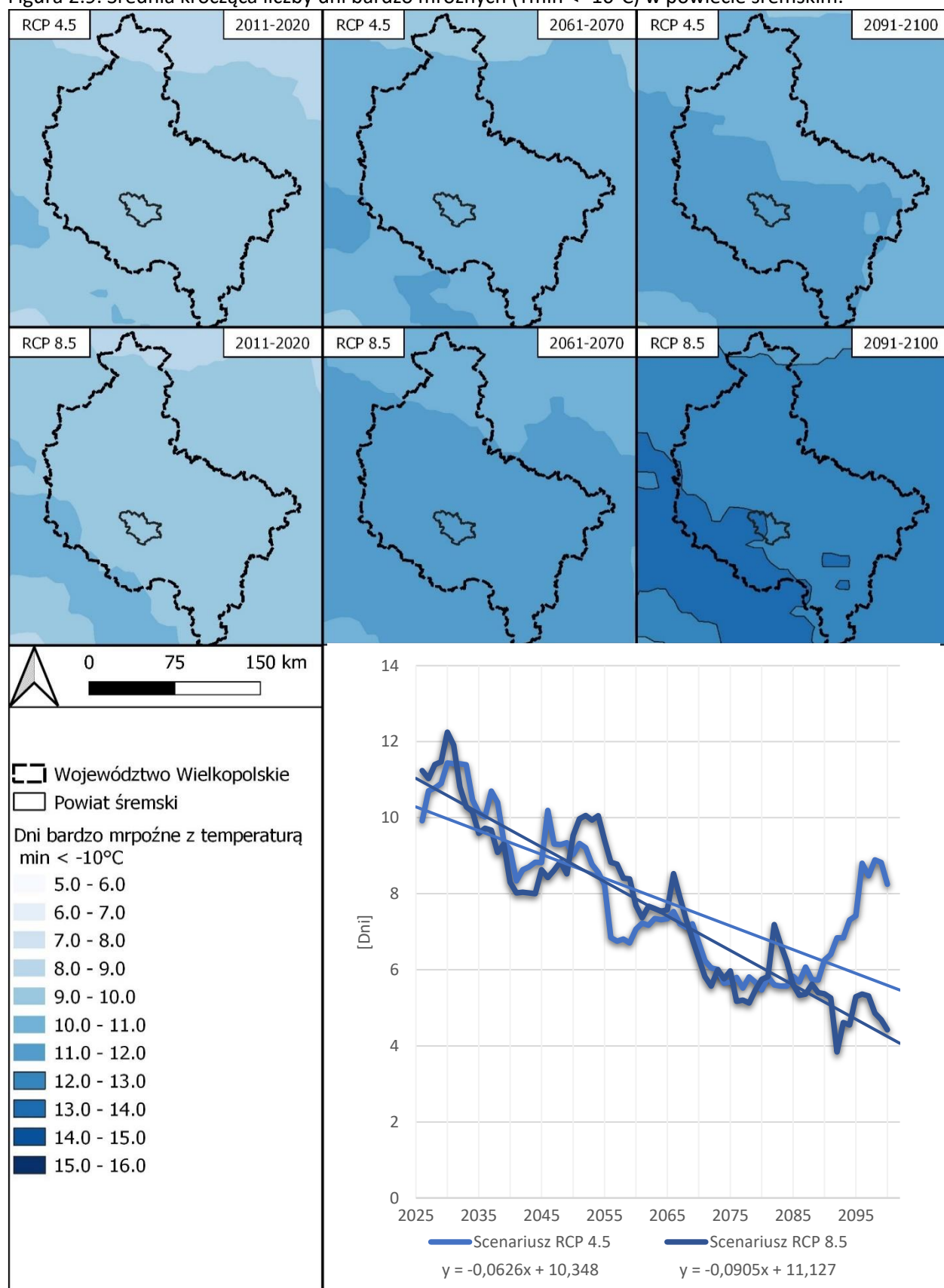


Figura 2.8. Średnia krocząca liczby dni mroźnych ($T_{max} < 0^{\circ}C$) w powiecie śremskim.

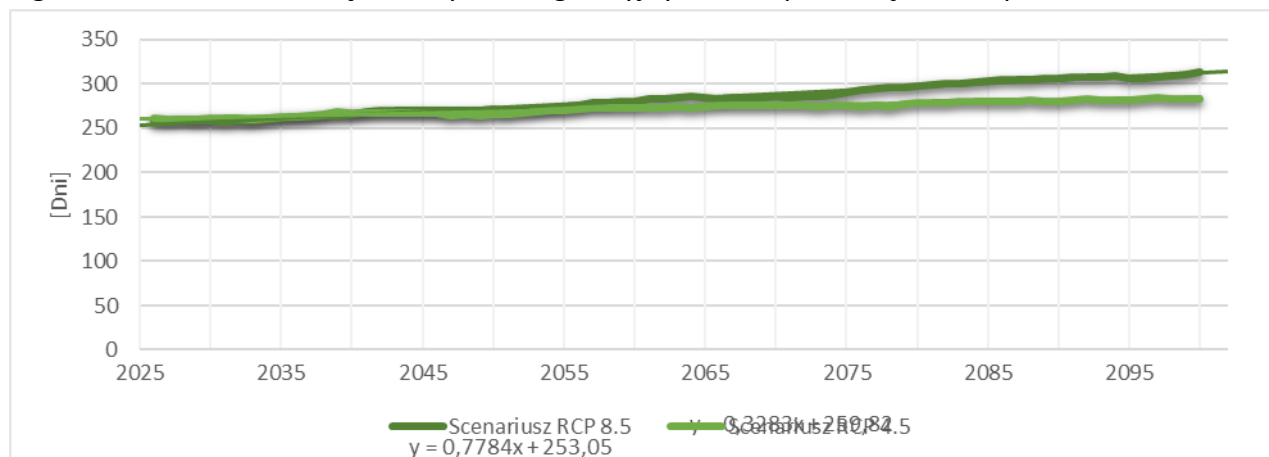


Prognoza występowania dni bardzo mroźnych, z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}C$, w scenariuszu 4.5 przedstawia zmniejszenie ich liczby z 10 na początku prognozy do 6 w roku 2080, a następnie odbicie do 8 dni pod koniec okresu prognostycznego. W przypadku scenariusza 8.5 prognozowany jest trend spadkowy z poziomu 11 dni do 4 pod koniec prognozy (Figura 2.9).

Figura 2.9. Średnia krocząca liczba dni bardzo mroźnych ($T_{min} < -10^{\circ}C$) w powiecie śremskim.

