



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Projekt I

Analiza średnich miesięcznych temperatur z stacji meteorologicznej w Trepczy w latach 1951-2015

Autor:	<i>Adam Biedrzycki</i>	<i>408228</i>
	<i>Szymon Górka</i>	<i>403438</i>
Kierunek studiów:	Geoinformatyka	
Opiekun projektu:	Dr inż. Małgorzata Danek	

Kraków, 14.05.2021

Wstęp

Celem projektu jest analiza średnich miesięcznych temperatur zarejestrowanych w stacji meteorologicznej w Trepczy (pow. Sanocki) w latach 1951-2015. A także przedstawienie w sposób graficzny oraz tabelaryczny uzyskanych wyników w celu sprawdzenia czy i w jakich miesiącach występują zmiany średnich temperatur na przestrzeni 65 lat w okolicach południowo-wschodniej Polski.

W analizie wykresów/tabel często stosowaliśmy skrót myślowy, gdy jest mowa o „temperaturze” należy to rozumieć jako „średnia temperatura”. W całym projekcie nigdy nie ma mowy o temperaturze jako samodzielnej dane pochodzącej z jednego odczytu.

Materiały

W analizie zmian temperaturowych użyliśmy danych tabelarycznych uzyskanych w stacji meteorologicznej w Trepczy (pow. Sanocki) pozyskanych w latach 1951-2015. Naszymi danymi były średnie miesięczne temperatury.

Metody

W celu analizy oraz wizualizacji danych posłużyliśmy się językiem programowania „R” w którym przeprowadziliśmy wszystkie niezbędne procedury. Tabele stworzyliśmy w arkuszu kalkulacyjnym „Excel” po wcześniejszym pobraniu odpowiednich danych z „R”.

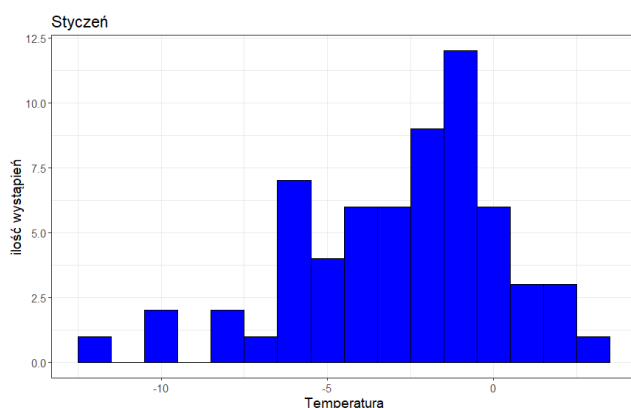
W linku znajdują się plik z kodem źródłowym naszego projektu.

<https://drive.google.com/file/d/1OGyucGG1O2COulpjgqfLNGrnUrTS--RJF/view?usp=sharing>

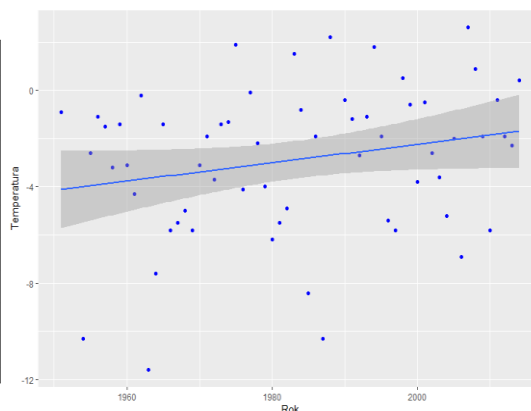
Wyniki

1 a) wykresy rozkładów temperatur dla poszczególnych miesięcy + wnioski

STYCZEŃ:



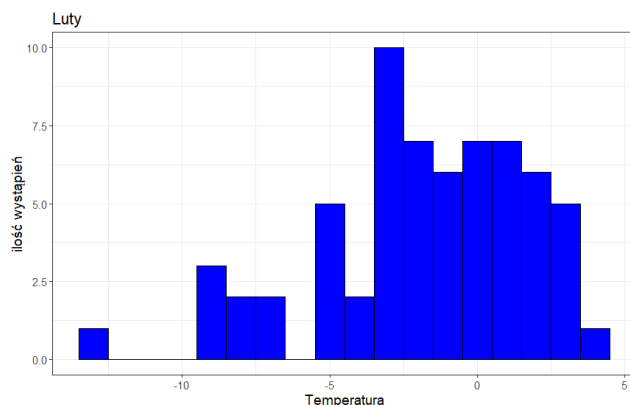
Wykres 1. Histogram styczeń



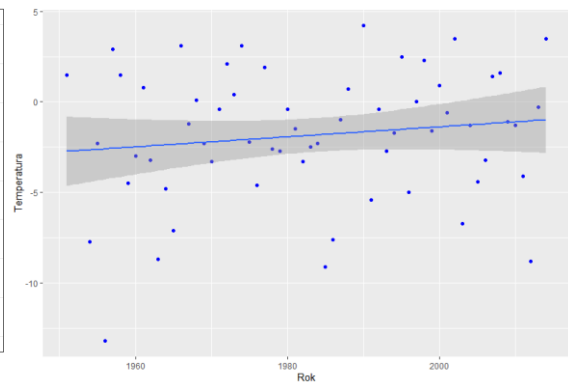
Wykres 2. Rozrzut Styczeń

Z wykresu pierwszego możemy odczytać że na przestrzeni kilkudziesięciu lat najpopularniejszą średnią temperaturą było -1°C . Styczeń charakteryzuje się sporą rozpiętością temperatur sięgającą aż 16°C , ciekawym spostrzeżeniem jest to że występują temperatury powyżej 0°C , co jest zaskakujące ponieważ styczeń jest najzimniejszym miesiącem w naszej strefie klimatycznej. Natomiast wykres rozrzutu pokazują nam że ten miesiąc charakteryzuje się sporym odchyleniem standardowym temperatur, natomiast zamieszczona na nim linia trendu wskazuje na ciągłą tendencję do wzrostu temperatur, co w połączeniu z już dosyć ciepłą zimą może skutkować brakiem termicznej zimy w ciągu kilku dekad.

LUTY:



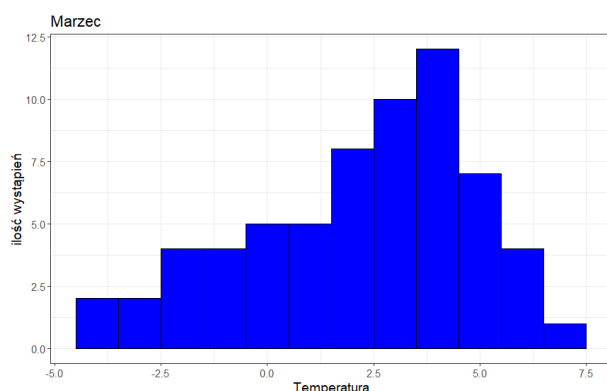
Wykres 3. Histogram luty



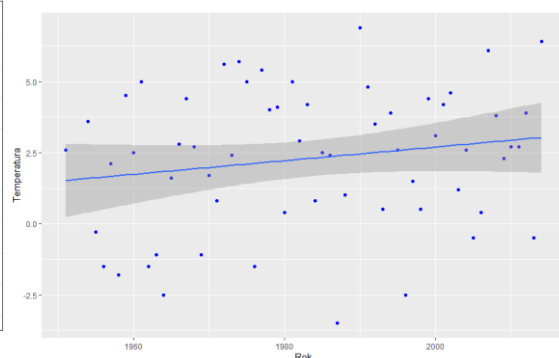
Wykres 4. Rozrzut luty

Z wykresu 3 możemy odczytać, że najczęściej powtarzającą się temperaturą była -3°C , chociaż średnia temperatura plasowała się w okolicach -2°C . Temperatury w lutym plasują się głównie w przedziale od -5°C do 5°C lecz zdarzają się też lata, gdzie średnia temperatura spada nawet do -13°C . Z rysunku 4 możemy odczytać, że średnie odchylenie temperatur jest duże oraz linia trendu wskazuje dodatni trend co tak samo jak w styczniu może doprowadzić do coraz krótszych zim termicznych na badanych rejonach.

MARZEC:



Wykres 5. Histogram marzec

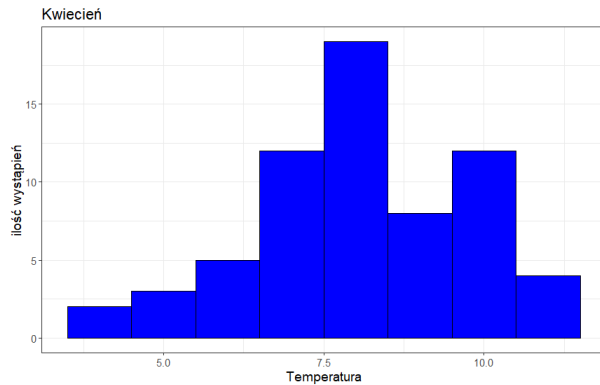


Wykres 6. Rozrzut marzec

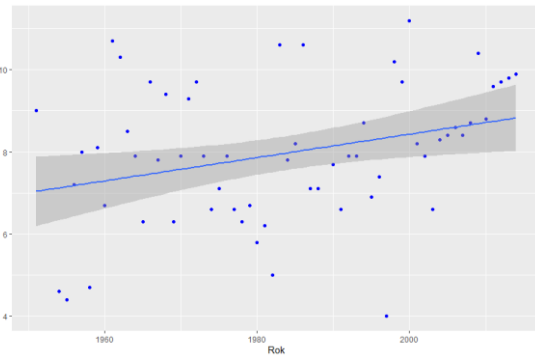
Rysunek 5 przedstawia nam histogram lewostronnie skośny z największą ilością wystąpień dla 4°C , w marcu dominują temperatury dodatnie. W tym miesiącu mamy styczność z występowaniem aż trzech pór termicznych a także jest to pierwszy miesiąc w roku, w którym możemy zaobserwować wiosnę termiczną, co biorąc pod uwagę wyniki z wykresu 6 będzie coraz częstsze, gdyż linia trendu podobnie

jak w poprzednich miesiącach pokazuje nam, że średnie temperatury w przyszłości powinny nieustannie rosnąć.

