

Kinga Bargieł

Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Kraków, Polska

Zmiany warunków termiczno-opadowych w gminie Łącko i ich wpływ na sadownictwo

Streszczenie

Zmiany termiczno-opadowe każdego obszaru wpływają na jego pozostałe warunki środowiskowe i ekonomiczne. Polska, będąca jednym z głównych producentów owoców w Europie, może odczuć te zmiany w kontekście sadowniczym. Podstawą analizy statystycznej były dane termiczno-opadowe ze stacji meteorologicznej w Łącku, głównej miejscowości jednego z najstarszych regionów sadowniczych. Region ten jest ewenementem na skalę kraju. Górski klimat, który tam panuje, nie powinien sprzyjać rozwojowi sadownictwa. Jednak występująca inwersja termiczna oraz wytworzony miejscowy mikroklimat sprawia, że sadownictwo jest na wysokim poziomie. Jednak zmiany warunków termiczno-opadowych mogą zmodyfikować charakter zagospodarowania terenu w przyszłości. Wyniki analizy wykazały, że zmiany termiczne najszybciej zachodzą w sezonie letnim, a następnie wiosennym. Coraz częściej rejestruje się fale upałów oraz dni gorące i upalne, które mogą powodować straty ekonomiczne. Zmniejsza się natomiast występowanie dni mroźnych i bardzo mroźnych.

Changes in thermal and precipitation conditions in Łącko and their impact on horticulture

Abstract

Changes in thermal and precipitation impacts to environmental and economical conditions. Poland, who is one of fruits producer in Europe, can be fell changing in horticulture context. Statistical analysis on the basis of thermal-precipitation data from meteorological station in Łącko, which is one on the oldest horticulture in Poland. This mountain region is unique in the country. However, the occurring thermal inversion and the microclimate makes horticulture to a very advanced level. Thermal and rainfall conditions may be change the nature of the land development in the future. The analyse results showed that thermal-precipitations changing fastest occur in summer season, next in spring. We increasingly recorded heat waves and hot days, which may cause economic losses. However, the occurrence of frosty and very frosty days is decreasing.

Słowa kluczowe: analiza, klimat, opady, sadownictwo, temperatura, zmiany

Key words: analysis, changes, climate, horticulture, precipitation, temperature

Otrzymano: 04.11.2021

Received: 04.11.2021

Zaakceptowano: 27.11.2021

Accepted: 27.11.2021

Sugerowana cytacja / Suggested citation: Bargieł K. (2021). Zmiany warunków termiczno-opadowych w gminie Łącko i ich wpływ na sadownictwo, *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Geographica*, 17, 11–28, doi: 10.24917/20845456.17.2

Wprowadzenie

W ostatnim czasie dużo mówi się o postępującej zmianie klimatu. Według raportu Intergovernmental Panel on Climate Change coraz częściej występują ekstremalne zjawiska klimatyczne, takie jak: susze, powodzie, fale upałów czy mrozów. W większym lub mniejszym stopniu zmiany te widoczne są w każdym miejscu na Ziemi, w każdej strefie klimatycznej. Zmiany panujących warunków klimatycznych dotyczą i dotyczyć będą każdego aspektu życia (Krzyżewska, Wereski, 2011). Zmiany termiczno-opadowe mają duże znaczenie dla rozwoju szeroko pojętego rolnictwa. Każda istota żywa na Ziemi posiada inne wymagania termiczne oraz inaczej reaguje na zmiany warunków środowiska. Wiadome jest, że w każdej chwili można zmodyfikować czy zmienić gatunek uprawianych roślin na bardziej odporny. W przypadku rolnictwa, które opiera się głównie na jednorocznych gatunkach, taka zmiana będzie najmniej dotkliwa. Problem może pojawić się w przypadku sadownictwa, które w większości opiera się na trwalszych nasadzeniach w postaci drzew lub krzewów (kilku lub nawet kilkunastoletnich). W tym przypadku, zamiana odmian jest nie tyle bardziej pracochłonna, co kapitałochłonna. Nie chodzi tylko o wysokie koszty związane ze zmianą nasadzeń. Aby otrzymać wysokie zbiory (oraz zyski), trzeba poczekać kilka lat, ponieważ zazwyczaj z młodych sadzonek otrzymuje się mniejsze zbiory niż w przypadku kilkuletnich drzew. Wiadome jest, że drzewa lub krzewy owocowe mają większą wytrzymałość termiczno-opadową niż rośliny okopowe, lecz nie da się ich uchronić od występujących coraz częściej ekstremalnych zjawisk (Pieniążek, 1981).

Sprawa zmian warunków termiczno-opadowych jest dla Polski szczególnie ważna. Polska to między innymi główny producent jabłek w Europie. Mimo, że sady stanowią tylko 2% ogólnej powierzchni kraju, Polska nazywana jest „trzecim sadem Europy” (Pizlo, 2014).

W Polsce wyróżnić można kilka głównych ośrodków, w których skoncentrowane jest sadownictwo. Poniższy artykuł dotyczy zmian termiczno-opadowych w ostatnich 60 latach w Łącku, czyli sadowniczej miejscowości położonej w południowej części województwa małopolskiego (Lach, Sułkowska, 1994).

Historia sadownictwa na terenie Gminy Łącko to kilkaset lat gospodarczych wzlotów i upadków. Już w XVI wieku z okolic Łącka spławiano Dunajcem, a dalej Wisłą owoce i zboża. Obecność społeczności niemieckiej i żydowskiej spowodowało, że do Łącka trafiały nowinki gospodarcze na miarę Europy Zachodniej (Kiryk, 2012).

Za handel owocami i prowadzenie karczm odpowiedzialni byli zazwyczaj mieszkańcy wyznania mojżeszowego. To oni już w połowie XIX wieku otworzyli na terenie Łącka duży browar oraz gorzelnię znanej do dziś na całą Polskę „Łąckiej

Śliwowicy” (Wnęk, 2012a). Oprócz produkcji trunku, rozpoczęto suszyć śliwę węgierkę. Produkt ten dłużej nadawał się do spożycia i miał lepszą cenę rynkową niż świeży owoc. Zapotrzebowanie na produkty rosło z roku na rok, dlatego sady zwiększały arealty gminy (Kurowski, 1900). Mimo tego, że II wojna światowa doprowadziła do stagnacji w sadownictwie, Łącko przez dekady prężnie działa, będąc „sercem małopolskiego sadownictwa” (Wnęk, 2012b).

Cel i metody

Z racji sadowniczego charakteru prezentowanego terenu głównym celem artykułu jest określenie aktualnych warunków termiczno-opadowych panujących w Łącku oraz określenie ich potencjału dla sadownictwa. Drugi z celów to identyfikacja zmian warunków termiczno-opadowych, które zaszły w ostatnich 60. latach (1958–2018) w tej części Beskidów.

Podjęte cele realizowano bazując głównie na materiałach pozyskanych z różnych źródeł. Informacje prezentowane w pracy pochodzą z szeregu tematycznych publikacji naukowych (artykuły, monografie raporty) oraz z materiałów niepublikowanych Urzędu Gminy. Podstawą analizy warunków termiczno-opadowych i ich zmian były dane pozyskane z archiwum Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (łącznie ok. 70000 danych). Obejmowały one minimalne, maksymalne i średnie dobowe temperatury powietrza oraz dobową sumę opadów ze stacji meteorologicznej Łącko (249200260) z lat 1958–2018. Pozyskane dane liczbowe zostały statystycznie opracowane w arkuszu kalkulacyjnym oraz przedstawione w formie tabel, wykresów i histogramów. Aktualne dane geograficzne były podstawą do stworzenia map tematycznych z zastosowania techniki wizualizacji za pomocą programu QGIS 2.14.21 Essen.