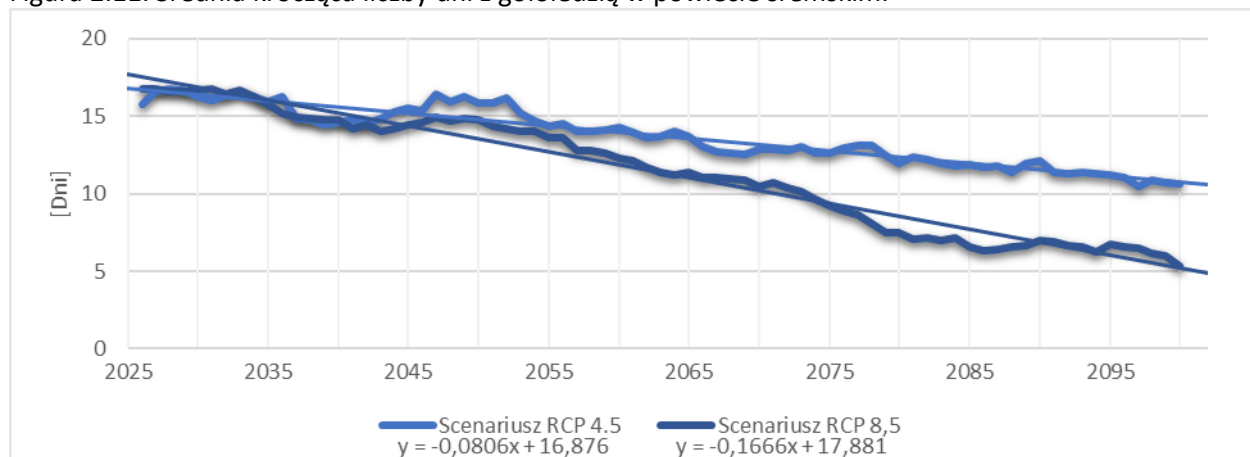
Oba scenariusze prognozują również zmiany w długości okresu dogodnego dla rozwoju szaty roślinnej. Scenariusz RCP 4.5 przedstawia prognozę wzrostu liczby dni wegetacyjnych o temperaturze powyżej 5°C o 22 dni. W Scenariuszu RCP 8.5 prognozuje się wzrost, o 40 dni. (Figura 2.10).

Figura 2.10. Średnia krocząca liczby dni wegetacyjnych z temperaturą > 5°C w powiecie śremskim.



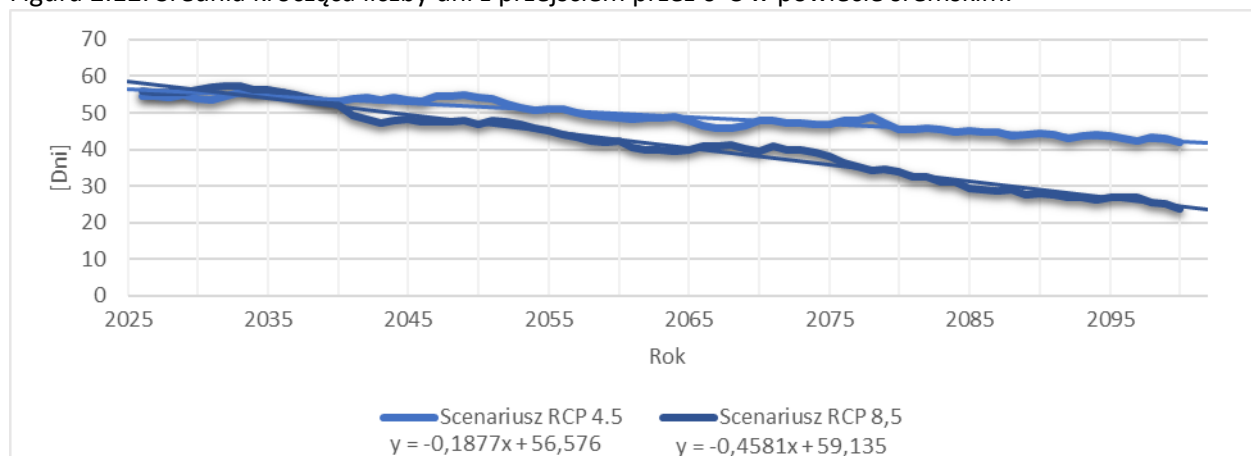
Zmiany klimatyczne będą miały również wpływ na ograniczenie zjawiska gołoledzi, czyli zjawiska powstającego, gdy deszcz, mżawka (lub mgła) opada na podłoże o temperaturze niższej od zera. Dla scenariusza umiarkowanego wzrostu emisji, obliczono zmniejszenie dni z gołoledzią w skali roku o 5 (z 15 na początku prognozy do 10 na końcu). Natomiast dla scenariusza wysokich emisji obliczono zmniejszenie o 11 dni (z początkowych 16 do końcowych 5) (Figura 2.11).

Figura 2.11. Średnia krocząca liczby dni z gołoledzią w powiecie śremskim.



Oba modele wskazują, spadkowy trend liczby dni w roku z przejściem przez 0 °C. Na początku analizowanego okresu, w ciągu roku występuje średnio 54 (RCP 4.5) i 56 (RCP 8.5) takich dni. W scenariuszu RCP 4.5 przewiduje się, że do końca analizowanego okresu ich liczba spadnie do około 42, w przypadku scenariusza RCP 8.5 nawet do 23 (Figura 2.12).

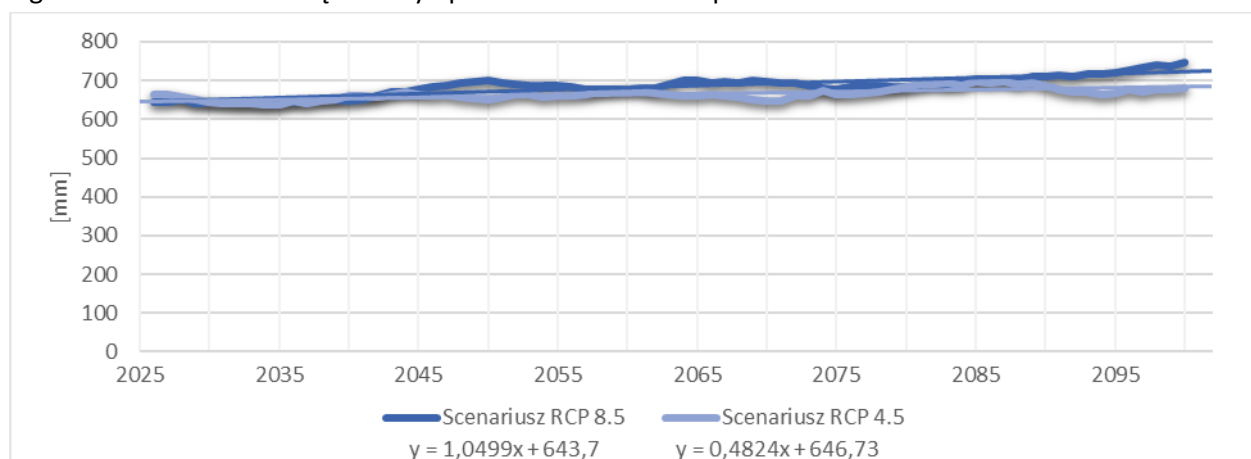
Figura 2.12. Średnia krocząca liczby dni z przejściem przez 0°C w powiecie śremskim.