KWIECIEŃ:



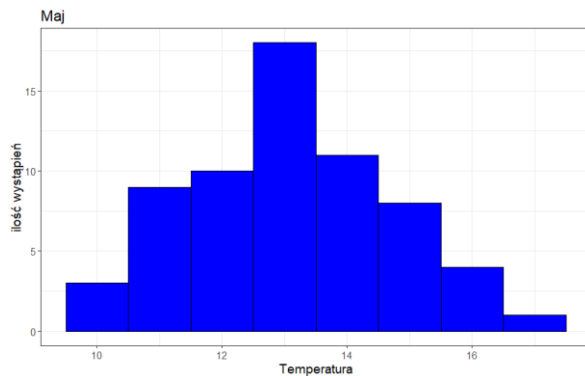
Wykres 7. Histogram kwiecień



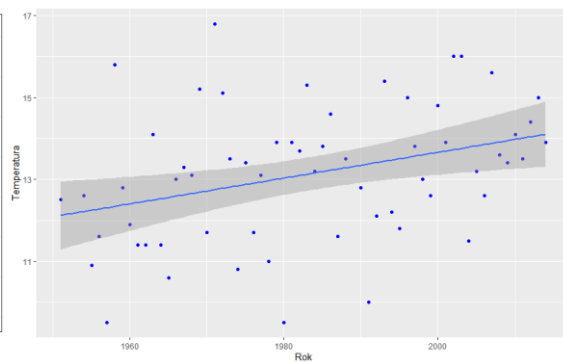
Wykres 8. Rozrzut kwiecień

Histogram dla kwietnia przedstawia nam, że najczęstszą średnią temperaturą jest 8°C, w tym miesiącu jako pierwszym w roku nie występują średnie temperatury poniżej 0°C a także praktycznie wszystkie dane zawierają się w wiosennej porze termalnej. Wykres nr 8 ukazuje nam podobnie jak w poprzednich miesiącach rosnący trend temperaturowy.

MAJ:



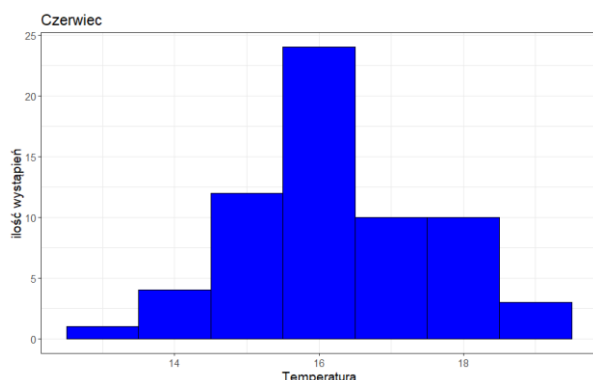
Wykres 9. Histogram maj



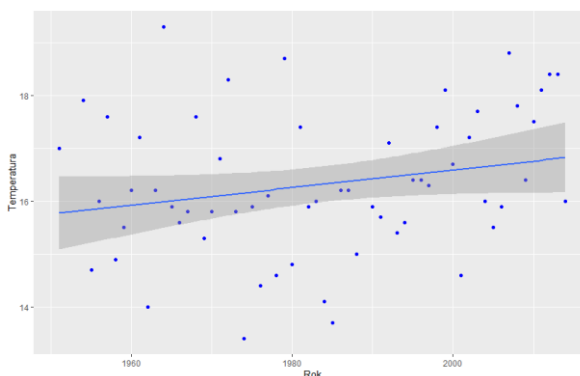
Wykres 10. Rozrzut maj

Wykres nr 9 przedstawia nam normalny rozkład średnich temperatur z maximum występującym przy 11°C, maj jest miesiącem zdominowanym przez wiosenną porę termiczną, lecz możemy także zauważyć temperatury większe od 15°C, co razem z rosnącym trendem średniej temperatury dla tego miesiąca wskazuje, że będziemy coraz częściej zapisywać ten miesiąc jako letni w spisie rocznych pór termalnych.

CZERWIEC:



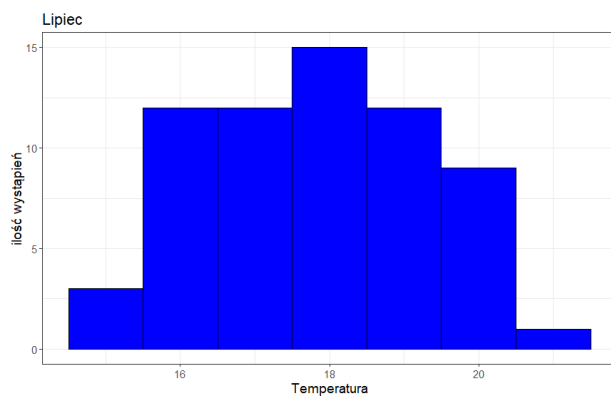
Wykres 11. Histogram czerwiec



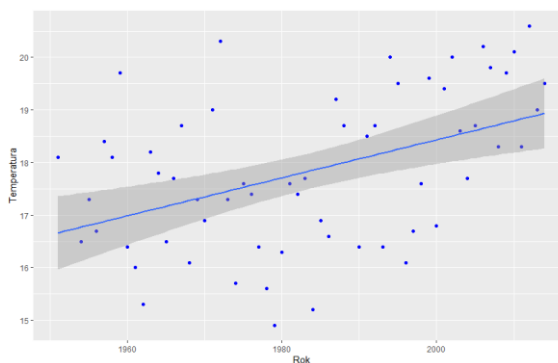
Wykres 12. Rozrzut czerwiec

Histogram dla czerwca przypomina rozkład normalny o skrajnych wartościach 13°C oraz 19°C, a także maximum wystąpień dla 16°C. W miesiącu tym rozpoczyna się kalendarzowe lato co bardzo dobrze pokrywa się z przedziałem temperatur dla lata termalnego, ponieważ tylko w kilku zanotowanych latach temperatura w czerwcu była niższa od 15°C. Z wykresu 12 możemy odczytać że ten miesiąc charakteryzuje się niskim odchyleniem standardowym średnich temperatur, a także rosnącym ich trendem.

LIPIEC:



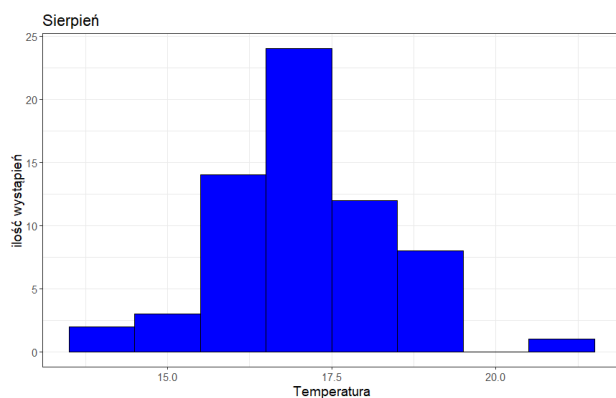
Wykres 13. Histogram lipiec



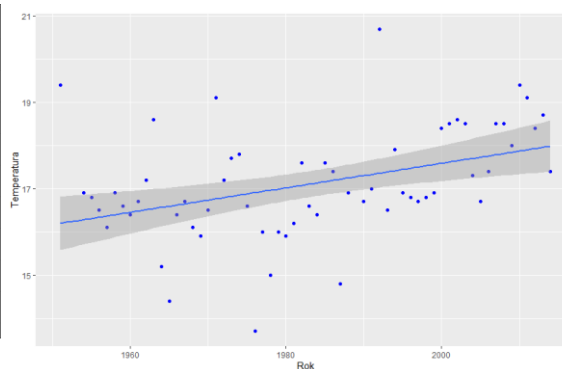
Wykres 14. Rozrzut lipiec

Rysunek 13 przedstawia rozkład temperatur dla lipca. Najczęściej występującą temperaturą jest 18°C. Wahania temperatur wynoszą 15°C -21°C. Lipiec z roku na rok notuje coraz wyższe temperatury w stosunkowo mocnym tempie.

SIERPIEŃ:



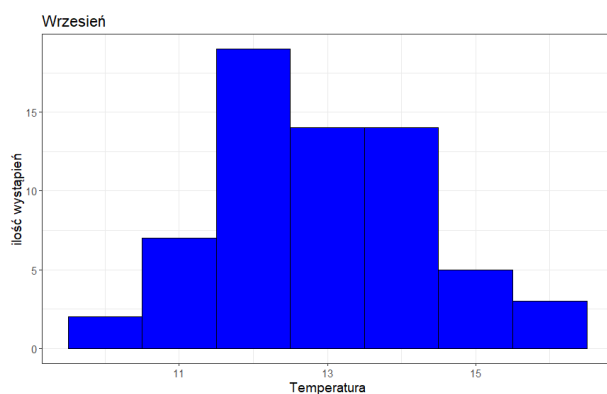
Wykres 15. Histogram sierpień



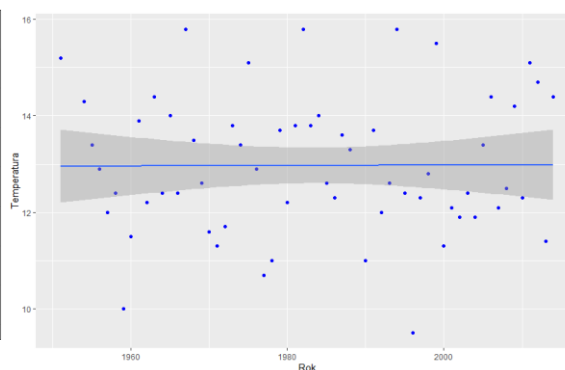
Wykres 16. Rozrzut sierpień

Z wykresu możemy odczytać, że najczęściej występującą temperaturą było 17°C. Maximum temperatur wynosi 17, które zarazem jest maksymalną wartością temperatury. Odczytując wykres 16, zauważyć można rosnący trend wartości temperatury.