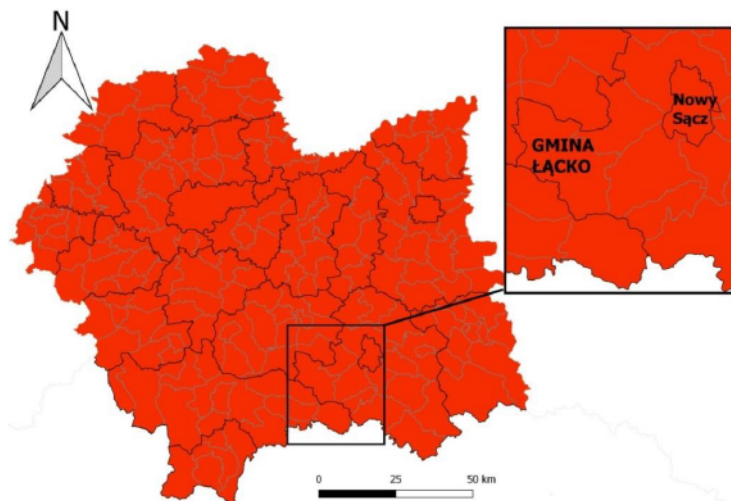
Wyniki badań pochodzą z pracy magisterskiej autorstwa Kingi Bargieł pt. *Zmiany warunków termiczno-opadowych w gminie Łącko i ich wpływ na sadownictwo*, obronionej na Uniwersytecie Pedagogicznym w 2019 roku, pod kierunkiem prof. dr hab. Józefa Kukulaka.

Teren badań

Terenem badań jest gmina Łącko, leżąca w południowej części województwa małopolskiego, administracyjnie należąca do powiatu nowosądeckiego (Ryc. 1). Region Sądecki wraz z Łąckiem słynie od wieków z sadów owocowych, które kształtują charakter regionu. W 2019 roku sady obejmowały powierzchnię 24 km², co stanowi 18% powierzchni gminy (dane Urzędu Gminy, 2019). Dolina Dunajca słynie z tradycji sadowniczych, a region Łącka to krajobraz drzew owocowych, wśród których widoczne jest specjalistyczne zaplecze (przetwórnictwo owocowe, tłocznie, skupy owoców, chłodnie). Sadownictwo w gminie Łącko jest fenomenem nie tylko na skalę krajową, ale także światową. Pomimo górskiego klimatu, występujących tam mało żyznych gleb oraz często niesprzyjającej ekspozycji stoków, sadownictwo ma bardzo wysoki poziom. Sadownicy zrzeszają się w spółdzielnie, by móc konkurować na europejskim rynku zbytu. Produktem regionalnym wytwarzanym przez łąckich

sadowników jest Śliwowica Łącka. Jabłka łąckie zostały wpisane do rejestru Chronionych Oznaczeń Geograficznych (E-BACCHUS)

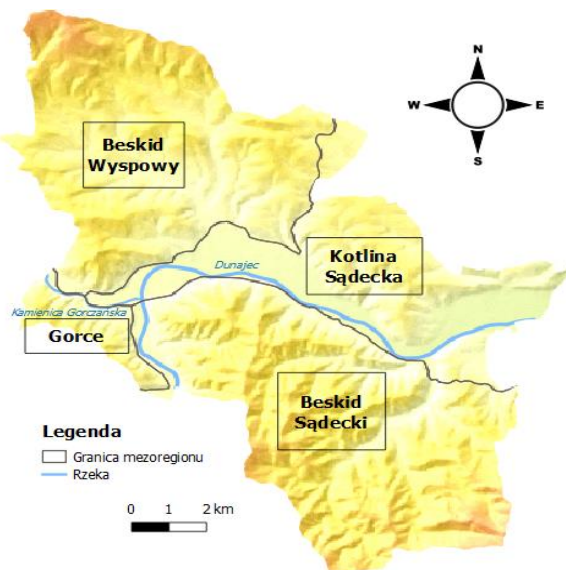
Ryc. 1. Położenie gminy Łącko na tle województwa małopolskiego



Źródło: Wykonanie własne w programie QGIS

Obszar gminy Łącko obejmuje cztery regiony fizycznogeograficzne Polski: Beskid Sądecki, Beskid Wyspowy, Kotlinę Sądecką oraz Gorce. Granicę regionów wyznaczają rzeki Dunajec oraz Kamienica Gorczańska. Zabudowa większości wsi jest skoncentrowana w dolinie Dunajca (Kondracki, 2000) (Ryc. 2).

Ryc. 2. Gmina Łącko na tle regionów fizycznogeograficznych Polski (wg Kondracki, 2000)



Źródło: wykonanie własne w programie QGIS

Pod względem geologicznym gmina Łącko znajduje się w obrębie najbardziej rozległej jednostki tektonicznej Karpat Zachodnich – płaszczowiny magurskiej (Unrug, 1969; Książkiewicz, 1972). Charakterystyczną skałą budującą teren są margle łąckie, będące osobliwym litotypem strefy sądeckiej. Zalegają one we fliszu piaskowcowo-lupkowym jako ogniowo litostratygraficzne (Oszczypko, 1995).

Na terenie gminy Łącko wykształciły się trzy typy gleb. Zbocza dolin pokryte są glebami brunatnymi i bielicowymi. Na najbardziej płaskim terenie, który obejmuje terasę Dunajca utworzyły się typowe mady rzeczne.

Dzięki miejscowym warunkom klimatycznych możliwe było rozwinięcie sadowniczej działalności. To łącki mikroklimat sprawił, że sadownictwo w dalszym stopniu rozwija się na tak wysokim poziomie. Obszar gminy znajduje się w dwóch piętrach klimatycznych: umiarkowanym chłodnym oraz umiarkowanym ciepłym. Tereny położone do około 700 m n.p.m., które obejmują dolinę Dunajca, mieszczą się w piętrze klimatu umiarkowanego ciepłego, natomiast tereny położone wyżej, w piętrze klimatu umiarkowanego zimnego (Hess, 1965).

Charakterystyka warunków termicznych w Łącku

Warunki termiczne to składnik środowiska, którego nie można zmienić. Wpływają one m.in. na proces glebotwórczy i decydują o wilgotności powietrza. Obok warunków opadowych, ekspozycji lub nachylenia stoku, decydują o uprawianych gatunkach i odmianach roślin sadowniczych (Pieniążek, 1981). Rośliny posiadają różne wymagania termiczne oraz opadowe. W przypadku gminy Łącko dominującymi gatunkami uprawianych roślin sadowniczych są jabłonie oraz śliwy (Lach, Sułkowska, 1994).

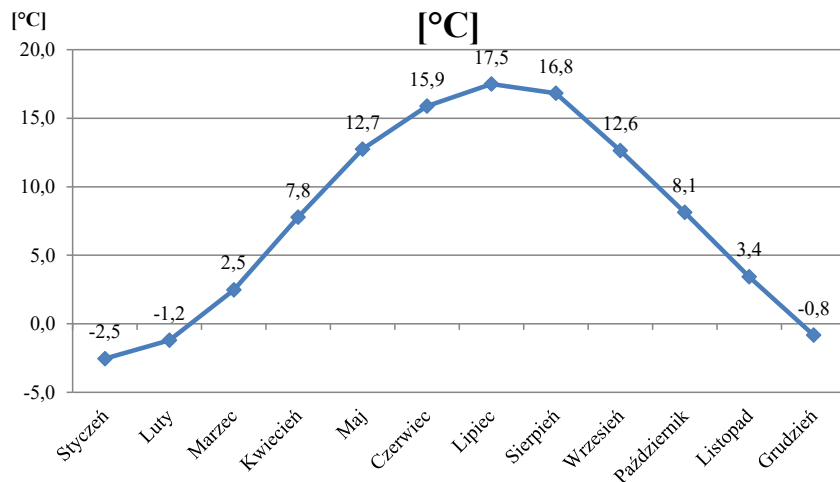
W badanym okresie (1958–2018) średnia roczna temperatura powietrza na stacji Łącko wyniosła 7,78°C. Rozkład średnich miesięcznych temperatur przedstawiono na rycinie 3. Jest to typowy rozkład dla klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego, gdzie mieszają się wpływy kontynentalizmu z oceanizmem (Witek i inni, 2015).