2.1 Prognozowane warunki pluwialne

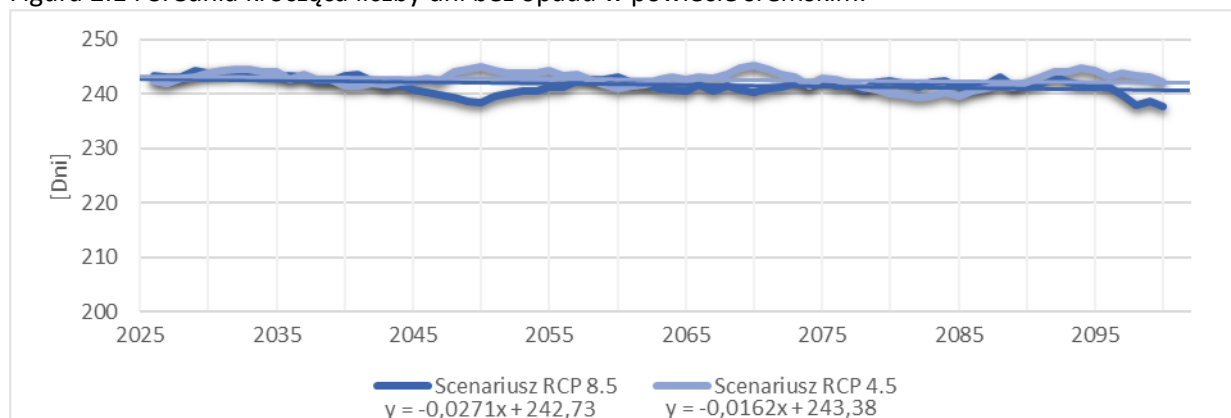
Dane określone dla scenariusza 4.5 na początku analizowanego okresu wskazują na wysokość opadów rzędu 664 mm/rok oraz 681 mm/ rok pod jego koniec. Krzywa sporządzona dla całego okresu prognozy pokazuje niewielką dynamikę wzrostu. Scenariusz 8.5 charakteryzuje się niewiele większą zmiennością. Początkowa wysokość opadów została określona na poziomie 644 mm/rok oraz 746 mm/ rok pod koniec poprognozowanego okresu (Figura 2.13).

Figura 2.13. Średnia krocząca sumy opadu – w skali roku w powiecie śremskim.

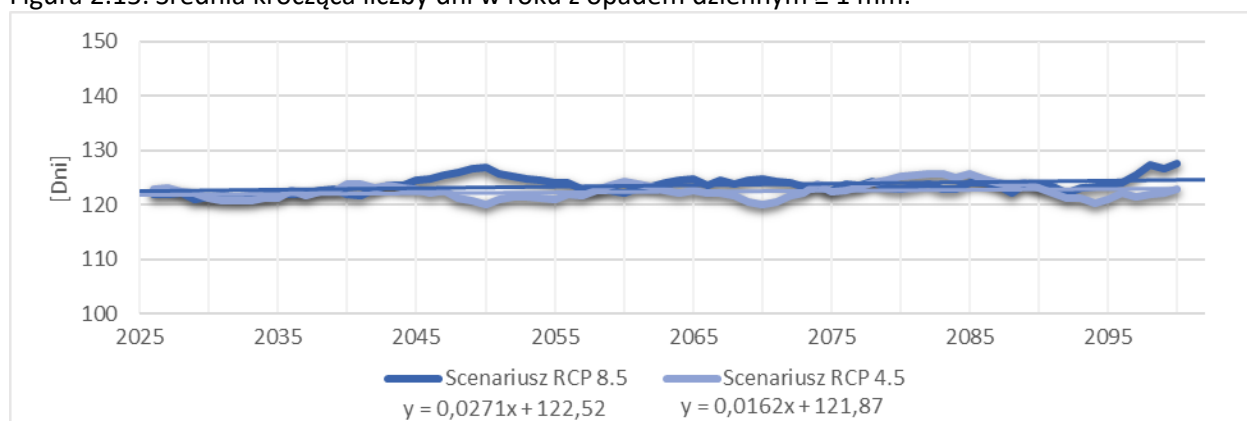
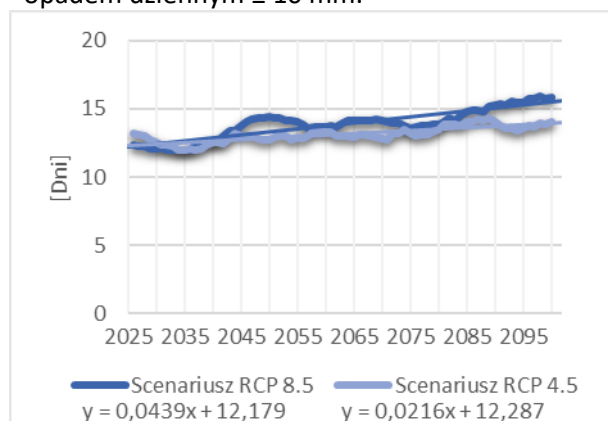
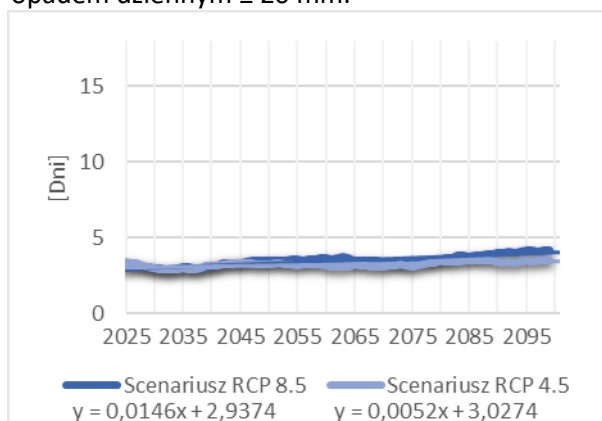


Analizując prognozę zmiany liczby dni bez opadów, należy stwierdzić, że w obu scenariuszach wartości pozostają stabilne, oscylując wokół 242–245 dni rocznie, z delikatnym spadkowym trendem. W scenariuszu 4.5 liczba dni bez opadów na początku i na końcu analizowanego czasu praktycznie się nie zmienia (spadek o 0,11 dnia), natomiast w przypadku scenariusza 8.5 stopniowo maleje, szczególnie w drugiej połowie okresu, osiągając pod koniec 237 dni (spadek o ok. 5,5 dnia) (Figura 2.14 **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

Figura 2.14 Średnia krocząca liczby dni bez opadu w powiecie śremskim.