WRZESIEŃ:



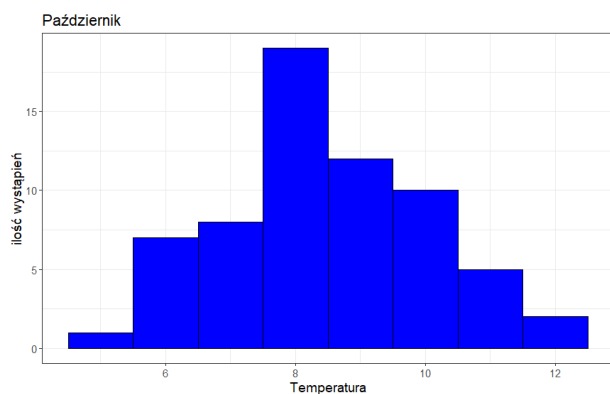
Wykres 17. Histogram wrzesień



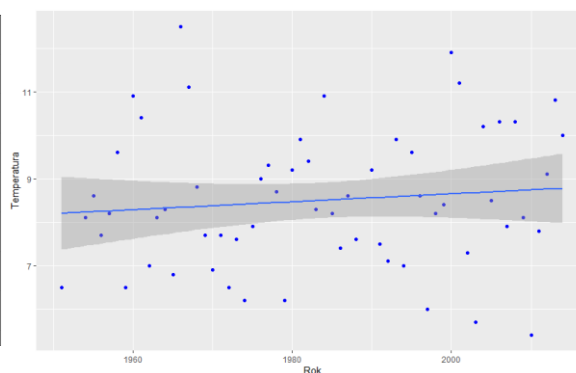
Wykres 18. Rozrzut wrzesień

Wrzesień jest ostatnim miesiącem lata. W trakcie września zaczyna się jesień. Najczęściej notowaną temperaturą jest 12°C. Wahania temperatur wynoszą 10°C-16°C. Na przestrzeni lat, wrzesień utrzymuje stałą tendencję zachowania zbliżonych temperatur.

PAŹDZIERNIK:



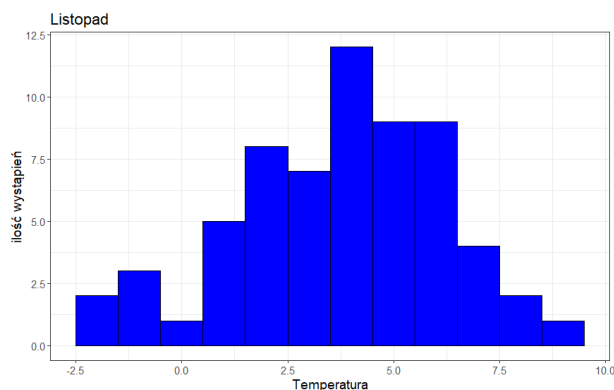
Wykres 19. Histogram październik



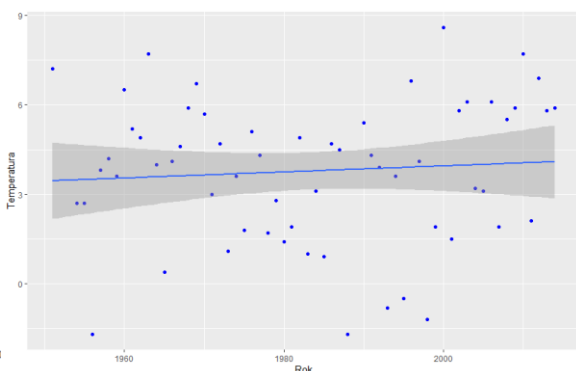
Wykres 20. Rozrzut październik

Histogram dla października przedstawia nam że najczęstszą średnią temperaturą jest 8°C. Temperatury wahają się w zakresie 5°C-12°C. Wykres nr 20 ukazuje nam podobnie jak w wielu miesiącach rosnący trend temperaturowy.

LISTOPAD:



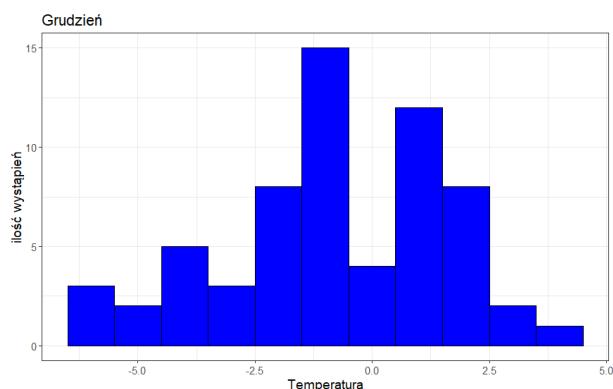
Wykres 21. Histogram listopad



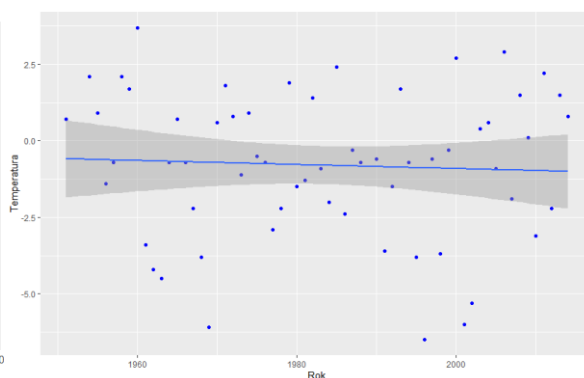
Wykres 22. Rozrzut listopad

W listopadzie, po ciepłym sezonie znowu pojawiają się średnie temperatury poniżej zera. Najczęściej notuje się 4°C. Wahania w zakresie -2°C - 9°C. Na przestrzeni lat temperatury przyjmują zbliżone wartości.

GRUDZIEŃ:



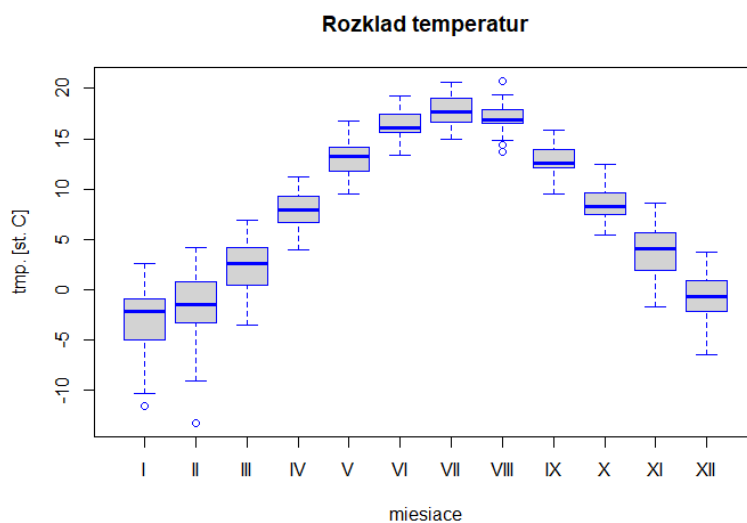
Wykres 23. Histogram grudzień



Wykres 24. Rozrzut grudzień

W grudniu notuje się głównie temperatury o wartościach poniżej 0°C . Najczęściej występuje -1°C . Wahania w zakresie -6°C - 4°C . Na przestrzeni lat odnotować możemy delikatne obniżenie średnich temperatur.

1 b)



Wykres 25. skrzynkowy

Na wykresie skrzynkowym skrzynkowym widzimy że największe wahania średnich temperatur odnotowaliśmy w miesiącach zimowych, są to też miesiące w których odnotowano największy rozstrzał wartości ciepła. Najniższe wahania natomiast odnotowaliśmy w okresie letnim, są to też miesiące o najmniejszej różnicy ekstremalnych temperatur. Na rysunku 25 możemy zauważyć że zmiany median poszczególnych miesięcy zmieniają się gładko, bez większych skoków temperatur.

Miesiąc	Średnia	Mediana	Odch.stan	Min	Max	Q3-Q1
Styczeń	-2,9	-2,2	3,1	-11,6	2,6	4,1
Luty	-1,8	-1,5	3,6	-13,2	4,2	4,1
Marzec	2,3	2,6	2,5	-3,5	6,9	3,7
Kwiecień	8,0	7,9	1,7	4,0	11,2	2,6
Maj	13,1	13,2	1,7	9,5	16,8	2,3
Czerwiec	16,3	16,1	1,3	13,4	19,3	1,8
Lipiec	17,8	17,7	1,5	14,9	20,6	2,4
Sierpień	17,1	16,9	1,3	13,7	20,7	1,4
Wrzesień	13,0	12,6	1,4	9,5	15,8	1,8
Październik	8,5	8,3	1,6	5,4	12,5	2,1
Listopad	3,8	4,1	2,4	-1,7	8,6	3,8
Grudzień	-0,8	-0,7	2,4	-6,5	3,7	3,1

Tabela 1. Dane statystyczne miesięcy.

Dane zawarte w tabeli 1 pokrywają się z wyżej zawartymi informacjami. Największą różnicę temperatury minimalnej i maksymalnej odnotowaliśmy w lutym wynoszącą ponad 17°C, natomiast najmniejszą w lipcu wynoszącą poniżej 6°C, jest to dość ciekawa obserwacja ponieważ rozstrzał temperatur w najcieplejszym miesiącu jest prawie trzy razy mniejszy niż rozstrzał w najzimniejszym (pod względem minimalnej temperatury) miesiącu, co jest zbieżne z odchyleniem standardowym który największą wartość ma w miesiącach zimowych a najmniejszą w letnich.