W badanym okresie najcieplejszym miesiącem był lipiec, gdzie średnia miesięczna temperatura z wielolecia wyniosła 17,5°C (średnie miesięczne wahały się w przedziale od 14,8°C (1962 r.) do 20,1°C (2006 r.)). Najzimniejszy był natomiast styczeń, ze średnią miesięczną temperaturą powietrza -2,54°C (średnie miesięczne wahały się w przedziale od -11,2°C (1963 r.) do 3,2°C (2007 r.)). Średnia temperatura powietrza stopniowo rosła od najniższej w styczniu, aż do lipca, kiedy osiągnęła najwyższe wartości w roku. W kolejnych miesiącach, aż do stycznia następował stopniowy spadek średniej miesięcznej temperatury powietrza (Ryc. 3).

Miesiącami z ujemną średnią temperaturą powietrza są: grudzień, styczeń oraz luty. Ujemne temperatury w tych miesiącach są korzystne w sadownictwie, ponieważ dla roślin jest to czas, kiedy czynności życiowe są spowolnione. Ujemne temperatury pomagają w walce ze szkodnikami oraz chorobami drzew, Niekorzystne temperatury opóźniają rozwijanie się grzybów oraz zmniejszą populację szkodników. Zimą zagrożone są także systemy korzeniowe drzew. Izolacją jest dla nich pokrywa śnieżna, dlatego znaczące są obfite opady śniegu w tym czasie (Pieniążek, 1980).

Dla rolnictwa i sadownictwa niebezpieczne są bardzo niskie temperatury w miesiącach zimowych (temp. poniżej -15°C). Mimo, że odmiany uprawianych warzyw i owoców są dostosowane do klimatu, to zbyt niskie temperatury mogą przynieść straty zarówno w formie mniejszych zbiorów, jak i przemrożenia drzew i krzewów. Najbardziej wytrzymałe na mrozy są jabłonie, wiśnie oraz śliwy (Słowik, 1980).

Ryc. 3. Średnie miesięczne temperatury w Łącku w latach 1958–2018 w ujęciu rocznym



Źródło: wykonanie własne po analizie danych z IMGW-PIB

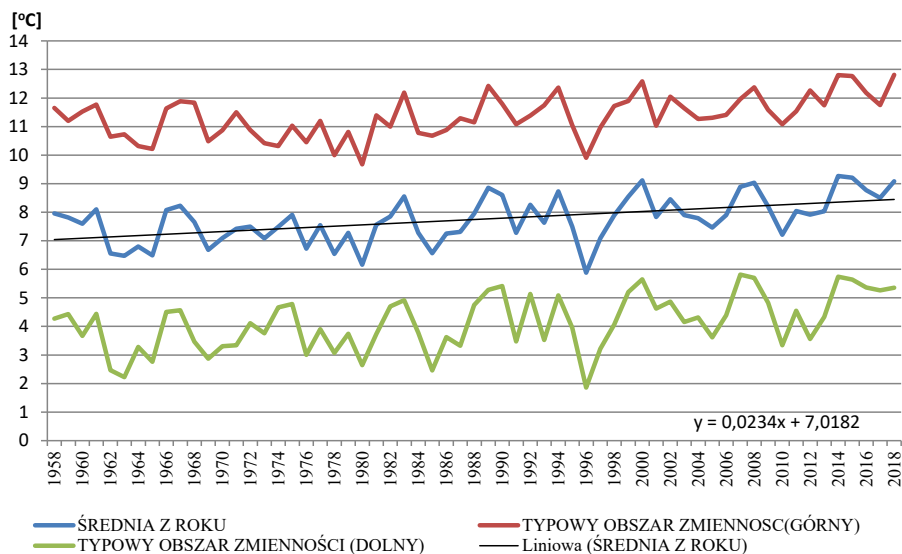
Zmiany warunków termicznych w latach 1958–2018 w Łącku

Podstawą analizy jest sprawdzenie zmian średnich dobowych temperatur powietrza. Analizując poniższy wykres średnich rocznych temperatur (ryc. 4), można zauważyć tendencje wzrostową. Średnia roczna dla wspomnianego okresu wynosi $7,74^{\circ}\text{C}$. Najwyższa średnia roczna dotyczyła 2014 roku i wyniosła $9,27^{\circ}\text{C}$. Najniższa średnia roczna temperatura wyniosła $5,88^{\circ}\text{C}$ (1996 rok).

Dopiero po 2000 roku obserwuje się średnie roczne temperatury powietrza przekraczające 9°C . W ciągu tego okresu (18 lat) taka sytuacja wystąpiła pięciokrotnie (2000, 2008, 2014, 2015, 2018), z czego trzy z nich obserwowano w przeciągu ostatnich czterech lat badanego okresu (2014–2018). W opisywanym czasie temperatura wzrasta, jednak występowały także lata, gdzie temperatura znacznie spadła (1980, 1985, 1996). W latach od 1958 do 2019 wzrost temperatury na każde 10 lat wynosił $0,23^{\circ}\text{C}$, czyli o około $1,38^{\circ}\text{C}$ w ciągu badanego okresu (60 lat).

Dla Łącka, jak i innych regionów sadowniczych szczególnie istotna jest analiza zmian termicznych dla poszczególnych pór roku. Jak wcześniej wspomniano, wymagania termiczne roślin są różne w zależności od gatunku, jak i okresu rozwoju. Rośliny owocowe, w szczególności drzewiaste, mają dość duży wachlarz odpornościowy. Jednak zbyt wysokie temperatury, które pojawiają się coraz częściej, mogą doprowadzić do zmiany towarowości danego gatunku lub odmiany. Podniesienie średnich temperatur pomaga rozprzestrzenić się owadom, szkodnikom oraz chorobom roślin (Słowik, 1980).

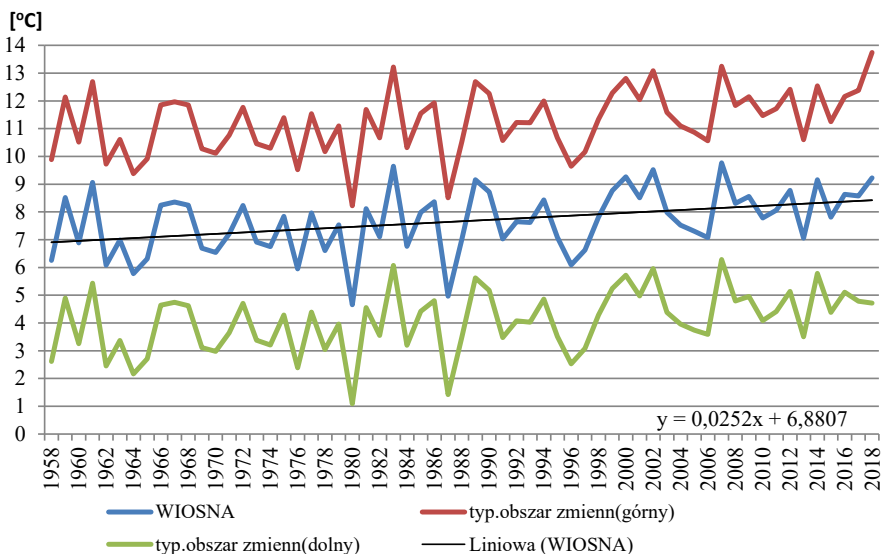
Ryc. 4. Średnie roczne temperatury powietrza w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Okres wiosenny dla sadownictwa jest szczególnie ważny. Wiosna to czas kwitnienia oraz zawiązywania owoców. Jesienne zbiory owoców w głównej mierze zależą od przebiegu temperatury i sumy opadów w miesiącach marzec–maj. Średnia dla tych miesięcy w latach 1958–2018 wyniosła w Łącku 7,66°C (ryc. 5).