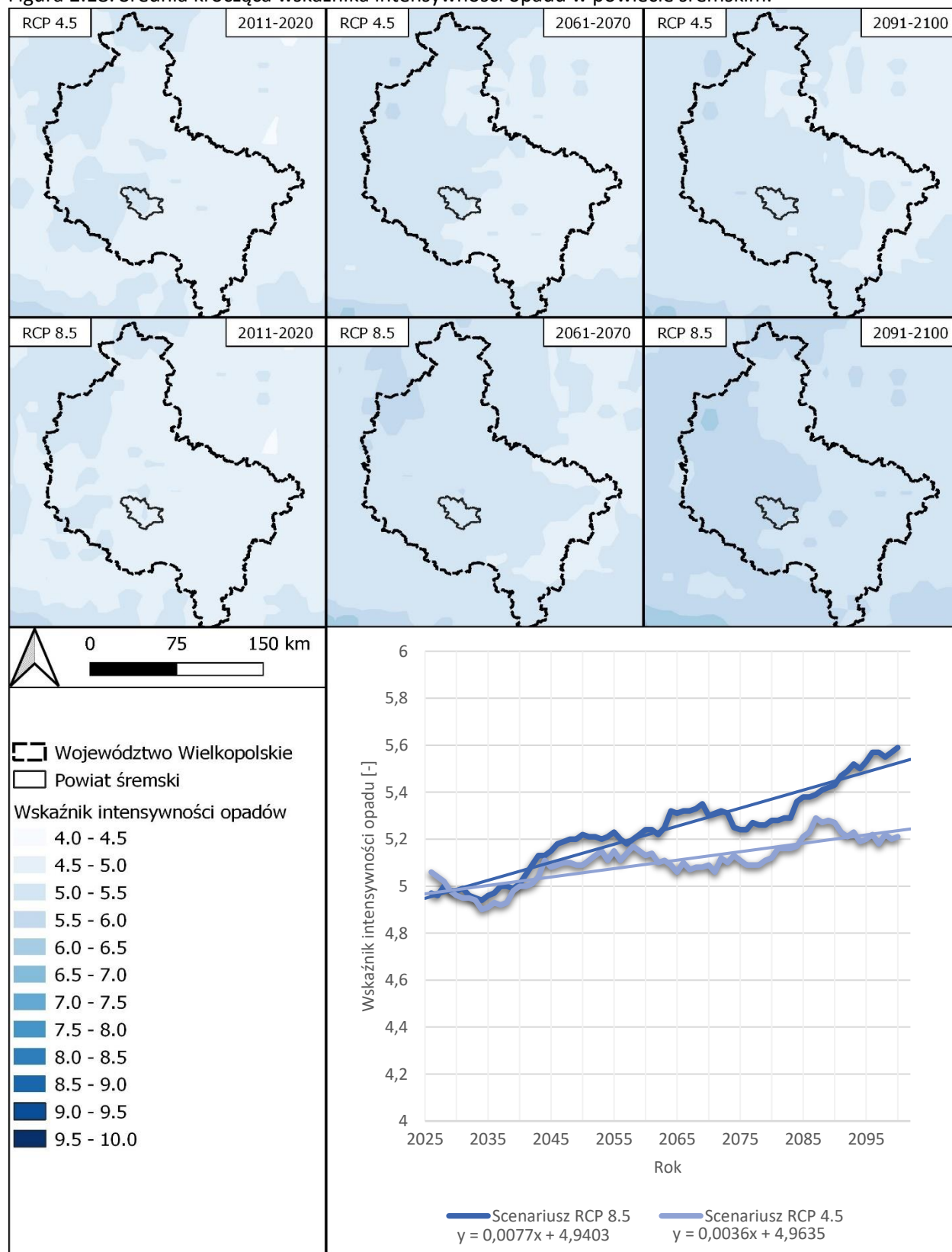
Prognozy dotyczące zmiany liczby dni w roku w których występują opady atmosferyczne o różnej intensywności (≥ 1 mm; ≥ 10 mm; ≥ 20 mm) pokazują horyzontalne trendy, z minimalnym wzrostem. Największe zmiany prognozowane są dla opadów ≥ 1 mm w scenariuszu 8.5 – wzrost o ok 5,5 dnia (Figura 2.15), oraz dla opadów ≥ 10 mm również w scenariuszu 8.5 – wzrost o ok 3,5 dnia (Figura 2.16).

Figura 2.15. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm.Figura 2.16. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm.Figura 2.17. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm.

Wskaźnik intensywności opadów (rozumiany jako iloraz rocznej sumy opadów atmosferycznych w stosunku do liczby dni w roku, w których zarejestrowany opad atmosferyczny przekroczy 1 mm) opisuje zmiany w równomierności występowania opadów – im wyższy tym

większa nierównomierność. W obu scenariuszach, prognozowany jest jego wzrost. W scenariuszu RCP 8.5 osiąga maksymalną wartość 5,59, podczas gdy w RCP 4.5 5,29 (Figura 2.18).

Figura 2.18. Średnia krocząca wskaźnika intensywności opadu w powiecie śremskim.



Na poniższych figurach przedstawiono wartości sumy miesięcznej opadu dla trzech horyzontów czasowych: 2030, 2060 oraz 2100, dla obu scenariuszy. Prognoza średniej miesięcznej sumy opadu zmienia się w zależności od pory roku. Prawie we wszystkich miesiącach, w obu scenariuszach dane charakteryzuje tendencja wzrostowa.

W scenariuszu RCP 4.5 w miesiącach: czerwiec lipiec wrzesień i listopad w horyzoncie do 2070 roku prognozowany jest spadek wysokości opadów względem roku 2030, a następnie, w horyzoncie do roku 2100 wzrost.

W scenariuszu RCP 8.5 we wszystkich miesiącach dane prognostyczne zakładają wzrost sumy opadów. Największą zmianę względem dekady 2011-2020 można odnotować w czerwcu i lipcu - RCP 8.5 oraz w październiku – RCP 4.5.

Figura 2.19. Średnia krocząca miesięcznej sumy opadu. Scenariusz RCP 4.5.

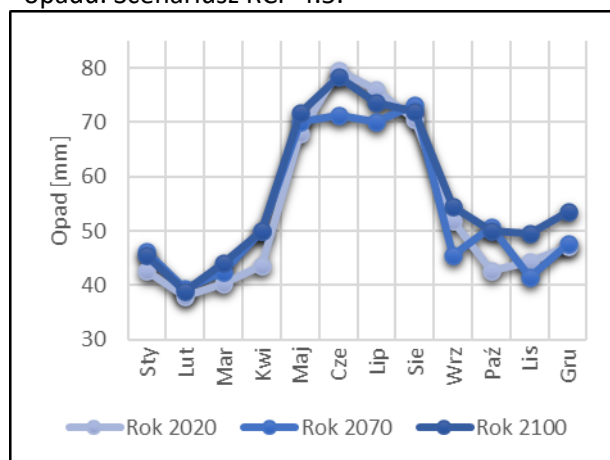
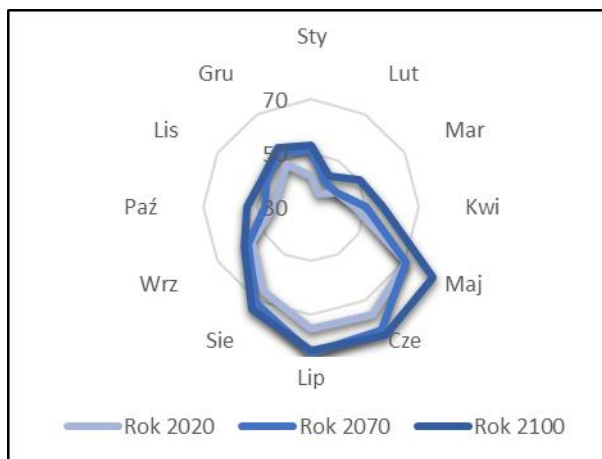
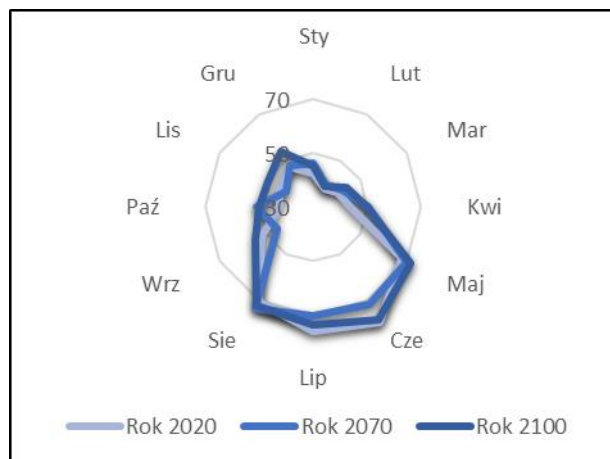
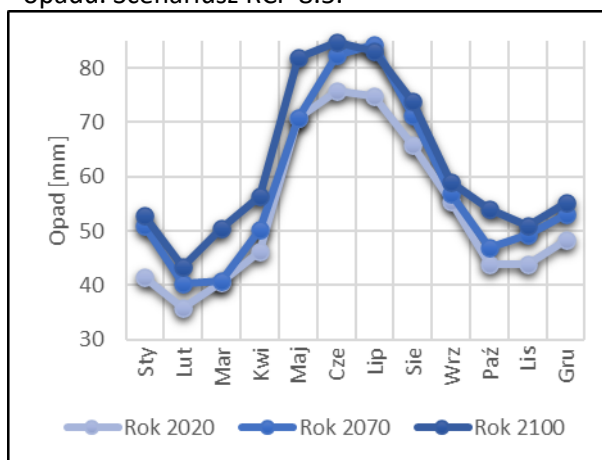


Figura 2.20. Średnia krocząca miesięcznej sumy opadu. Scenariusz RCP 8.5.