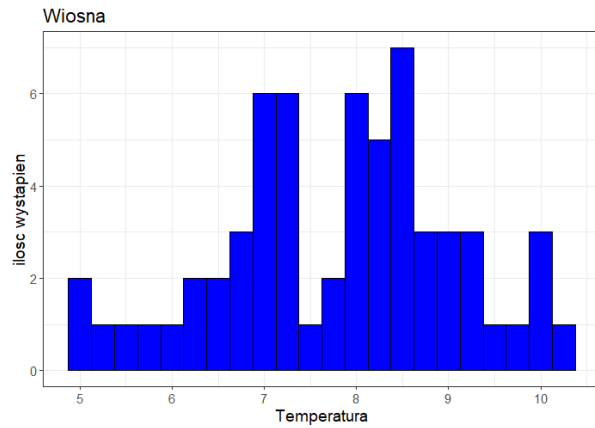
2)

Miesiąc	Średnia	Mediana	Odch.stan	Min	Max	Q3-Q1
Wiosna	7,8	7,9	1,3	5,0	10,1	1,6
Lato	17,1	17,0	1,0	15,1	19,1	1,4
Jesień	8,4	8,3	1,1	6,3	10,6	1,7
Zima	-1,8	-1,6	2,0	-8,3	1,6	2,5
Okr.weg	15,5	15,5	0,9	13,4	17,3	1,3

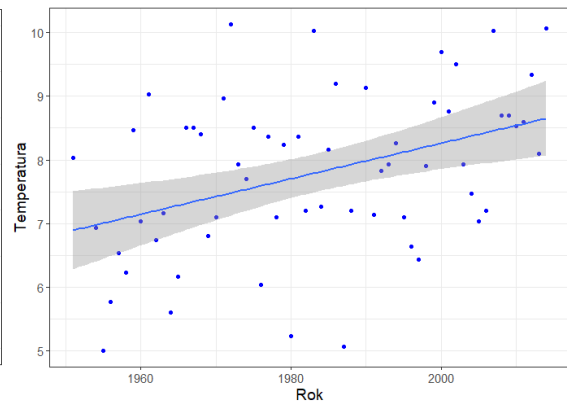
Tabela 2. Dane statystyczne pór roku.

Dane z tabeli 2 pokazują że możemy odnotować 3 termalne pory roku (bez przedwiośnia i przedzimy), lecz najprawdopodobniej może to być spowodowane uśrednieniem temperatur dla kalendarzowych pór roku. Największym odchyleniem standardowym charakteryzuje się zima, zaś najmniejszym (nie licząc okresu wegetacyjnego) lato, co jest zbieżne z wcześniejszymi wnioskami. Okres wegetacyjny wyróżnia się wysokimi temperaturami, co jest niezwykle potrzebne do wzrostu roślinności, a także niskim odchyleniem standardowym co powodują powtarzalność okresów rolniczych w kolejnych latach.

Wiosna



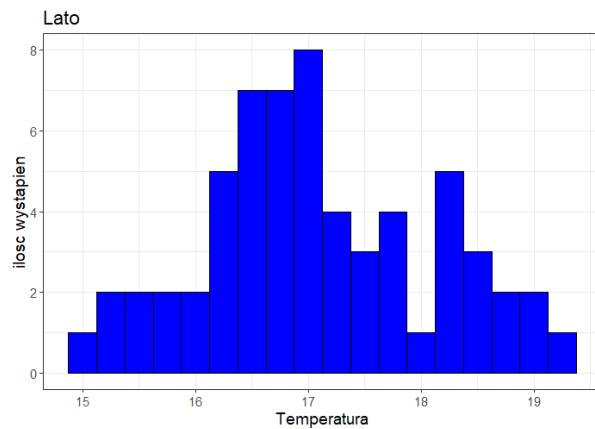
Wykres 26.



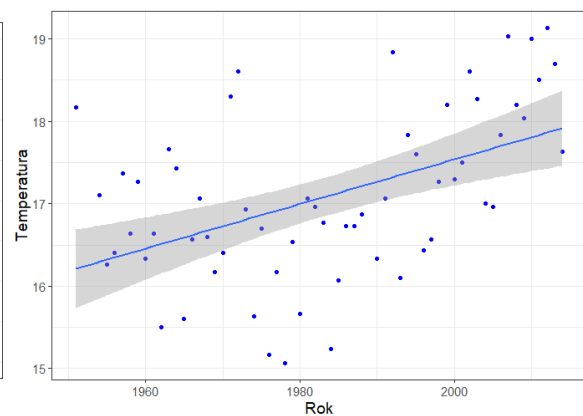
Wykres 27.

Najczęściej występującą temperaturą jest 8,5°C. Wahania wynoszą 5°C-11°C. Tendencja na przestrzeni lat jest rosnąca.

Lato



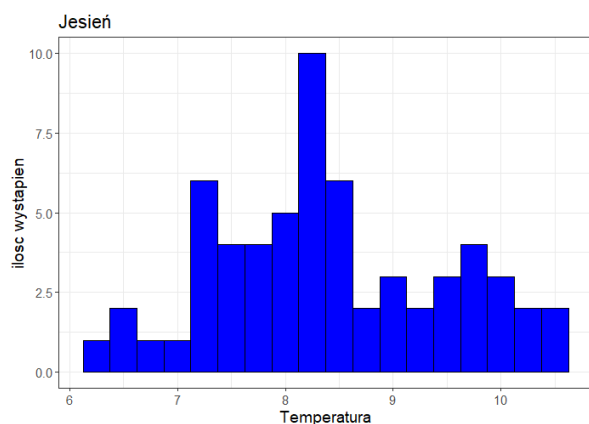
Wykres 28.



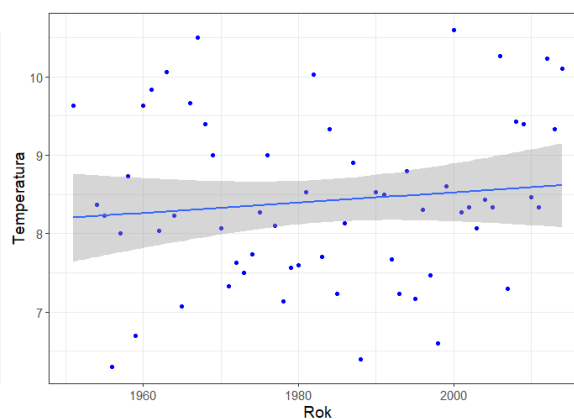
Wykres 29.

Lato to najcieplejsza pora roku w Polsce. Najczęściej odnotowywaną średnią temperaturą jest 17°C. Odnotowano temperatury 15°C-20°C. Występuje rosnąca tendencja temperatur na przestrzeni lat.

Jesień



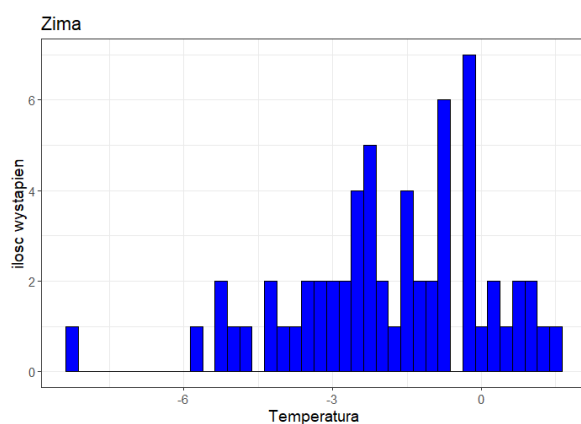
Wykres 30.



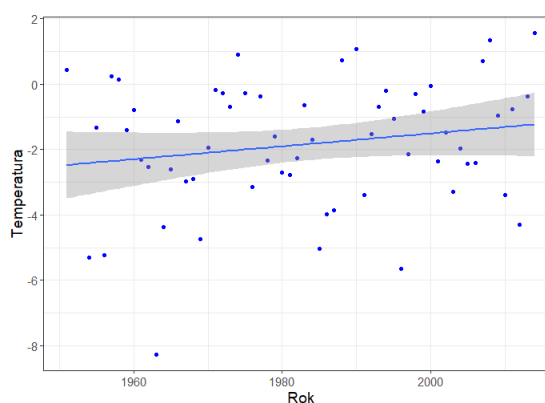
Wykres 31.

Najczęściej odnotowano 8,25°C. Temperatury znajdują się w zakresie 6,25°C-10,5°C. Na przestrzeni lat występuje delikatnie rosnąca tendencja średnich temperatur.

Zima



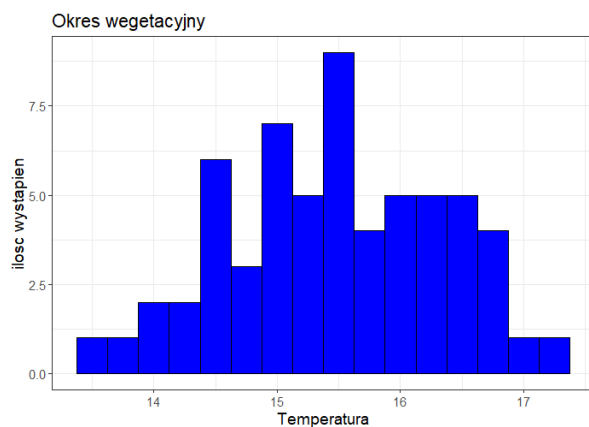
Wykres 32.



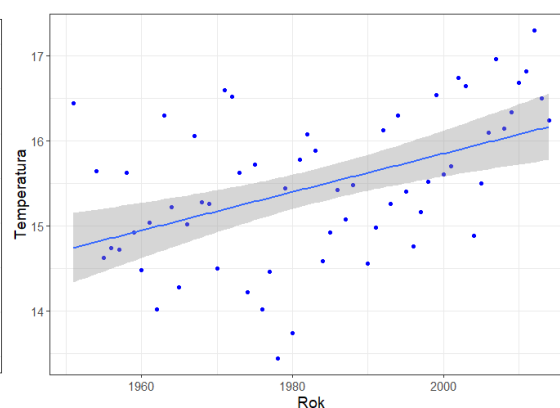
Wykres 33.