Ryc. 5 Średnie temperatury dla sezonu wiosennego w Łącku w latach 1958-2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

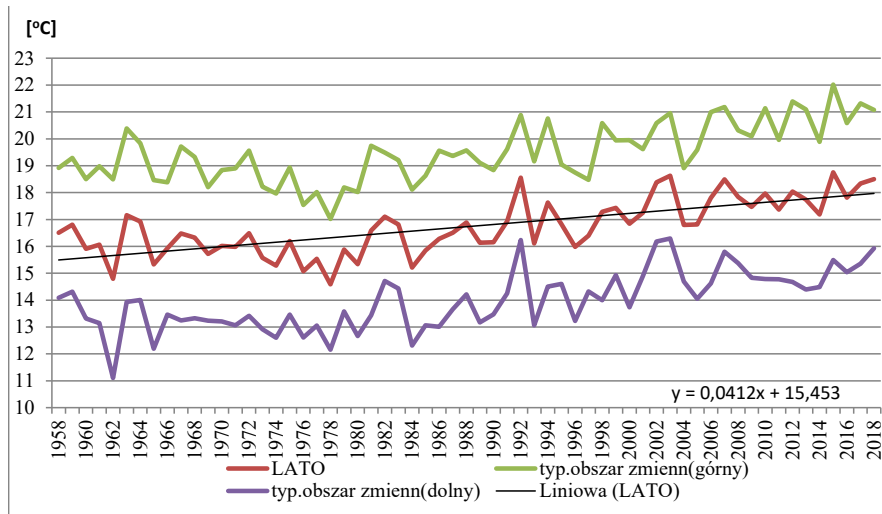
Podobnie jak w przypadku średniej rocznej tendencja ta jest wzrostowa. Na każde 10 lat wzrost temperatury wynosi średnio $0,25^{\circ}\text{C}$, co w analizowanym okresie daje wzrost o około $1,5^{\circ}\text{C}$. Maksymalna średnia pory wiosennej wyniosła $9,77^{\circ}\text{C}$ (2007). Niewiele niższa średnia wystąpiła w 1983 roku ($9,64^{\circ}\text{C}$). Stwierdza się, że widać stały wzrost, lecz tendencja ta nie jest zgodna ze wzrostem średniej rocznej temperatury (najwyższe średnie roczne temperatur występowały w ostatnich latach).

Najzimniejsze wiosny bez wątplenia wystąpiły w latach 70. XX wieku, kiedy średnia wyniosła około 7°C . Sezony wiosenne z najniższymi średnimi badanego okresu wystąpiły w latach 80. XX wieku (1980 r. śr. temp $4,65^{\circ}\text{C}$; 1987 – śr. $4,96^{\circ}\text{C}$) (Ryc. 5).

Zmiany średniej temperatury powietrza miesięcy letnich mają w przypadku sadownictwa mniejsze znaczenie niż w przypadku zmian okresu wiosennego. Jednak zmiany te mogą dotyczyć sadownictwa pośrednio. Podniesiona temperatura może powodować susze bądź inne zjawiska ekstremalne występujące w sezonie letnim, które są w stanie przynieść inne straty materialne także w sadownictwie (Kundzewicz, Kozyra, 2011).

Jednak w tym przypadku tempo zmiany średniej temperatury powietrza ostatnich 60 lat jest największe ze wszystkich pór roku (ryc. 6). Tempo wzrostu średniej temperatury na 10 lat wynosi $0,4^{\circ}\text{C}$, co przez okres 1958–2018 daje $2,4^{\circ}\text{C}$. Średnia temperatura dla miesięcy VI–VIII w badanym przedziale wyniosła $16,73^{\circ}\text{C}$. Najniższa średnia temperatura okresu od czerwca–sierpnia wyniosła $14,59^{\circ}\text{C}$ i wystąpiła w 1978 roku. Maksymalną średnią temperaturę sezonu letniego zarejestrowano w 1992 roku ($18,56^{\circ}\text{C}$). Był to wyróżniający się sezon spośród reszty, ponieważ nigdy wcześniej średnia temperatura dla miesięcy letnich nie przekroczyła 18°C . Po 2000 roku wartości średniej temperatury przekraczającej 18°C wystąpiły już siedmiokrotnie. Szybki wzrost średniej widać od końca lat 90. XX wieku. Porównując wartości najniższych średnich temperatur od tego okresu, można stwierdzić, że wartości te są najwyższymi średnimi lat 60–70. XX wieku (ryc. 6).

Ryc. 6. Średnie temperatury powietrza dla sezonu letniego w Łącku w latach 1958–2018

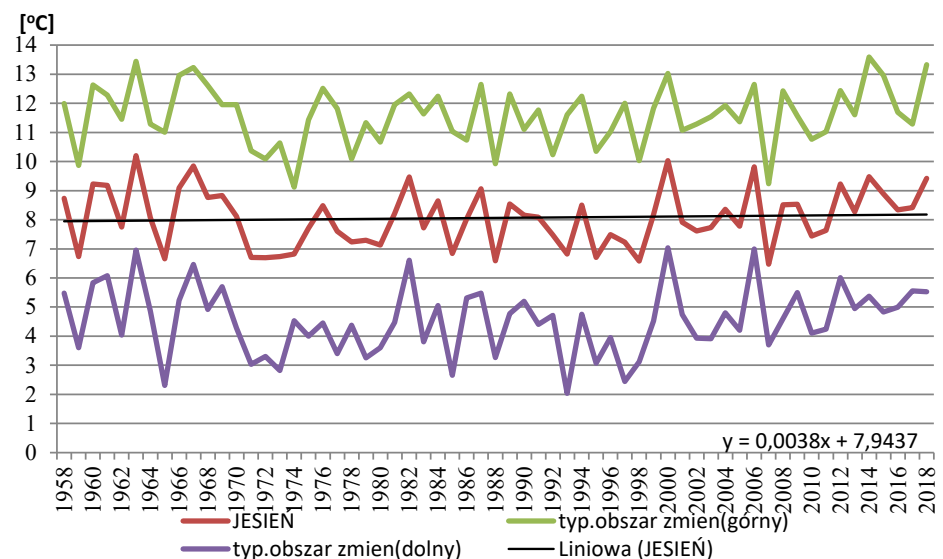


Czas jesieni dla sadownictwa to kulminacyjny czas zbiorów. Dla zbioru owoców trwalszych (jabłka, gruszki) przebieg temperatury w tym okresie nie ma większego znaczenia. Największy wpływ mają na rośliny mniej odporne termicznie (np. jesienne maliny).

Średnia temperatura powietrza dla trzeciej pory roku w latach 1958–2018 dla stacji Łącko wynosi 8,06 °C. Obserwowany trend zmian jest wzrostowy, lecz nie jest tak widoczny jak w przypadku wiosny czy lata. Na każde 10 lat temperatura wzrosła o 0,038°C, a więc o 0,228°C w przeciągu 60 lat. Nie uwidaczniają się tendencje występowania najwyższych średnich w ostatnich latach (ma to miejsce w przypadku średniej dla lata czy wiosny). Najwyższa średnia temperatura dotyczyła 1963 roku i wyniosła 10,2°C.

Analizując najniższe średnie temperatury sezonu jesiennego, zauważa się, że nie ma ekstremalnie niskiej temperatury występującej jednorazowo. Najniższe średnie temperatury (podobnie jak najwyższe) wystąpiły kilkakrotnie w latach 1965, 1971–1974, 1988, 1998, 2007, zazwyczaj po wcześniejszej, stosunkowo ciepłej jesieni. Najniższa wartość średniej odnotowana została w 2007, wynosząc 6,47°C. Największe rozproszenie danych zaobserwowano w 1997 roku, najmniejsze zaś w 1974 roku (ryc. 7).