Analiza grubości pokrywy śnieżnej oraz liczby dni z pokrywą śnieżną wskazuje na trend spadkowy w obu scenariuszach. Scenariusz RCP 8.5 charakteryzuje się szybszym tempem zanikania pokrywy śnieżnej. Początkowe wartości grubości śniegu wynoszą około 0,9–1 cm w obu scenariuszach, z czasem spadają do 0,5 cm (w RCP 4.5) oraz do 0,2 cm (RCP 8.5).

Liczba dni z pokrywą śnieżną również systematycznie maleje. W scenariuszu RCP 4.5 początkowo wynosi około 63 – 66 dni i spada do około 41 dni pod koniec analizowanego okresu. W scenariuszu RCP 8.5 spadek jest wyraźny, z około 64 dni do zaledwie 21.

Figura 2.21. Średnia krocząca grubości pokrywy śnieżnej w powiecie śremskim.

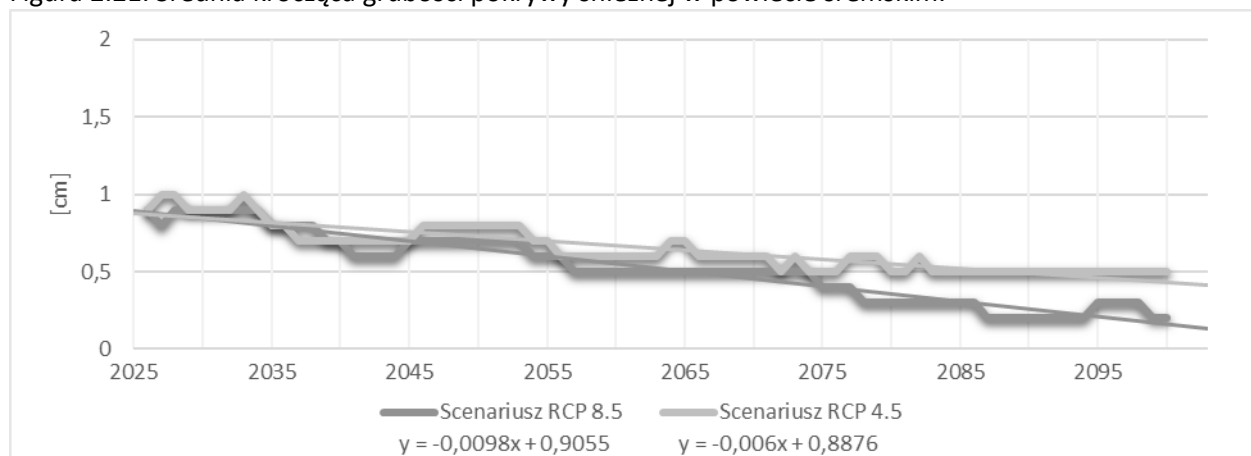
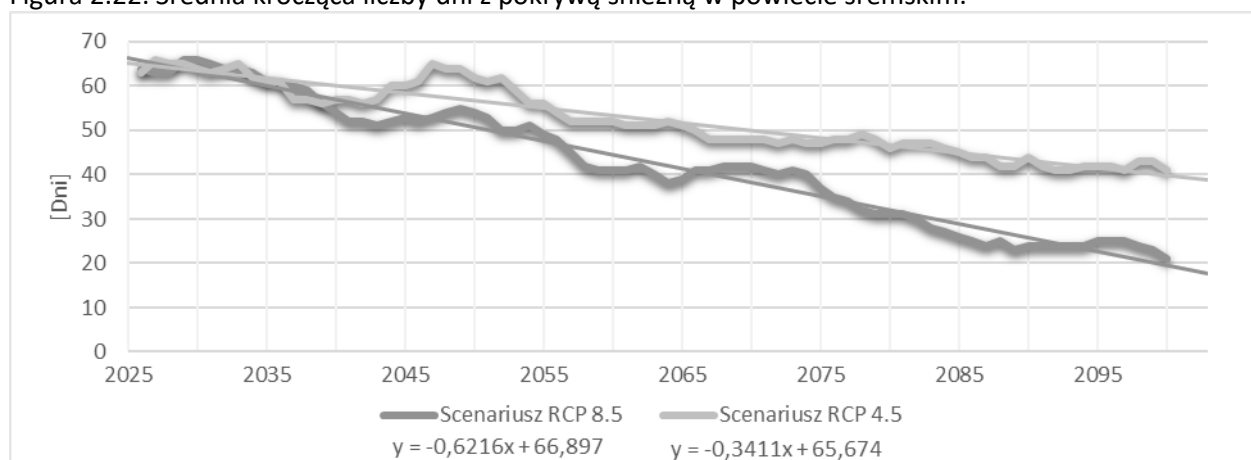


Figura 2.22. Średnia krocząca liczby dni z pokrywą śnieżną w powiecie śremskim.



2.2 Prognozowane warunki wietrzne

Dane dotyczące prędkości wiatru i udziału silnych wiatrów wskazują na stabilność średnich rocznych wartości w obu scenariuszach, przy nieznacznych wahaniach wokół 3,3 m/s. Sytuacja wygląda podobnie w przypadku udziału silnych i bardzo silnych wiatrów (10-30 m/s). W obu scenariuszach ich średni udział oscyluje wokół wartości 1,0%.

Figura 2.23. Średnia krocząca średniej prędkości wiatru w powiecie śremskim.

