

Maciej Wąs

Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Nadleśnictwo Kaliska

Sylwester Grajewski

Wyższa Szkoła Zarządzania Środowiskiem w Tucholi

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ZMIENNOŚĆ PARAMETRÓW KLIMATYCZNYCH I ICH WPŁYW NA GOSPODARKĘ LEŚNĄ NADLEŚNICTWA KALISKA

*CLIMATE PARAMETERS VARIABILITY AND THEIR INFLUENCE ON
FOREST MANAGEMENT IN THE KALISKA FOREST DIVISION*

**Słowa kluczowe: temperatura powietrza, opady atmosferyczne, okres
wegetacyjny, gospodarka leśna, Nadleśnictwo Kaliska**

*Key words: air temperature, atmospheric precipitation, growing season, forest
management, Kaliska Forest State Division*

Abstract. The article presents the analysis of meteorological parameters, associated with precipitation and air temperatures, in relation with selected forest management operations in the period 1996-2009. It was noted that air temperature has a positive trend, precipitation are reduced, the number of resulting fires affect rainfall and air temperature, growing season is extended. Climate change is noticeable in the analysis may force changes in the conduct of forest management in a very large extent.

WSTĘP

Współcześnie coraz większym zainteresowaniem cieszą się poglądy i teorie dotyczące zmian klimatycznych na Ziemi [m.in. Hansen i in. 2006, Miler i Grajewski 2006, Mager i in. 2009, Serba i in. 2009]. Przewidywalne efekty tych przemian, związane np. ze wzrostem temperatury powietrza, stawiają przed leśnikami bardzo duże wyzwanie – dostosowanie gospodarki leśnej do zmieniających się warunków meteorologicznych mających zapewnić trwałość funkcjonowania ekosystemom leśnym.

Pewną nowością jest obecnie dość znaczne tempo zmian klimatycznych, których przyczynę, jak się przypuszcza, stanowi w dużej mierze działalność człowieka na Ziemi [IPCC 2007]. Z powodu rosnącej emisji dwutlenku węgla i innych gazów powodujących efekt cieplarniany jest możliwe, że w ciągu najbliższych 100 lat zaobserwujemy najszybszy przyrost temperatury powietrza od czasu końca epoki lodowcowej.

W wyniku prognozowanych zmian klimatycznych szereg zadań, przez które realizuje się gospodarkę leśną, może ulec przesunięciu w czasie. Dotyczy to na przykład terminów odnowień wiosennych i jesiennych, wysiewu nasion, wiosennego wyjmowania sadzonek z gruntu, prowadzenia cięć w rębniach z odnowieniem naturalnym w okresach zimowych, czy też prowadzenia zabiegów na terenach trudnodostępnych. Należałoby również zastanowić się nad wpływem zmieniających się warunków atmosferycznych na cykle rozwojowe zwierząt, które wiążą się m.in. z terminami uruchamiania monitoringu występowania szkodliwych owadów leśnych.

Wzrost temperatury powietrza, zwłaszcza w okresach letnich, przy braku możliwości pokrycia strat na ewapotranspirację ze strony opadów atmosferycznych, przy rosnącej liczbie i czasie trwania okresów bezdeszczowych, to nie tylko realnie wzrastające zagrożenie powstawania większej liczby pożarów w lasach, ale również zakłócenia stosunków wodnych, co może prowadzić do zachwiania równowagi i, w dłuższej perspektywie czasowej, również bezpośrednio lub pośrednio do zniszczenia ekosystemów – nie tylko leśnych.