Ryc. 7. Średnie temperatury dla sezonu jesiennego w Łącku w latach 1958–2018

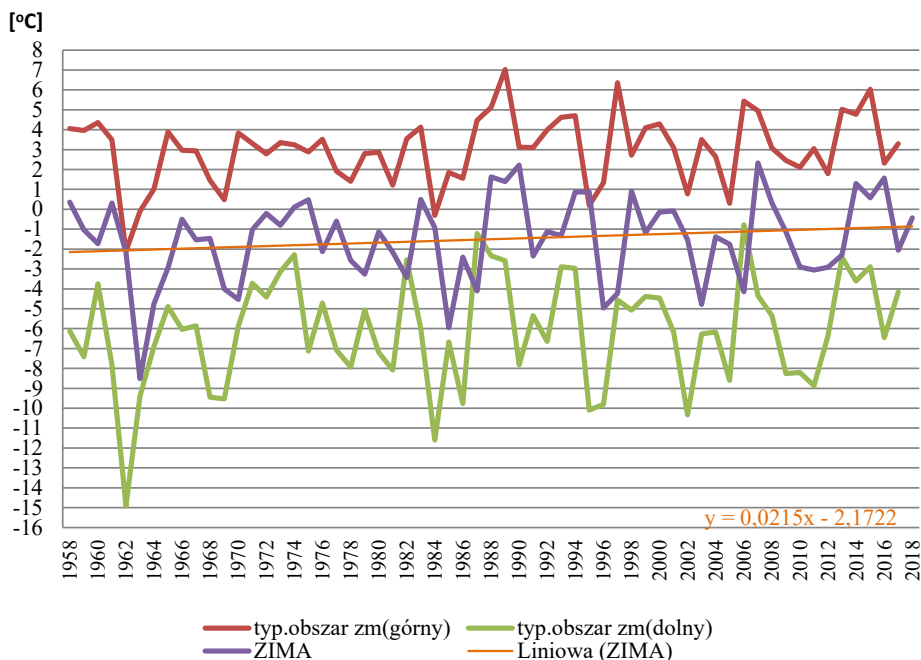


Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Dla sezonu zimowego w ostatnich 60 latach średnia temperatura powietrza wyniosła -1,5°C (ryc. 10). W latach 1958–2018 uwydatnił się trend wzrostowy, podobnie jak dla trzech pozostałych sezonów. Na każde 10 lat temperatura wzrosła o 0,2°C, czyli w sumie około 1,2°C w badanym okresie. Podkreślić należy, że sezon zimowy charakteryzuje się największymi amplitudami między najwyższymi a najniższymi średnimi temperaturami miesięcy grudzień–luty. Najniższa średnia temperatura tych trzech miesięcy wystąpiła w 1963 roku (temperatura zimy wyniosła

wtedy $-8,5^{\circ}\text{C}$). Zima tego roku została uznana za „zimę stulecia” przez długotrwałe niskie temperatury powietrza. Mianem najcieplejszej zimy lat 1958–2018, można określić sezon w 2007 roku, kiedy średnia temperatura powietrza wyniosła $2,33^{\circ}\text{C}$. Największe rozproszenie temperatur dla okresu zimowego wystąpiło w 1963 roku. Wtedy też grudzień był stosunkowo ciepły, natomiast temperatury w styczniu i lutym były ekstremalnie niskie (średnia $-10,2^{\circ}\text{C}$). Najmniejsze rozproszenie temperatur wystąpiło w 1975 roku. Ogólnie sezon zimowy wyróżnia się dużymi wahaniami między kolejnymi okresami zimy (ryc. 8).

Ryc. 8. Średnie temperatury dla sezonu zimowego w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Przejawem zmian klimatu jest coraz częstsze występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych i atmosferycznych, takich jak sztormy, silne wiatry, burze, powodzie, fale mrozów jak i upałów. Aby porównać zmiany ekstremalnych zjawisk, pod uwagę wzięto występowanie fal mrozów i upałów. Istnieje kilka metod wyznaczania fal. Jednak w umiarkowanych szerokościach geograficznych, również w Polsce, stosuje się metodę opartą na progach arbitralnych (Krzyżewska, 2014).

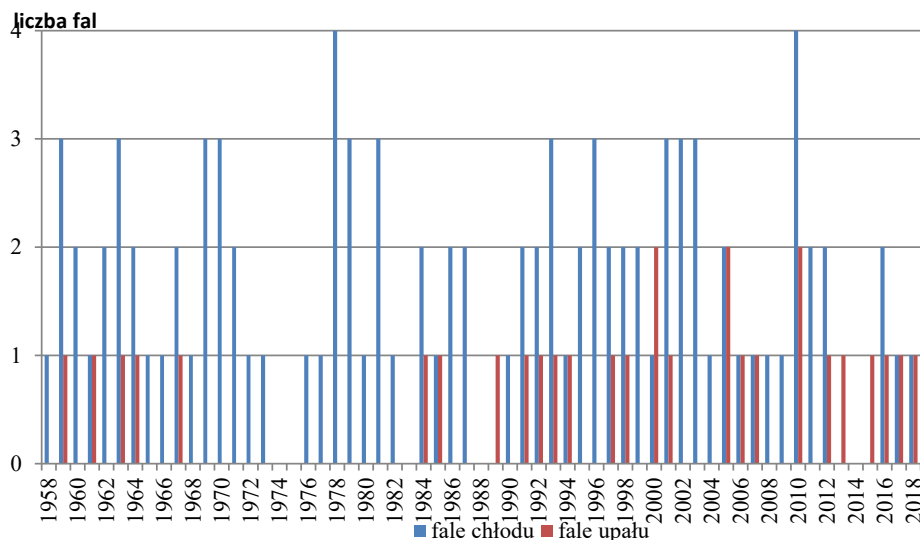
Za falę upałów uznaje się okres co najmniej 3 dni, podczas których maksymalna temperatura przekracza 30°C oraz kolejne dni, które były dniami gorącymi z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C . Falę mrozów wyznacza wartość minimalnej temperatury -10°C przez co najmniej trzy dni (czyli dni mroźne). Wartość maksymalnej temperatury kolejnych dni musi być ujemna ($t_{\text{max}} < 0^{\circ}\text{C}$) (Wibig i inni, 2009).

W badanym okresie (1958–2018) fale upałów w Łącku wystąpiły 28 razy. Zarejestrowano je w 25 sezonach letnich. Żadnej fali upałów nie zarejestrowano natomiast w latach 1968–1984. To kolejne potwierdzenie, że lata 70. XX wieku były

chłodniejsze. Widać, że od 1990 roku fale upałów występują znacznie częściej niż wcześniej. Do roku 1990 fale upałów wystąpiły ośmiokrotnie, zaś przez ostatnie 28 lat (1990–2018) zarejestrowano ich aż osiemnaście. Od 2010 roku fale upałów nie wystąpiły tylko w 2011 oraz 2014 roku (ryc. 11). Po dokładniejszej analizie można stwierdzić, że nie tylko zwiększa się częstotliwość występowania fal upału, ale także ich długość.

W przypadku analizy zmian w poszczególnych porach roku, okres zimowy wykazał najmniejsze zmiany termiczne. Od lat 60. XX wieku wartości temperatur niewiele się zmieniły. Zauważyć można, że fale mrozu występują znacznie częściej niż fale upałów, co ma związek z panującym umiarkowanym klimatem. Widać, że fale chłodu występowały częściej na początku badanego okresu. W latach kiedy nie wystąpiły fale upałów, bardzo często rejestrowane były fale mrozu. Nie da się stwierdzić, czy tendencja występowania fal chłodu jest malejąca czy rosnąca. Ostatnie lata pokazują, że coraz częściej w ciągu roku występują zarówno fale chłodu jak i upałów. Można jedynie wysnuć wnioski, że pogoda w Łącku ulegać będzie coraz większym wahaniom sezonowym (Ryc. 9)

Ryc. 9. Liczba fal upału i chłodu w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Potwierdzeniem wcześniejszych wyników może być dodatkowa analiza sumy oraz rozkładu dni bardzo mroźnych, mroźnych i chłodnych oraz gorących i upalnych. Dzień bardzo mroźny definiowany jest jako $t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$, dzień mroźny: $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$, dzień chłodny (przymrozkowy): $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$, dzień gorący: $t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$, zaś dzień upalny: $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ (Wibig, 2007) (ryc. 10).

Ryc. 10. Suma dni ekstremalnie ciepłych i zimnych w Łącku (1958–2018)

liczba dni upalnych ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$)	382
liczba dni gorących ($t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$)	2534
liczba dni chłodnych (przymrozkowych) ($t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	7578
liczba dni mroźnych ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	1839
liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$)	81

Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

W badanym okresie w Łącku najwięcej wystąpiło dni z przymrozkiem. W każdym roku zarejestrowano średnio około 124 dni z temperaturą minimalną poniżej 0°C . Maksymalna liczba dni chłodnych wystąpiła w 1996 roku i wyniosła 159. Tak więc w 1996 roku przez prawie połowę roku minimalna temperatura przyjmowała wartości ujemne. Najmniejszą liczbę dni chłodnych zarejestrowano w 2014 roku (90). Porównując wynik z maksymalną liczbą dni z przymrozkiem, jest to prawie o połowę mniej.