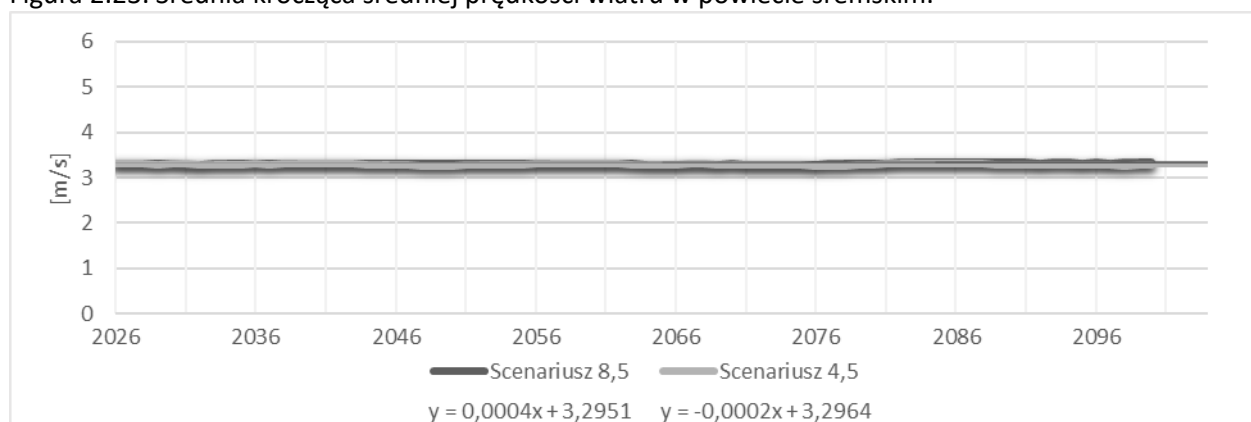
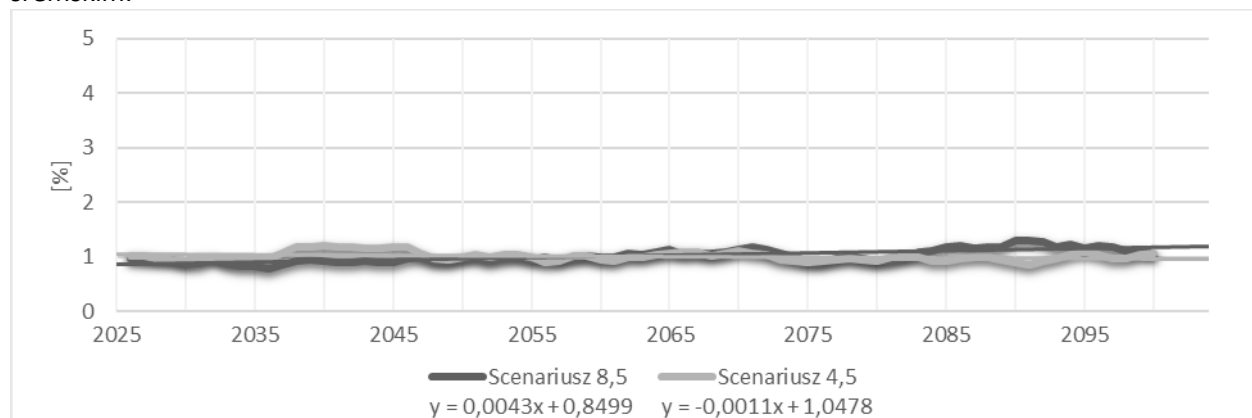


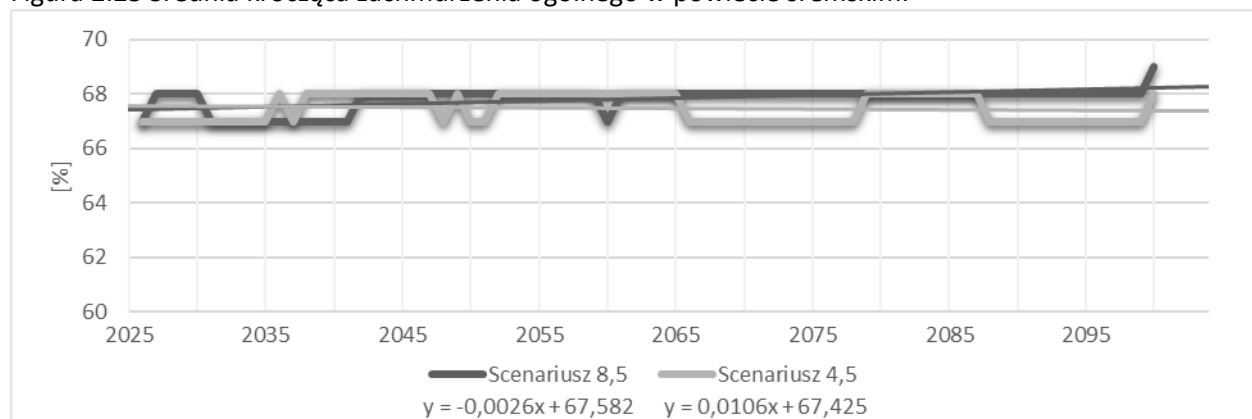
Figura 2.24. Średnia krocząca średniego udziału wiatrów silnych i bardzo silnych (10-30 m/s) w powiecie śremskim.



2.3 Prognozowane zachmurzenie

Zachmurzenie ogólne w obu scenariuszach RCP 4.5 i RCP 8.5 nie przewiduje wyraźnych zmian. Przez większość okresu wartości oscylują wokół 67–68%, z niewielkimi różnicami między scenariuszami. Wartości wskazują, że w analizowanym okresie nie należy spodziewać się znaczących zmian w zakresie zachmurzenia.

Figura 2.25 Średnia krocząca zachmurzenia ogólnego w powiecie śremskim.



Rozdział 3. Definicje indeksów klimatycznych³

Indeks	Definicja	Parametr bazowy
Temperatura średnia roczna	Średnia dobową temperaturę powietrza, obliczona według wzoru: $Tsr_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku} Tsr_{in}}{dni_w_roku}$ gdzie Tsr – średnia dobową temperaturę powietrza w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tsr
Temperatura średniomiesięczna	Średnia dobową temperaturę w miesiącu. Obliczona według wzoru: $Tsr_m = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_miesiacu_m} Tsr_{im}}{dni_w_miesiacu_m}$ Tsr – średnia dobową temperaturę powietrza w dniu <i>i</i> w miesiącu <i>m</i>	Tsr
Średnioroczna temperatura maksymalna	Średnia temperatura maksymalna, obliczona według wzoru: $Tmax_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku} Tmax_{in}}{dni_w_roku}$ gdzie Tmax – maksymalna dobową temperaturę powietrza w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmax
Liczba dni upalnych (Tmax > 30 °C)	Liczba dni w roku, w których dobową temperaturę maksymalną jest wyższą niż 30 °C, obliczona według wzoru: $TX30_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$ jeżeli Tmax _{in} > 30 °C; gdzie Tmax _{in} jest maksymalną dzienną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmax
Liczba fal upałów (min. 3 dni z Tmax > 30 °C)	Liczba fal upałów występujących w ciągu dekady. Fala upałów to okres minimum 3 dni następujących po sobie z dobową temperaturą maksymalną wyższą od 30 °C	Tmax
Średnia długość fal upałów	Średnia długość okresów, w których dobową temperaturę maksymalną powyżej 30 °C utrzymuje się przez minimum 3 kolejne doby	Tmax
Liczba dni gorących (Tmax > 25 °C)	Liczba dni w roku, w których dobową temperaturę maksymalną jest wyższą niż 25 °C, obliczona według wzoru: $TX25_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli Tmax _{in} > 25 °C; gdzie Tmax _{in} jest maksymalną dzienną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmax
Liczba okresów	Liczba okresów w roku z dobową temperaturą maksymalną wyższą niż 25	Tmax