Najczęściej odnotowywaną temperaturą jest -0,25°C. Zakres temperatur wynosi -6°C- 1,5°C. Odnotowywana jest delikatna tendencja rosnąca średnich temperatur na przestrzeni lat.

Okres wegetacyjny



Wykres 34.

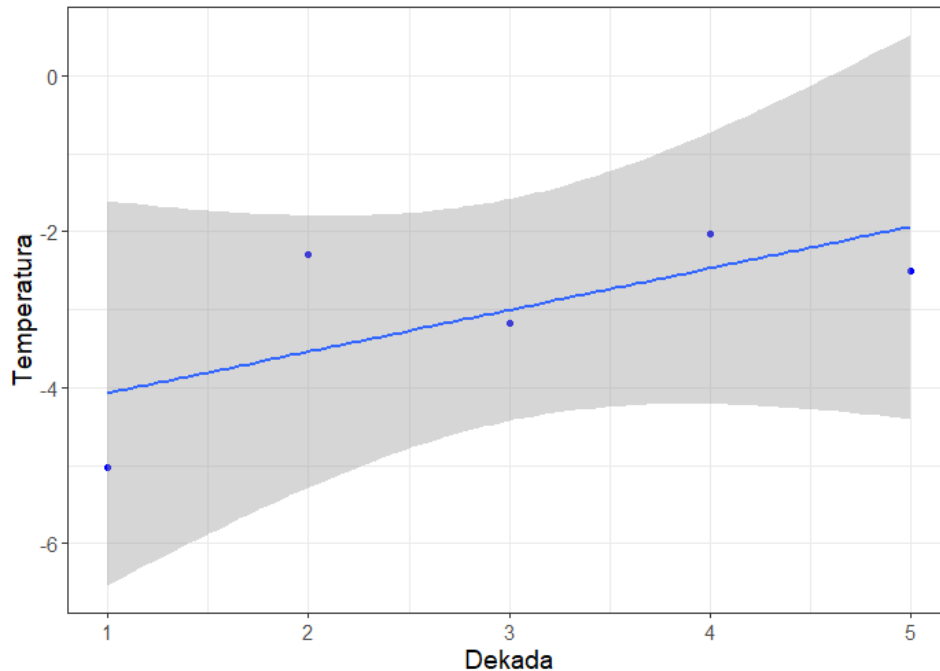


Wykres 35.

Najczęstsza temperatura to 15,5°C. Zakres 13,5°C-17,25°C. Tendencja wzrastająca średnich temperatur na przestrzeni lat.

3)

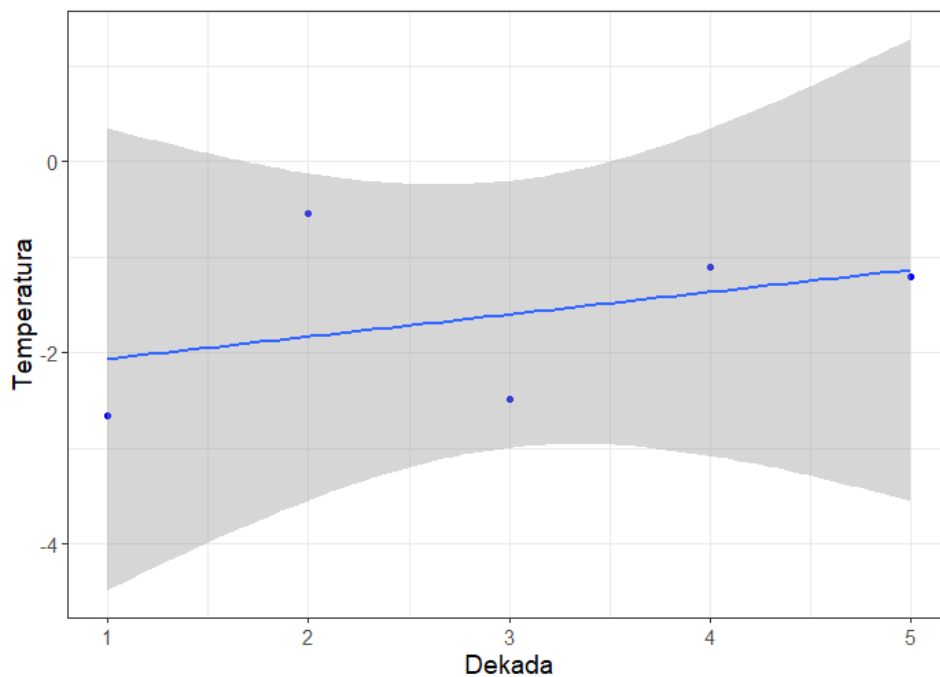
Styczeń



Wykres 36.

Pojawia się zauważalna tendencja rosnąca średnich temperatur. Temperatury średnie wahają się w okolicach -6°C-0,5°C.

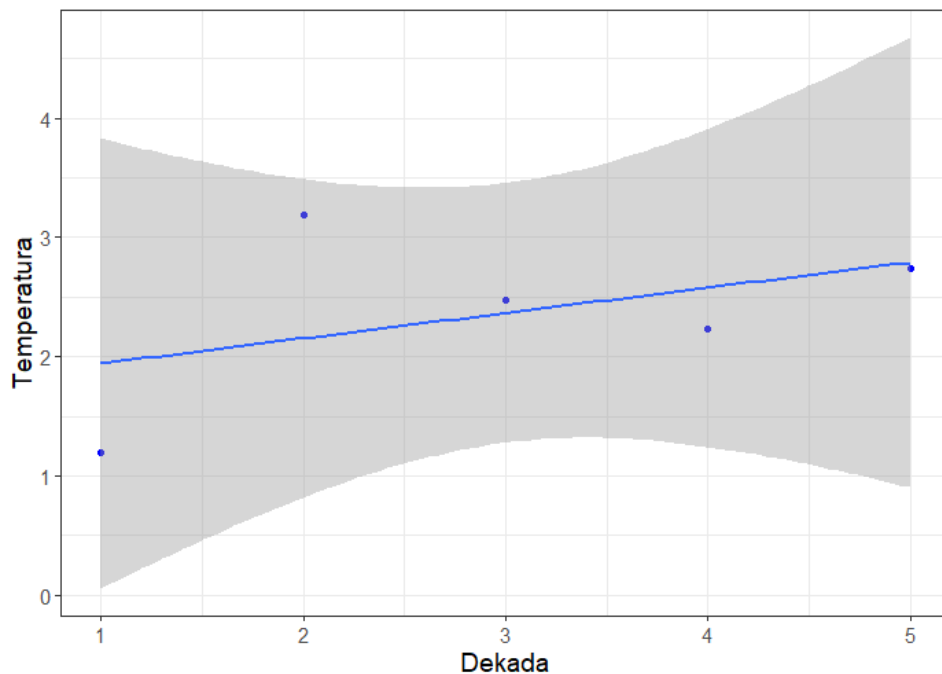
Luty



Wykres 37.

Występuje rosnąca tendencja średnich temperatur. Wahania kształtują się w okolicach -4°C - 1°C . Wykres jest zgodny z wykresem nr 4.

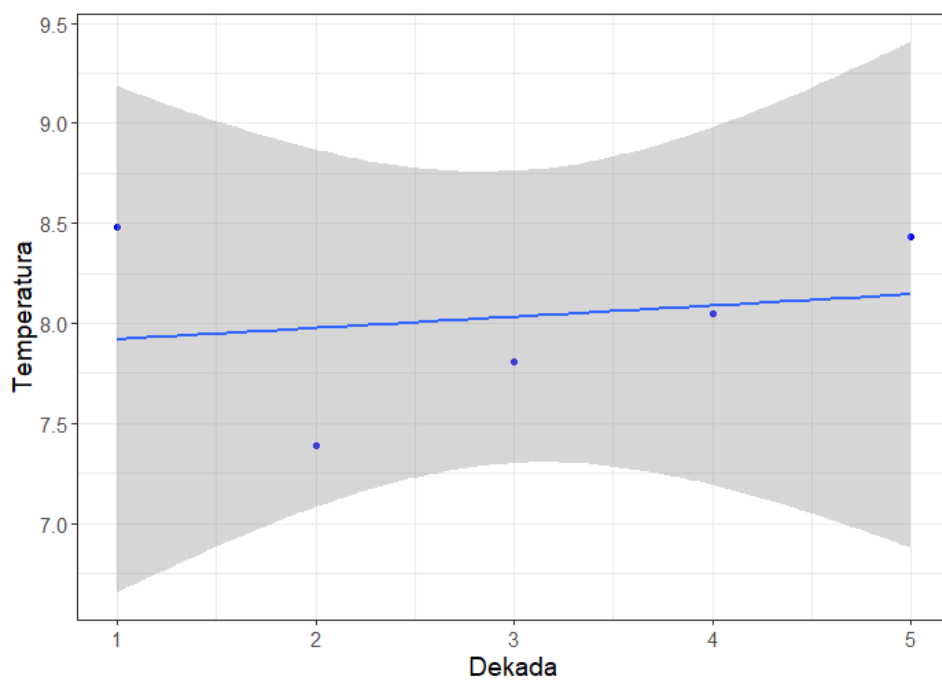
Marzec



Wykres 38.

Delikatnie rosnąca tendencja wartości średnich temperatur. Wahania 0°C - $4,5^{\circ}\text{C}$.