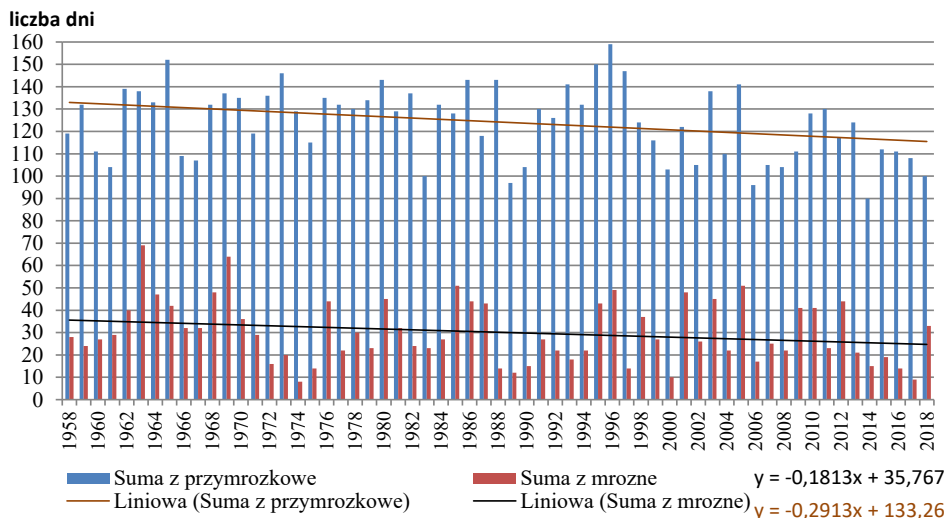
Przez ostatnie 15–20 lat liczba dni chłodnych w ciągu roku rzadko przekroczyła próg 120. W każdej dekadzie wystąpił rok z porównywalnie niższą sumą dni chłodnych. Na pierwszy rzut oka nie widać żadnych prawidłowości związanej ze zmianami ilości dni chłodnych w badanym okresie. Jednak przebieg wyznaczonej linii trendu świadczy o stopniowym zmniejszaniu ich występowania. W przeciągu 10 lat suma dni chłodnych zmniejsza się o około 3.

Występowanie dni mroźnych ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) jest dużo rzadsze niż dni chłodnych. W latach 1958–2018 zarejestrowano 1839 takich dni. W ciągu roku średnio notowano około 30 dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C . Zdarzały się lata, gdzie liczba dni mroźnych to połowa dni chłodnych. Taka sytuacja wystąpiła w 1963 roku, kiedy odnotowano maksymalną liczbę dni mroźnych (69 dni mroźnych, 138 dni chłodnych). Najwięcej dni mroźnych wystąpiło w latach 60. XX. W tej dekadzie zarejestrowano jedyne w badanym okresie dwa lata, kiedy liczba dni z $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ przekroczyła sumę 60 (1963, 1969). W badanym okresie najmniej zarejestrowano dni mroźnych w 1974 roku (8). Oprócz 1974 roku, tylko dwa razy liczba dni mroźnych była mniejsza niż 10 (2000, 2017). Ostatnie lata (od 2012) wykazywały wyraźny spadek liczby dni mroźnych w ciągu roku. Jednak w ostatnim z badanych lat (2018 rok) liczba wzrosła do 30 dni. Przebieg wyznaczonej linii trendu informuje, że liczba dni mroźnych spada o 1,8 dnia/10 lat (ryc. 11).

Liczba dni gorących i upalnych jest równie ważna dla sadownictwa i rolnictwa jak dni chłodnych. Zbyt długie okresy z wysoką temperaturą, w zależności od etapu rozwoju mogą doprowadzić do uszkodzenia drzew, pogorszenia jakości i ilości końcowych zbiorów. W dłuższej perspektywie, prowadzić może, nawet do zmiany uprawianych drzew i krzewów owocowych (Słowik, 1980).

W badanym okresie, w Łącku wystąpiło 2534 dni z temperaturą maksymalną wyższą od 25°C . Niższy wykres (ryc. 12) ukazuje rozkład dni upalnych i gorących w latach 1958–2018. W badanym okresie w ciągu roku występuje średnio 41 dni gorących. Maksymalna liczba dni gorących wystąpiła w 2007 roku (72 dni). Tylko raz w badanym okresie przekroczony został próg 70 dni. Granica 60 dni, w badanym

Ryc. 11. Występowanie dni przymrozkowych oraz mroźnych w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

okresie została przekroczona osiem razy (sześć razy po 2000 roku). Dzieliąc badany okres na dwa trzydziestolecia (1958-1989; 1990-2018), zauważa się, że znacznie wzrosła ilość dni gorących. Do 1990 roku najwięcej dni gorących zanotowano w 1982 roku (52 dni). Linia trendu wykazuje znaczną tendencję wzrostową. Na każde 10 lat ilość dni gorących wzrasta o 4,32 dnia, czyli prawie o 26 dni w ciągu 60 lat.

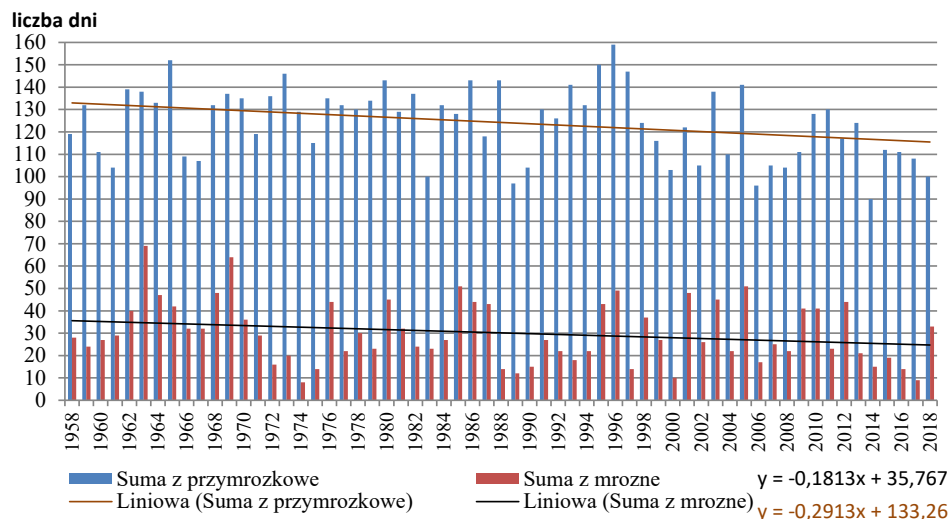
Dni upalnych ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) w latach 1958-2018 wystąpiło 382. Z prezentowanego wykresu wynika, że z roku na rok ich liczebność rośnie. Do roku 1991 w żadnym roku nie zarejestrowano więcej niż 10 dni upalnych. Od tego czasu wartość ta została przekroczona 12 razy, z czego pięciokrotnie od 2010 roku.

W 2015 roku wystąpiło 27 dni z upalnych, co było najwyższą ilością w analizowanych pięćdziesięciu latach. W ciągu badanego okresu szczególnie wyróżnia się rok 1992 oraz 1994. W latach tych wystąpiło nad wyraz dużo dni upalnych. W latach 70.XX wieku przez cztery lata (1970, 75, 77, 78) oraz w roku 1980 nie wystąpił ani jeden dzień upalny. To kolejne potwierdzenie, mówiące o tym, że był to najzimniejszy okres w badanym okresie. Po analizie linii trendu wzrost liczby dni upalnych wynosi 1,38 dni na dekadę (ryc. 12).

Charakterystyka warunków opadowych w Łącku

Opady atmosferyczne to jedna z najważniejszych składników przyrodniczych, które obok temperatury decydują o potencjale sadowniczym terenu (Rzekanowski, 2009). Ważna jest także zdolność podłoża do przetrzymywania opadów. Większa część Polski boryka się z problemem niedoboru opadów. Ten problem jednak nie występuje na Sądecczyźnie dzięki znajdującym się tam zbiornikom wód podziemnych. Rośliny w okresie niedoboru wody posiłkują się tym podziemnym zasobem (Lach, Mrówka, 2012).