³ <https://klimada2.ios.gov.pl/>

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

dłuższych niż 5 dni z Tmax > 25 °C	°C występującą przez 5 kolejnych dni.	
Liczba nocy tropikalnych (Tmin>20 °C)	Liczba dni w roku, w których dobową temperaturę minimalną jest wyższa od 20 °C uśredniona dla dekady, obliczona według wzoru: $TN20_n = \sum_{i=1}^n i$, jeżeli Tmin _{in} > 20 °C; gdzie Tmin _{in} jest minimalną dzienną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmin
Średnioroczna temperatura minimalna	Średnia temperatura minimalna, obliczona według wzoru: $Tmin_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} Tmin_{in}}{dni_w_roku(n)}$ gdzie Tmin – minimalna temperatura powietrza w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmin
Liczba dni przymrozkowych (Tmin<0 °C)	Liczba dni w roku, w których dobową temperaturę minimalną jest niższa od 0 °C, obliczona według wzoru: $TN0_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli Tmin _{in} < 0 °C; gdzie Tmin _{in} jest minimalną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmin
Liczba okresów przymrozkowych (min. 5 dni z Tmin < 0 °C)	Średnia liczba okresów, w których dobową temperaturę minimalną poniżej 0°C utrzymuje się przez minimum 5 dni następujące po sobie	Tmin
Liczba dni mroźnych (Tmax < 0 °C)	Średnia liczba dni, w których dzienna temperatura maksymalna jest niższa od 0 °C uśredniona dla dekady, obliczona według wzoru: $TX0_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli Tmax _{in} < 0 °C; gdzie Tmax _{in} jest maksymalną dzienną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmax
Liczba dni bardzo mroźnych (Tmin < -10 °C)	Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż -10 °C, obliczona według wzoru: $TN10_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$ jeżeli Tmin _{in} < -10 °C; gdzie Tmin _{in} jest minimalną dzienną temperaturą w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	Tmin
Liczba fal chłodu (min. 3 dni z Tmin < -10 °C)	Średnia liczba okresów w ciągu roku, w których dobową temperaturę minimalną niższą od -10 °C utrzymuje się przez minimum 3 kolejne doby	Tmin
Średnia długość fal chłodu	Średnia długość okresów, w których dobową temperaturę minimalną poniżej 0°C utrzymuje się przez minimum 3 kolejne doby	Tmin
Liczba dni z przejściem przez 0 °C	Liczba dni w ciągu roku, podczas których w ciągu doby temperatura maksymalna jest wyższa od 0 °C a temperatura minimalna jest niższa od 0 °C, obliczona według wzoru: $TXNO_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli Tmax _{in} > 0 °C i Tmin <	Tmax, Tmin

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

	0 °C gdzie $T_{\max_{in}}$ i $T_{\min_{in}}$ jest odpowiednio maksymalną i minimalną dzienną temperaturą powietrza w dniu i w roku n	
Liczba dni z przejściem przez 0 °C od marca do maja	Liczba dni w okresie od marca do maja (III-V), podczas których w ciągu doby temperatura maksymalna jest wyższa od 0 °C a temperatura minimalna jest niższa od 0 °C, obliczona według wzoru: $TXN0_n = \sum_{i=1}^{dni_w_okresie\ III-V} 1, \text{ jeżeli } T_{\max} > 0^\circ$ i $T_{\min} < 0^\circ\text{C}$; gdzie $T_{\max_{in}}$ i $T_{\min_{in}}$ jest odpowiednio maksymalną i minimalną dzienną temperaturą powietrza w dniu i w okresie od III do V w roku n	$T_{\max}, T_{\min}$
Liczba dni wegetacyjnych z $T_{sr} > 10^\circ\text{C}$	Liczba dni w roku ze średniodobową temperaturą powietrza wyższą od 10 °C, obliczona według wzoru: $Tsr10_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} 1$ jeżeli $T_{sr_{in}} > 10^\circ\text{C}$; gdzie $T_{sr_{in}}$ jest średniodobową temperaturą w dniu i w roku n	T_{sr}
Liczba dni wegetacyjnych z $T_{sr} > 5^\circ\text{C}$	Liczba dni w roku dni ze średniodobową temperaturą powietrza wyższą od 5 °C, obliczona według wzoru: $Tsr5_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} 1$ jeżeli $T_{sr_{in}} > 5^\circ\text{C}$ gdzie $T_{sr_{in}}$ jest średniodobową temperaturą w dniu i w roku n	T_{sr}
Liczba dni z opadem przy temp. od -5 °C do 2.5C	Liczby dni w roku z opadem powyżej 1mm podczas których średniodobowa temperatura powietrza jest wyższa od -5°C i niższa od 2.5°C.	T_{sr}, PR
Suma roczna opadu	Roczna suma opadów atmosferycznych, obliczona według wzoru $PR_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} PR_{in}$ gdzie: PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Miesięczna suma opadu	Suma opadu atmosferycznego w danym miesiącu., obliczona według wzoru: $PR_m = \sum_{i=1}^{dni_w_miesiącu(n)} PR_{im}$ gdzie PR_{im} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w miesiącu m, w roku n	PR

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

Wskaźnik intensywności opadu	$SPI_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_opadowe_w_roku} PR_{in}}{Liczba\ dni\ z\ PR > 1mm}$ Gdzie: PR_{in} – suma dobową opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i>, w roku <i>n</i>	PR
Liczba dni bez opadu	Suma liczby dni bez opadu atmosferycznego obliczona według wzoru: $PRO_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$ jeśli PR_{in} < 1mm; gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	PR
Liczba dni bez opadu przy temp. powyżej 5 °C	Liczy dni w roku bez opadu podczas których średniodobowa temperatura powietrza jest wyższa od 5 °C	Tsr , PR
Liczba okresów bez opadu dłuższych niż 5 dni	Liczba okresów w ciągu roku, podczas których nie występuje opad atmosferyczny przez 5 następujących po sobie dni	PR
Najdłuższy okres bez opadu PR < 1 mm/d	Ciąg następujących po sobie dni, w których nie wystąpił żaden opad atmosferyczny	PR
Maksymalny opad dobowy w miesiącu	Najwyższa suma opadu dobowego w danym miesiącu obliczona według wzoru: $PR_m = \sum_{i=1}^{dni_w_miesiacu(m)} maxPR_{im}$ PR_{im} – jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i> w miesiącu <i>m</i>	PR
Liczba dni z opadem dobowym ≥ 1 mm	Średnia liczba dni w ciągu roku, podczas których opad dobowy jest wyższy od 1 mm, obliczona według wzoru: $PR1_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeśli PR_{in} > 1 mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	PR
Liczba dni z opadem dobowym ≥ 10 mm	Średnia liczba dni w ciągu roku, podczas których opad dobowy jest wyższy od 10 mm, obliczona według wzoru: $PR10_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeśli PR_{in} > 10 mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	PR
Liczba dni z opadem dobowym > 20 mm	Średnia liczba dni z opadem dobowym > 20 mm, obliczona według wzoru: $PR20_n = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli PR_{in} > 20 mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu <i>i</i> w roku <i>n</i>	PR

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

Liczba dni z opadem dobowym > 30 mm	Liczba dni z opadem dobowym > 30 mm, obliczona według wzoru: $PR_{30} = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli $PR_{in} > 30$ mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Liczba dni z opadem dobowym > 40 mm	Liczba dni z opadem dobowym > 40 mm, obliczona według wzoru: $PR_{40} = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli $PR_{in} > 40$ mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Liczba dni z opadem dobowym > 50 mm	Liczba dni z opadem dobowym > 50 mm, obliczona według wzoru: $PR_{50} = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli $PR_{in} > 50$ mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Liczba dni z opadem dobowym > 60 mm	Liczba dni z opadem dobowym > 60 mm, obliczona według wzoru: $PR_{60} = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli $PR_{in} > 60$ mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Liczba dni z opadem dobowym > 70 mm	Liczba dni z opadem dobowym > 70 mm, obliczona według wzoru: $PR_{70} = \sum_{i=1}^{dni_w_roku(n)} i$, jeżeli $PR_{in} > 70$ mm gdzie PR_{in} jest dobową sumą opadu atmosferycznego w dniu i w roku n	PR
Średnia roczna prędkość wiatru	Średnia dobowa prędkość wiatru, obliczona według wzoru: $W_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku} W_{in}}{dni_w_roku}$ gdzie W – średnia dobowa prędkość wiatru w dniu i w roku n	W
Średnia miesięczna prędkość wiatru	Średnia miesięczna prędkość wiatru. Obliczona według wzoru: $W_m = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_miesiacu_m} W_{im}}{dni_w_miesiacu}$ W – średnia miesięczna prędkość wiatru w dniu i w miesiącu m	W
Grubość pokrywy śnieżnej	Średnia roczna wysokość pokrywy śnieżnej, obliczona według wzoru: $S_n = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku} S_{in}}{dni_w_roku}$ gdzie S – średnia dobowa wysokość pokrywy śnieżnej w dniu i w roku n	S
Liczba dni z pokrywą śnieżną	Liczba dni w roku, w których średnia dobowa grubość pokrywy śnieżnej jest wyższa od 1 cm	S
Zachmurzenie	Średni roczny procent pokrycia nieba chmurami, obliczony według wzoru:	C

ogólne	$C_t = \frac{\sum_{i=1}^{dni_w_roku} C_{in}}{dni_w_roku} * 100\%$ gdzie C – średni dobowy procent pokrycia nieba chmurami w dniu i w roku n	
--------	---	--