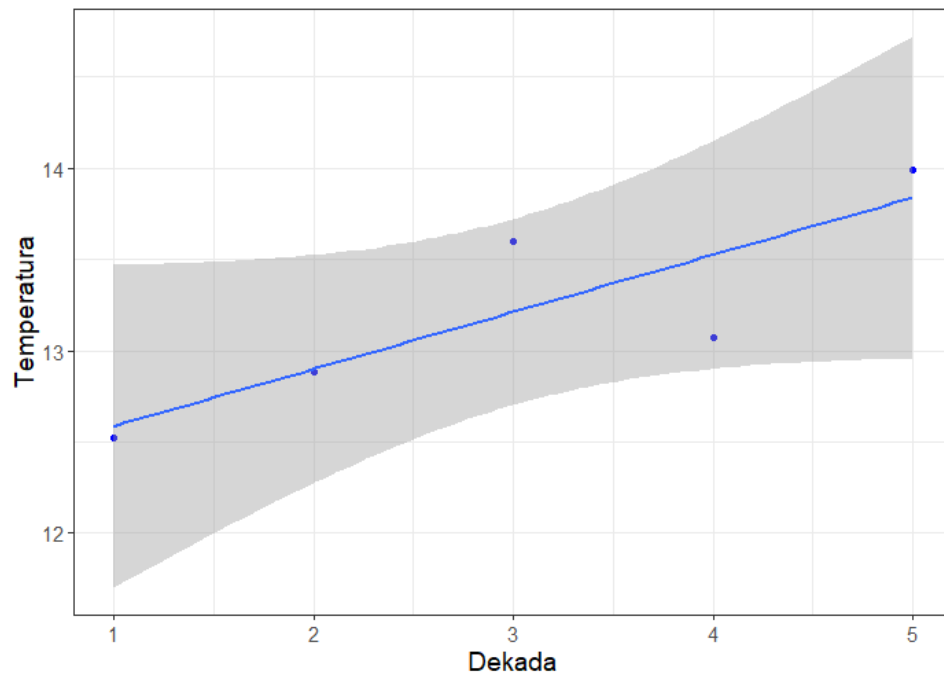
Kwiecień



Wykres 39.

Występuje lekko rosnąca tendencja średnich temperatur. Wahania kształtują się w okolicach 6,75°C - 9,5°C.

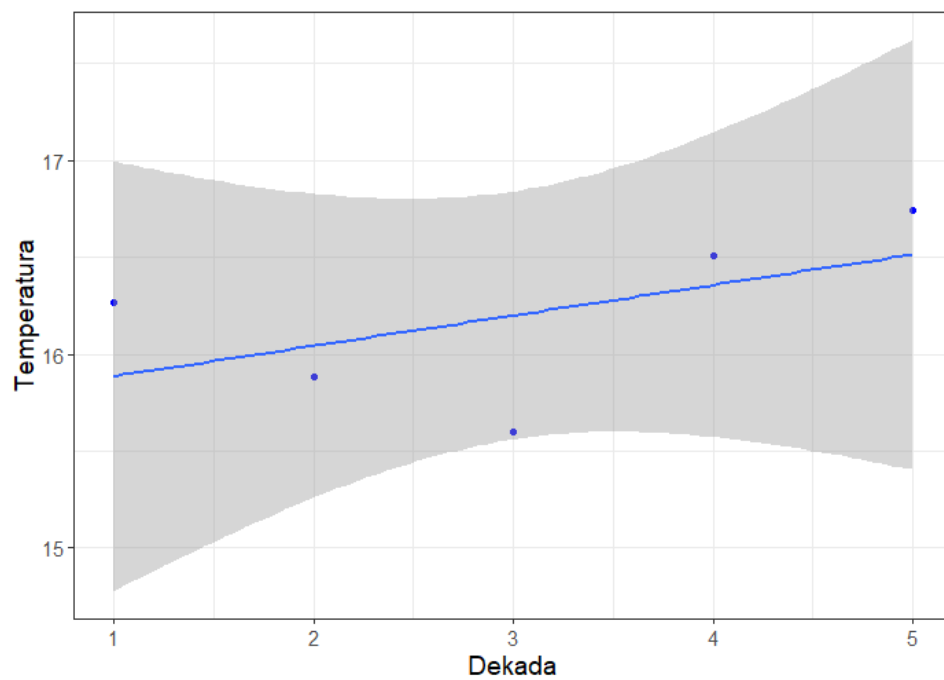
Maj



Wykres 40.

Występuje stosunkowo duża tendencja rosnąca dla średnich temperatur. Wahania w okolicach 12°C- 15°C.

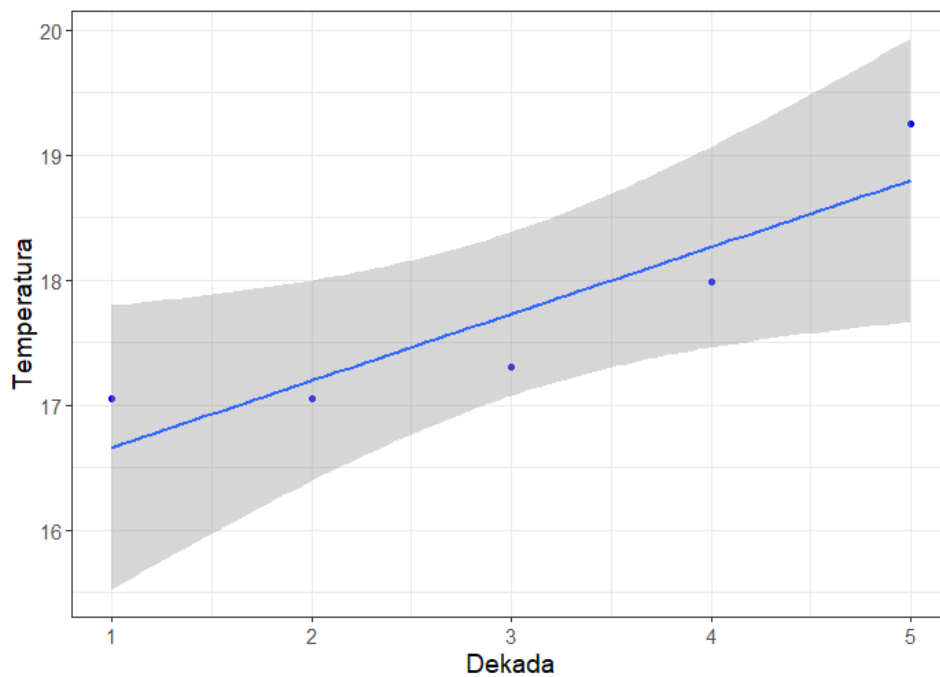
Czerwiec



Wykres 41.

Występuje rosnąca tendencja średnich temperatur. Wahania kształtują się w okolicach 15°C - 17,5°C.

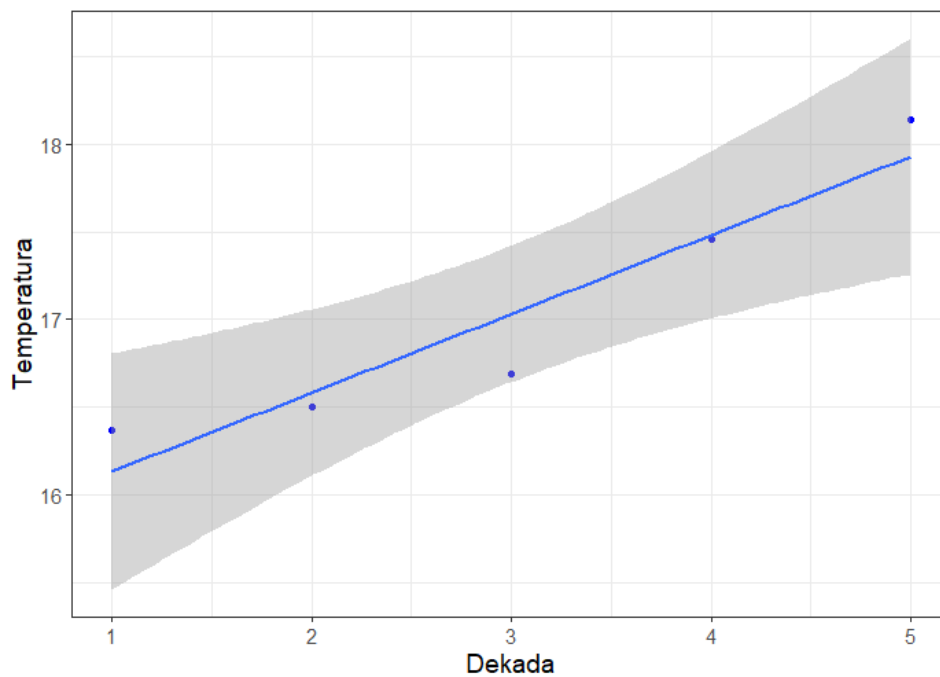
Lipiec



Wykres 42.

Zdecydowana tendencja rosnąca temperatur średnich. Wahania w zakresie 15,5°C-20°C.

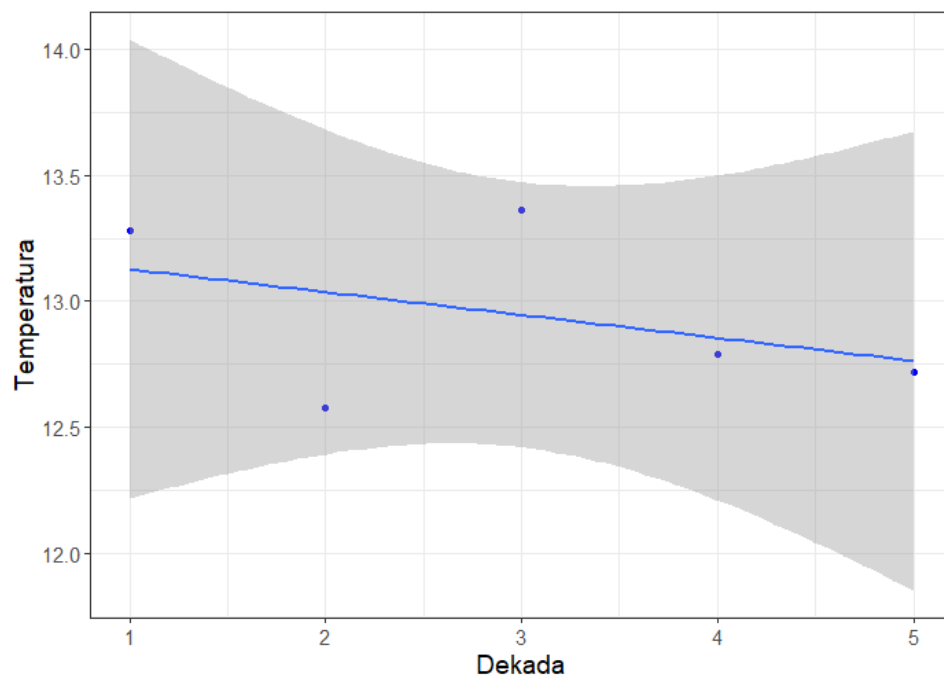
Sierpień



Wykres 43.