Ryc. 12. Występowanie dni gorących i upalnych w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Uznaje się, że dla uzyskania optymalnych zbiorów owoców potrzebne są roczne opady rzędu 700–800 mm. (Słowik, 1973). Teren Karpat to obszar posiadający najwyższe sumy opadów w Polsce. Sama gmina Łącko znajduje się w cieniu opadowym, więc posiada niższe niż okolica roczne sumy opadów. Wydawać by się mogło, że wpłynie to negatywnie na rozwój drzew owocowych. Jednak dla sadownictwa najważniejszym aspektem związanym z opadami jest ich roczny rozkład. Analizie poddane zostały dobowe sumy opadów atmosferycznych ze stacji Łącko z lat 1958–2018 pozyskane ze zbiorów IMGW-PIB (2018).

Dla prawidłowego rozwoju roślin sadowniczych i optymalnych zbiorów najważniejsze są opady w okresie wiosennym oraz letnim. Zbyt obfite opady mogą doprowadzić do zatopienia systemów korzeniowych, uniemożliwienia zapylenia kwiatów czy gnicia, pęknięcia owoców. Na niedostatek wody szczególnie wrażliwy jest system korzeniowy. Im mniejszy i płytszy system, tym większa reakcja na susze. Brak opadów powoduje wędnięcie liści oraz zahamowanie wzrostu i marszczenie owoców (Pieniżek, 1981).

Roczny rozkład opadów w Łącku choć nie jest równomierny sprzyja rozwojowi sadownictwa. Jabłka, śliwy i grusze, które głównie są uprawiane na Sądecczyźnie potrzebują stosunkowo mniej wody niż inne rośliny owocowe. Według Kemmera i Schultza niezbędne opady do otrzymania wysokich plonów jabłek to zakres 540–780 mm/rok. Zapotrzebowanie zależne jest od średniej temperatury powietrza oraz gatunku roślin (Słowik, 1973). Dla sadownictwa bardzo ważne jest, aby w ciągu roku maksima występowały w miesiącach późnowiosenno-letnich (czerwiec–lipiec) oraz wczesnej zimy (grudzień) (Pieniżek, 1981).

Analiza danych ze stacji meteorologicznej w Łącku wykazała, że w wieloleciu 1958–2018 najwyższe opady wystąpiły w czerwcu oraz lipcu. Ukazane materiały źródłowe uwidocznily roczny rozkład średnich sum opadów w ujęciu miesięcznym (ryc. 13). W miesiącach IV–X, czyli czasie wzrostu i owocowania opady stanowią około

75% rocznej sumy opadów. Suma opadów czerwca wyniosła 109,7 mm, zaś lipca 115,9 mm. Średnia suma opadów dla grudnia należy do najwyższej spośród miesięcy zimowych – wyniosła 33,3 mm. Maksymalną sumę opadów w czerwcu odnotowano w 1965 roku, kiedy wyniosła ona 201,7 mm. Jest to suma wyższa o 183,9% od średniej z badanego okresu. Najniższą sumę opadów czerwca zanotowano rok wcześniej (1964). Suma opadów wyniosła wtedy jedynie 22,8 mm, co było wynikiem niższym od średniej miesięcznej z wielolecia o 79,1%. Maksymalna suma opadów lipca należy do 1997 roku, czyli czasu „powodzi tysiąclecia”. W Łącku odnotowano wtedy opady miesięczne o sumie 359,9 mm, co stanowiło 310% średniej. Najniższe lipcowe sumy opadów odnotowano w 1967 roku, kiedy wyniosły 26,6 mm, co było o 77,1% mniejszym wynikiem od średniej z wielolecia (dane IMGW).

Dla udanego sezonu sadowniczego bardzo ważne są wysokie sumy opadów w początkowych fazach zimy. Równie ważne jest by sumy opadów grudnia były najwyższe w okresie zimowym. Najniższe średnie sumy opadów w całym roku występowały w lutym. Wynosiły one 28,2 mm. Nie są one jednak bardzo ważne w kontekście sadownictwa. Najważniejsze aby opady grudnia-stycznia były najwyższe w sezonie zimowym. Wysokie opady zimowe, występujące głównie w postaci śniegu to naturalna ochrona dla drzew i krzewów sadowniczych przed zimowymi mrozami. Pokrywa śnieżna chroni system korzeniowy oraz izoluje glebę (Pieniążek, 1981).

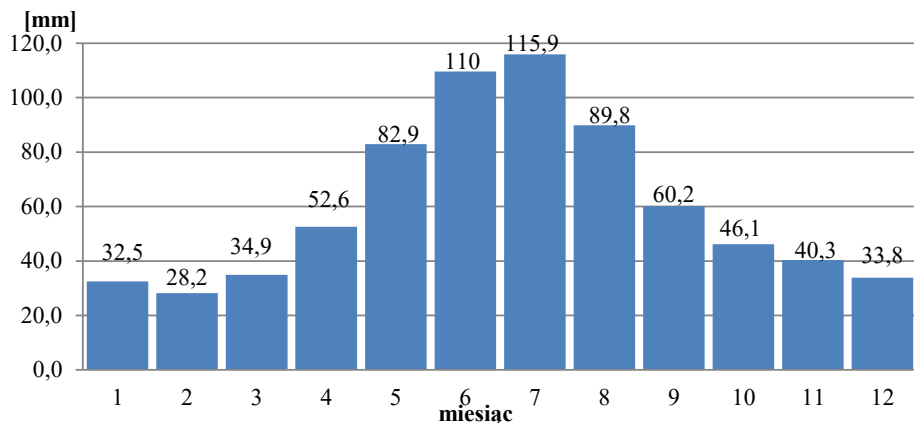
W analizowanym okresie (1958–2018) na stacji Łącko średnie sumy opady grudnia wynosiły 33,8 mm. Miesięczne sumy dla zimy z wielolecia są najwyższe dla tego właśnie miesiąca. Najwyższe sumy opadów grudnia zanotowano w 1982 roku, kiedy wyniosły one 79,8 mm. Najniższe grudniowe opady w analizowanym okresie wystąpiły rok później, w 1983 roku i wyniosły 5,2 mm. Wysokie sumy opadów w tych miesiącach sprzyjają rozwojowi owoców (IMGW).

Dla sadownictwa istotne w ciągu roku są okresy o zmniejszonej sumie opadów. Bardzo korzystne są okresy bez deszczu na przełomie sierpnia/września-października. Zapotrzebowanie w wodę drzew sadowniczych w tym okresie nie jest tak duże jak na wiosnę. Niskie sumy opadów w tych miesiącach pozytywnie wpływają zarówno na dojrzewające owoce jak i drzewa. W tym czasie owoce nabierają koloru i smaku, natomiast drzewa mogą zakończyć fazę wzrostu i przygotowywać się do okresu zimowego. Jesienna posucha hamuje rozwój chorób grzybiczych oraz parchów (Słowik, 1973) (ryc. 13).