Spis figur:

Figura 1.1. Stacje wykorzystane do analizy zaobserwowanych warunków klimatycznych.	4
Figura 1.2. Średnia roczna temperatura powietrza.	5
Figura 1.3. Średnia miesięczna temperatura powietrza.	5
Figura 1.4. Maksymalna temperatura dobową[°C] w wieloleciu 1951-2019.	6
Figura 1.5. Minimalna temperatura dobową[°C] w wieloleciu 1951-2019.	7
Figura 1.6. Liczba dni gorących (Tmax>25°C) i upalnych (Tmax>30°C).	8
Figura 1.7. Liczba dni tropikalnych (Tmin>20°C)	8
Figura 1.8. Liczba dni mroźnych (Tmax<0°C) i bardzo mroźnych (Tmax<-10°C).	9
Figura 1.9. Dni przymrozkowe (Tmin<0°C).	9
Figura 1.10. Dni wegetacyjne (Tmin<0°C).	10
Figura 1.11. Liczba dni z przejściem przez 0°C.	10
Figura 1.12. Liczba dni z falami chłódów.	11
Figura 1.13. Zestawienie zarejestrowanych fal chłodu [Tmin<-10°C min 3 dni].	11
Figura 1.14. Liczba dni z falami upałów i dni gorących.	14
Figura 1.15. Zestawienie zarejestrowanych fal upałów [Tmax>30°C min 3 dni].	14
Figura 1.16. Suma rocznych opadów atmosferycznych.	16
Figura 1.17. Średni miesięczny rozkład opadu w wieloleciu 1951-2023.	17
Figura 1.18. Maksymalny opad dobowy w miesiącu w wieloleciu 1951-2023 [mm].	18
Figura 1.19. Przebieg wieloletni maksymalnych dobowych opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach.	19
Figura 1.20. Dni z opadem dobowym ≥ 1 mm.	22
Figura 1.21. Dni z opadem dobowym ≥ 10 mm.	22
Figura 1.22. Dni z opadem dobowym ≥ 20 mm.	22
Figura 1.23. Dni z opadem dobowym ≥ 30 mm.	23
Figura 1.24. Dni z opadem dobowym ≥ 40 mm.	23
Figura 1.25. Dni z opadem dobowym ≥ 50 mm.	23
Figura 1.26. Dni z opadem dobowym ≥ 60 mm.	23
Figura 1.27. Liczba dni w roku bez opadu.	24
Figura 1.28. Liczba okresów bez opadów [>5dni].	24
Figura 1.29. Najdłuższe okresy bezopadowe w roku.	24
Figura 1.30. Średnia wysokość pokrywy śnieżnej w roku.	24
Figura 1.31. Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej w roku.	24
Figura 1.32. Liczba dni z pokrywą śnieżną.	25
Figura 1.33. Dni wiatrem o prędkości ≥ 17 m/s.	25
Figura 1.34. Dni wiatrem o prędkości ≥ 10 m/s.	25
Figura 1.35. Maksymalna średniodobowa prędkość wiatru.	26
Figura 1.36. Ostrzeżenia o silnych i porywistych wiatrach – Śrem.	26
Figura 1.37. Roczny przepływ na rzece Warta - Śrem.	27
Figura 1.38. Liczba dni z niżówką w latach hydrologicznych.	28
Figura 1.39. Wystąpienia niżówek w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień–Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.	28
Figura 1.40. Wystąpienia niżówek głębokich w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień– Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.	29
Figura 1.41. Liczba dni z wezbrzeniami w latach hydrologicznych.	30
Figura 1.42. Wystąpienia wezbrań w wieloleciu 1994-2023. Daty przedstawiono w formie: Dzień–Wskaźnik miesiąca w roku hydrologicznym–rok hydrologiczny.	30
Figura 1.43. Średnia roczna temperatura wody.	31
Figura 1.44. Śr. miesięczna temperatura wody.	31

Miejski Plan Adaptacji Miasta Śrem do zmian klimatu do roku 2030

Figura 2.1. Średnia krocząca temperatury w powiecie śremskim.	33
Figura 2.2. Średnia krocząca temperatury maksymalnej w powiecie śremskim.	34
Figura 2.3. Średnia krocząca temperatury minimalnej w powiecie śremskim.	34
Figura 2.4. Średnia krocząca liczby dni gorących ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	34
Figura 2.5. Średnia krocząca liczby dni upalnych ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	35
Figura 2.6. Średnia krocząca liczby nocy tropikalnych ($T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	36
Figura 2.7. Średnia krocząca liczby dni przymrozkowych ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	36
Figura 2.8. Średnia krocząca liczby dni mroźnych ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	36
Figura 2.9. Średnia krocząca liczby dni bardzo mroźnych ($T_{min} < -10^{\circ}\text{C}$) w powiecie śremskim.	37
Figura 2.10. Średnia krocząca liczby dni wegetacyjnych z temperaturą $> 5^{\circ}\text{C}$ w powiecie śremskim.	38
Figura 2.11. Średnia krocząca liczby dni z gołoledzią w powiecie śremskim.	38
Figura 2.12. Średnia krocząca liczby dni z przejściem przez 0°C w powiecie śremskim.	39
Figura 2.13. Średnia krocząca sumy opadu – w skali roku w powiecie śremskim.	39
Figura 2.14 Średnia krocząca liczby dni bez opadu w powiecie śremskim.	40
Figura 2.15. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 1 mm.	40
Figura 2.16. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 10 mm.	40
Figura 2.17. Średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym ≥ 20 mm.	40
Figura 2.18. Średnia krocząca wskaźnika intensywności opadu w powiecie śremskim.	41
Figura 2.19. Średnia krocząca miesięcznej sumy opadu. Scenariusz RCP 4.5.	42
Figura 2.20. Średnia krocząca miesięcznej sumy opadu. Scenariusz RCP 8.5.	42
Figura 2.21. Średnia krocząca grubości pokrywy śnieżnej w powiecie śremskim.	43
Figura 2.22. Średnia krocząca liczby dni z pokrywą śnieżną w powiecie śremskim.	43
Figura 2.23. Średnia krocząca średniej prędkości wiatru w powiecie śremskim.	43
Figura 2.24. Średnia krocząca średniego udziału wiatrów silnych i bardzo silnych ($10\text{-}30$ m/s) w powiecie śremskim.	44
Figura 2.25 Średnia krocząca zachmurzenia ogólnego w powiecie śremskim.	44