Mocno rosnąca tendencja temperatur. Wahania 15,5°C-18,5°C.

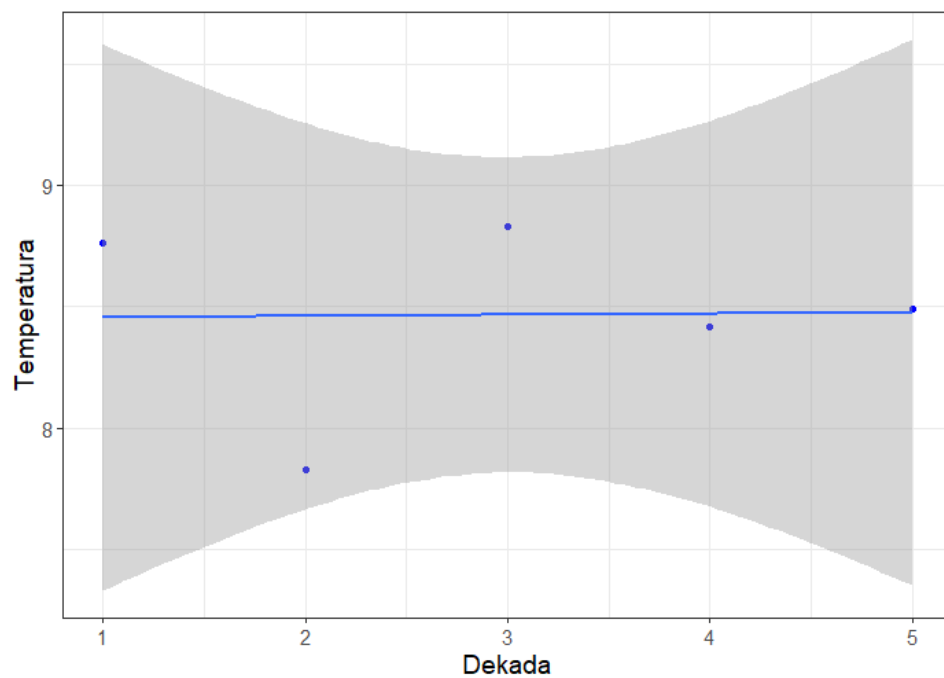
Wrzesień



Wykres 44.

W przeciwieństwie do większości miesięcy, zauważyć możemy malejącą tendencję średnich temperatur. Wahania wynoszą 12°C-14°C.

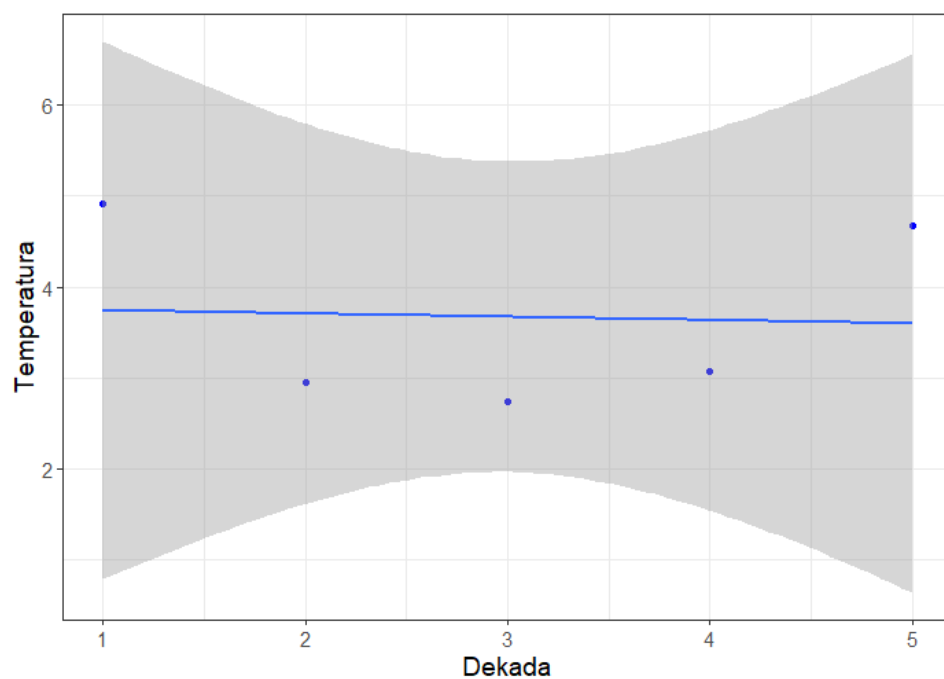
Październik



Wykres 45.

Tendencja średnich temperatur niemal niezmienna na przestrzeni dekad.

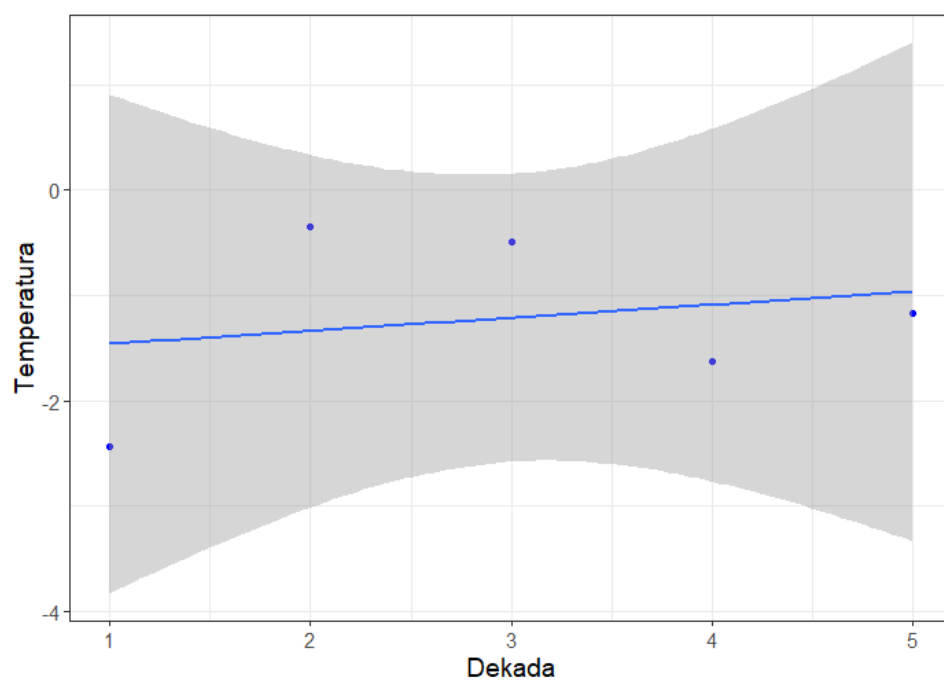
Listopad



Wykres 46.

Delikatnie malejąca tendencja średnich temperatur w miesiącu listopad. Wahania 1°C-7°C.

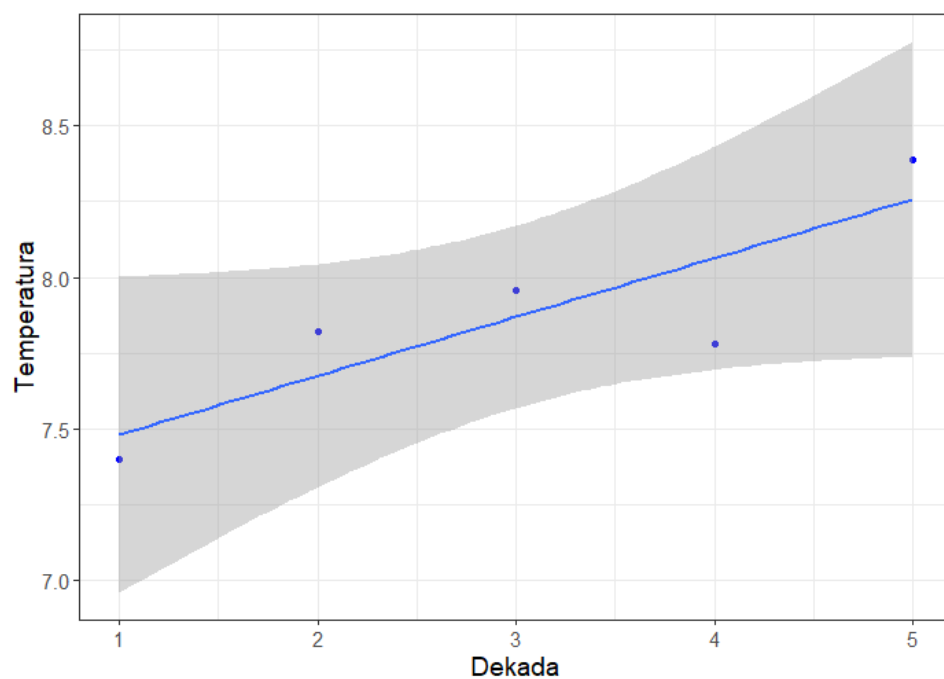
Grudzień



Wykres 47.

Delikatnie rosnąca tendencja średnich temperatur. Wahania -4°C-1,5°C.