Zmiany warunków opadowych w Łącku w latach 1958–2018

Warunki opadowe, tak samo jak termiczne, ulegają zmianom. Średnie roczne sumy opadów z ostatnich 60 lat wynoszą 726,3 mm. Sumy oscylują w granicach 700 mm, lecz występowały pojedyncze lata z sumą powyżej 900 mm. Poniższy wykres przedstawia roczne sumy opadów w Łącku oraz linię trendu (ryc. 14). Sumy opadów z lat 1958–2018 zawierają się w przedziale 457,3–1061,9 mm. Najniższa suma opadów wystąpiła w 1963 roku, czyli jednym z najzimniejszych lat w badanym okresie. Najwyższa suma opadów wystąpiła w 2010 roku. Był to rok, w którym wystąpiła największa powódź w XXI wieku. Zauważyć można, że rozkład sum opadów w latach 1958–2018 nie wskazuje na zmiany. Widać jedynie, że dwukrotnie suma opadów przekroczyła próg 1000 mm (2010, 2014). Również roczne sumy opadów

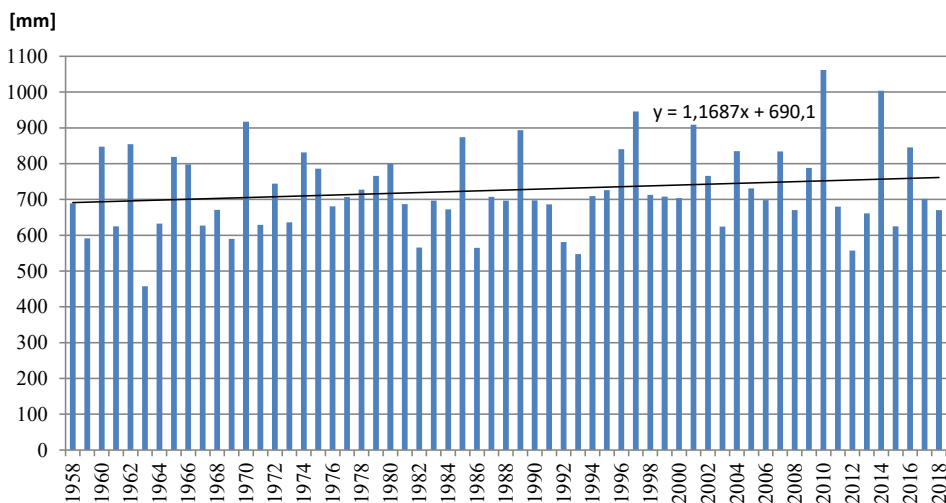
Ryc. 13. Średnie sumy opadów w Łącku w ujęciu miesięcznym w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

przekraczające 900 mm, które w badanym okresie wystąpiły pięć razy, z czego cztery z nich w latach 1997–2018. Może świadczyć to o zwiększaniu się rocznej sumy opadów. Nałożenie linii trendu potwierdza tą tezę. Otóż roczna suma opadów wzrosła średnio o 1,16 mm, a więc 11,6 mm na dekadę (ryc. 14).

Ryc. 14. Roczne sumy opadów w Łącku w latach 1958–2018



Źródło: Wykonanie własne po opracowaniu danych z IMGW-PIB

Podsumowanie

Przedstawiona analiza warunków i zmian opadowo-termicznych w Łącku przez okres 60 lat nasuwa kilka wniosków:

- ocena aktualnych warunków termicznych, jak i opadowych panujących w Łącku wykazała, że wytworzony mikroklimat posiada optymalne cechy dla sadownictwa,
- historia sadownictwa łąckiego potwierdza fakt, że nie tylko warunki klimatyczne decydują o sadowniczym przeznaczeniu terenu, ale także wielowiekowa tradycja podtrzymana do dziś,
- zmiany średniej temperatury powietrza widoczne są w każdej porze roku, ale najszybciej następują one w sezonie letnim (0,4°C/10 lat),
- długość trwania fal upałów wydłuża się, tak samo jak wzrasta ich częstotliwość, co powodować może m.in. długotrwałe susze będące podstawową przyczyną niskich zbiorów,
- częściej występowały fale mrozu niż fale upałów, jednak w ostatnich latach w ciągu jednego roku wystąpiło jedno i drugie, co może świadczyć o występowaniu kontrastowych sezonów pod względem temperatury (z długotrwałymi upałami jak i mrozami),
- spadająca liczba dni mroźnych i bardzo mroźnych, a rosnąca liczba dni gorących i upalnych, zwiększy szansę na przetrwanie sezonów zimowych przez rośliny, ale może spotęgować ilość szkodników i chorób roślin,
- tendencję wzrostową wykazują roczne sumy opadów, których roczny rozkład w Łącku jest korzystny dla sadownictwa.

Podsumowując szczegółowe opracowanie można stwierdzić, że okolice Łącka to idealne miejsce do rozwijania kultury sadowniczej. Zarówno klimat, jak i ukształtowanie terenu sprzyjają temu przedsięwzięciu. Zmiany termiczno-opadowe, jakie wystąpiły w przeciągu ostatnich 60 lat, nie są obecnie wielkim zagrożeniem. Zmiany termiczne nie są tak duże, by miały zagrozić uprawianym roślinom sadowniczym. Jednak widać, że coraz częściej występują ekstremalne zjawiska. To one mogą wyrażać duże szkody nie tylko w sadownictwie.

Literatura

- Hess, M. (1965). Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 11.
- Kiryk, F. (2012). Doba staropolska. W: Dybiec J. (red.), *Łącko i gmina łącka*. Kraków: Oficyna Wydawniczo-Drukarska „Secesja”.
- Kondracki, J. (2000). *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Krzyżewska, A. (2014). Przegląd metod wydzielenia fal upałów i fal mrozów. *Przegląd Geofizyczny*, 3–4.
- Krzyżewska, A., Wereski, S. (2011). Fale upałów i mrozów w wybranych stacjach Polski na tle regionów bioklimatycznych (2000–2010). *Przegląd Geofizyczny*, 1–2.
- Książkiewicz, (1972). *Budowa geologiczna Polski. Tektonika, Karpaty. T. I*. Warszawa: Wydawnictwo Geologiczne.
- Kundzewicz, Z., Kozyra, J. (2011). Ograniczanie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich. *Polish Journal of Agronomy*, 7.
- Kurowski, A. (1900). *Sady w Łącku*. W: *Ogrodnictwo*. Kraków: Drukarnia „Czas” nakładem „Towarzystwa Ogrodniczego w Krakowie”.

- Lach J., Mrówka T. (2012). Warunki przyrodnicze. W: Dybiec J. (red.), *Łącko i gmina łącka*. Kraków: Oficyna wydawniczo-drukarska Secesja.
- Lach J., Sułkowska L. (1994). Rola warunków przyrodniczych w rozwoju sadownictwa łąckiego. *Rocznik Sąddecki, XXII*.
- Oszczypko N. (1995). Budowa geologiczna. W: Warszzyńska J. (red.), *Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność*. Kraków: Uniwersytet Jagielloński.
- Pieniążek S. (1981). *Sadownictwo. Podręcznik dla studentów akademii rolniczych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Pizlo W. (2014). Perspektywy rozwoju gospodarstw jabłoniowych w Polsce na tle wybranych krajów UE. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*.
- Rzekanowski Cz. (2009). Kształtowanie się potrzeb nawodnieniowych roślin sadowniczych w Polsce. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich; Infrastructure and Ecology of Rural Areas, 3*.
- Słowik K. (1980). *Sadownictwo*. W: *Sadownictwo dla Zasadniczych Szkół Ogrodniczych*. Warszawa: PWRiL.
- Słowik (1973). *Deszczowanie roślin sadowniczych*. Warszawa: PWRiL.
- Unrug R. (1969). *Przewodnik geologiczny po zachodnich Karpatach fliszowych*. Warszawa: Wydaw. Geol.
- Wibig J., Podstawczyńska A., Rzepa M., Piotrowski P. (2009). Heatwaves in Poland- frequency, trends and relationships. *Geographia Polonica, 82*.
- Witek M., Bednorz E., Forycka-Ławniczak H. (2015). Kontynentalizm termiczny w Europie. *Badania fizjograficzne. Czasopismo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk oraz Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych i Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*.
- Wnęk J. (2012a). Okres międzywojenny. W: Dybiec J. (red.), *Łącko i gmina łącka*. Kraków: Oficyna wydawniczo-drukarska Secesja.
- Wnęk J. (2012b). *Polska Ludowa*. W: Dybiec J. (red.), *Łącko i gmina łącka*. Kraków: Oficyna wydawniczo-drukarska Secesja.

Notka biograficzna o autorze: Kinga Bargieł, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Instytut Geografii UP, Katedra Badań nad Edukacją Geograficzną.

Biographical note of author: Kinga Bargieł, Pedagogical University of Krakow, Institute of Geography, Department of Research in Geography Education (assistant).

ORCID: 0000-0003-1608-7289

e-mail: kinga.bargiel@up.krakow.pl