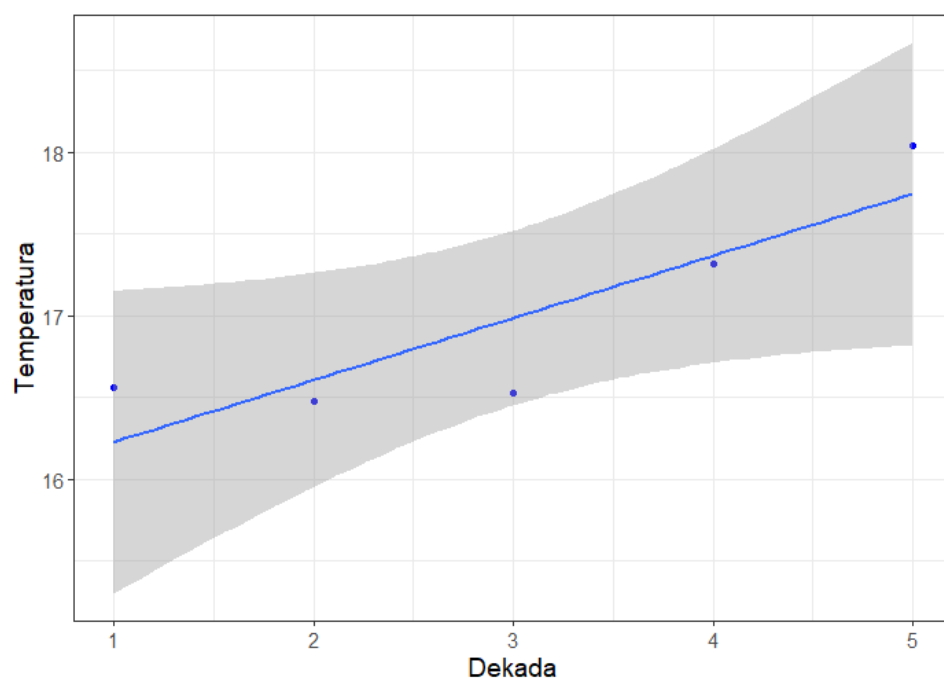
Wiosna



Wykres 48.

Temperatury średnie na przestrzeni dekad wzrastają.

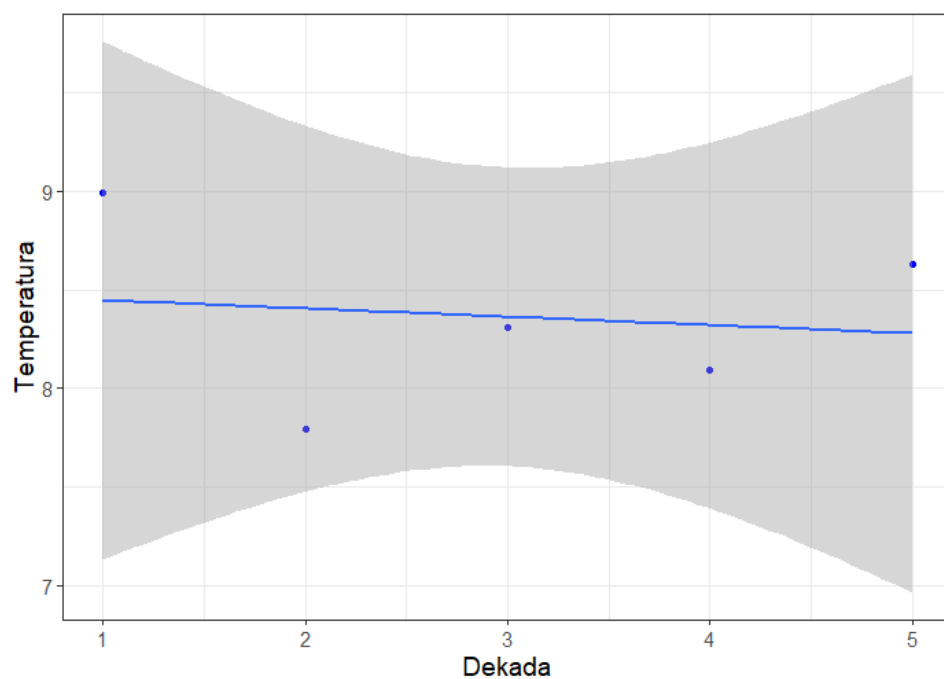
Lato



Wykres 49.

Widoczna wzrastająca tendencja średnich temperatur.

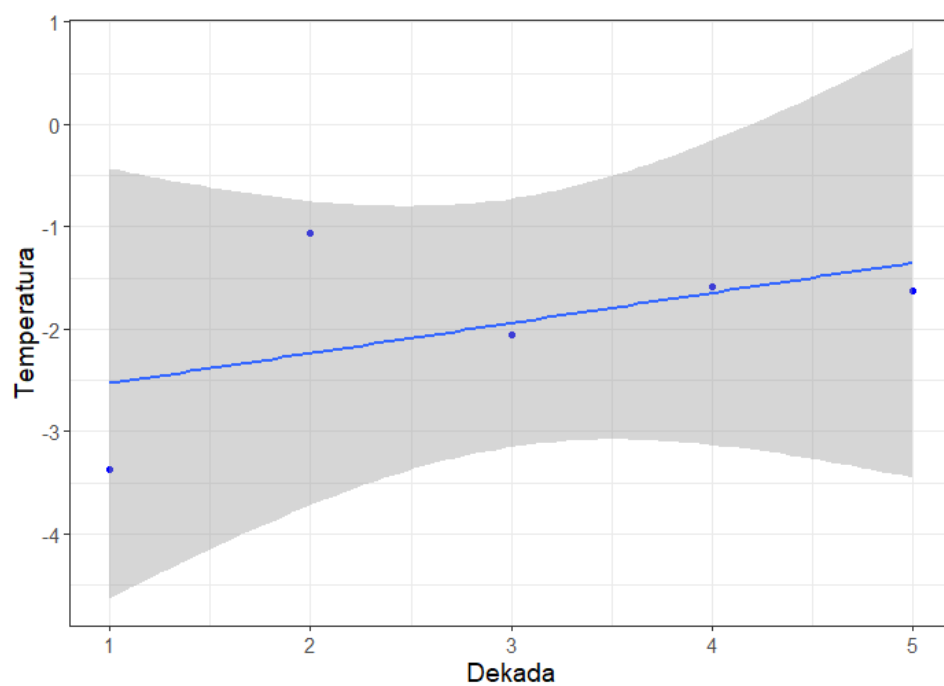
Jesień



Wykres 50.

Lekko malejąca tendencja średnich temperatur.

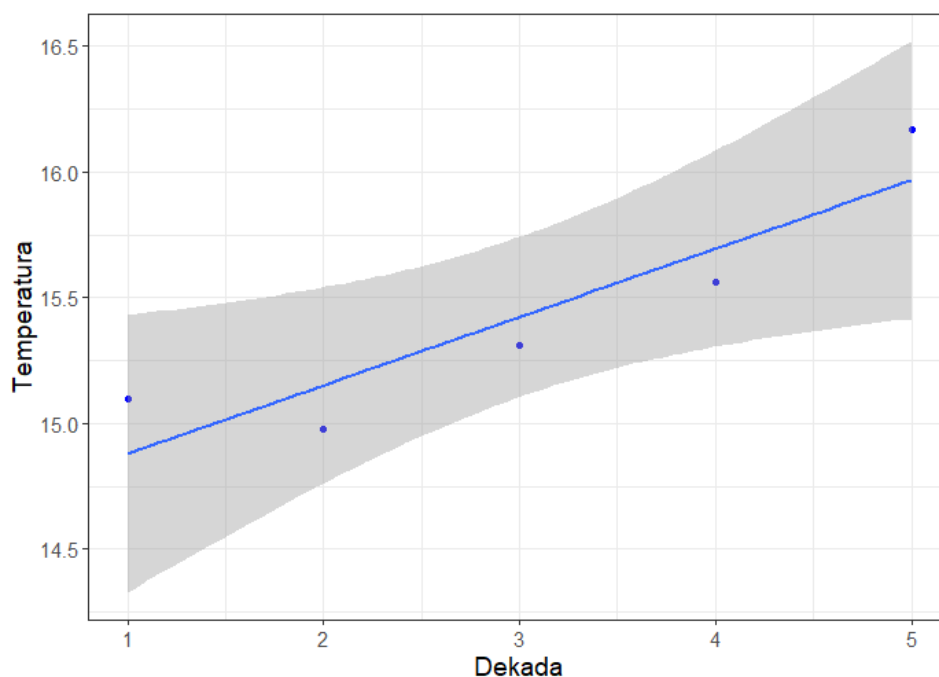
Zima



Wykres 51.

Rosnąca tendencja średnich temperatur.

Okres wegetacyjny



Wykres 52.

Względnie mocna tendencja wzrostowa średnich temperatur.

Podsumowanie

Na przestrzeni lat możemy zaobserwować rosnącą tendencję temperatur, przyczyną tego jest bez wątpienia naturalny proces ogrzewania planety trwający od ostatniego zlodowacenia, lecz także antropogeniczny skutek wpompowywania coraz większych ilości dwutlenku węgla oraz innych gazów cieplarnianych do ziemskiej atmosfery. Wynikiem tego zjawiska może okazać się przetasowanie stref klimatycznych na naszej planecie, a dla punktu obserwacyjnego w Trepczy stopniowy, ciągły zanik zimy termicznej, oraz wydłużenie ciepłych por roku a także okresu wegetacyjnego. Natomiast wzrost temperatur w okresach letnich będzie doprowadzał do coraz częstszych fal upałów, powodujących nie tylko większe zainteresowanie branżą turystyczną, lecz także wysuszenie gleb powodujących coraz częstsze i większe pożary lasów, a także dla rolników potrzebę stopniowego zwiększania zapotrzebowania na wodę w celu podlewania upraw roślinnych, co będzie sporym wyzwaniem dla Polski z powodu bardzo małego rocznego przychodu wody oraz niskiej jeziorności.

Literatura

- Dr inż. Małgorzata Danek , notatki z Przetwarzania danych środowiskowych,
- Gospodarka wodna - <http://iche2002.pl/gospodarka-wodna-w-polsce.html>
- Termiczne pory roku - <https://atlas-roslin.pl/termiczne-pory-roku.htm>