Z powyższych względów wynika, iż współcześnie samo prowadzenie przez jednostki lasów państwowych pomiarów elementów pogodowych już nie wystarcza. Niezbędne jest nie tylko monitorowanie, ale również bieżące analizowanie ich zmienności już na poziomie nadleśnictwa. Wyniki tych działań powinny wesprzeć leśników w decyzjach będących odpowiedzią na zmieniające się warunki gospodarowania. Natomiast prognozowanie skutków zmian klimatycznych winno umożliwić podejmowanie stosownych działań zaradczych wyprzedzających negatywne skutki zmian klimatycznych. W praktyce bieżące dostosowywanie czynności gospodarczych do zmieniających się warunków pogodowych powinno prowadzić np. do uniknięcia zaniechania wykonania zaplanowanych zadań skutkujących wymiernymi stratami ekologicznymi, jak i finansowymi.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań była analiza wyników pomiarów meteorologicznych (opadów atmosferycznych, temperatur powietrza, pokrywy śnieżnej), rozpoznanie trendów zmienności z próbą określenia ich wpływu na czynności gospodarcze podejmowane w Nadleśnictwie Kaliska. W dyspozycji autorów był bardzo krótki ciąg pomiarowy – jedynie 13 lat hydrologicznych (1997-2009), dlatego niniejszą pracę traktować należy głównie, jako przykład praktycznego wykorzystania gromadzonych w wielu jednostkach lasów państwowych wyników obserwacji meteorologicznych.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Nadleśnictwo Kaliska znajduje się na północnym skraju Borów Tucholskich. Pod względem regionalizacji geograficznej usytuowane jest w podprovincji Pojezierza Pomorskiego, w regionach Pojezierza Południowo-Pomorskiego i Pojezierza Wschodnio-Pomorskiego [Kondracki 1994]. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Nadleśnictwo w przeważającej części znajduje się w strefie III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, 1. Dzielnicy Borów Tucholskich, Mezonegonie Borów Tucholskich. Tylko nieznaczna północno-wschodnia część Nadleśnictwa znajduje się w I Krainie Bałtyckiej, 9. Dzielnicy Pojezierza Drawsko-Kaszubskiego, Mezonegonie Pojezierza Starogardzkiego – dotyczy to kompleksów leśnych: Gaj, Miradowo, Radziejewo i lasy wokół „Arboretum Wirty” [Trampler i in. 1990].

Obszar Nadleśnictwa cechuje niewielka zmienność pokrywy glebowej z uwagi na małe zróżnicowanie skał glebotwórczych [Plan... 2000]. Skałami macierzystymi gleb są tu prawie wyłącznie osady czwartorzędowe: piaski sandrowe, piaski lodowcowe oraz na niewielkiej powierzchni gliny zwałowe. Fragmentarycznie występują holocenijskie aluwia i torfy, na których powstały interesujące zbiorowiska torfowiskowe. Większość torfów wytworzyła się nad piaskami akumulacji rzeczno-lodowcowej oraz nad piaskami rzecznyymi.

Zasadniczy wpływ na kształtowanie się klimatu na terenie Nadleśnictwa ma rozwinięta działalność cyklonalna z przewagą cyrkulacji zachodniej [Plan... 2000]. Pogoda kształtuje się głównie pod wpływem niżów atlantyckich, którym przeciwstawiają się masy powietrza kontynentalnego Europy Wschodniej. Silniejszy wpływ któregoś z tych ośrodków barycznych przyczynia się do kontrastowości poszczególnych pór roku.

W regionalizacji klimatycznej omawiany teren należy według Romera [1949] do typu klimatu pojeziernego, według Gumińskiego [1951] leży w Pomorskiej Dzielnicy Klimatycznej, a według Wosia [1995] w Regionie Klimatycznym Wschodnio-Pomorskim. Mimo przynależności do dwóch dzielnic w obszarze Nadleśnictwa Kaliska występuje niewielka zmienność klimatyczna, która wynika z rozciągłości południkowej oraz rzeźby terenu, w tym głównie z położenia w stosunku do barier wysoczyznowych na północy i równin na południu [Plan... 2000]. Średnia temperatura powietrza w ostatnich latach uległa nieznacznemu wzrostowi. Najcieplejszymi miesiącami są lipiec i sierpień. Przymrozki wiosenne kończą się w maju, a jesienne zaczynają w pierwszej dekadzie października. Okres wegetacyjny trwa przeciętnie 200 dni. Dominują wiatry z zachodu [Plan... 2000].

Zdecydowanie najważniejszym gatunkiem lasotwórczym jest sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L. zajmująca 95,2% powierzchni leśnej. Inne panujące

gatunki drzew zajmują 4,8% powierzchni, a pozostałe gatunki, zajmujące w sumie mniej niż 0,1%, to: jesion wyniosły *Fraxinus excelsior* L., grab zwyczajny *Carpinus betulus* L., olsza szara *Alnus incana* L., topole *Populus alba* L., *P. nigra* L., *P. tremula* L., lipa drobno i szerokolistna *Tilia cordata* L., *T. platyphyllos* L. i żywotnik *Thuja* L. [Plan... 2000].

METODY BADAŃ

Wyniki obserwacji meteorologicznych, standardowo gromadzone dla lat kalendarzowych, w niniejszej pracy opracowano wg lat hydrologicznych, tj. okresu trwającego od 1 listopada do 31 października roku następnego, oraz z uwzględnieniem półroczy hydrologicznych – zimowego (od 1 listopada do 30 kwietnia roku następnego) i letniego (od 1 maja do 31 października).

Pomiarów parametrów meteorologicznych na stacji dokonywano trzy razy na dobę o godzinie 7:00 (8:00), 13:00 (14:00) i 19:00 (20:00). W pracy analizie poddano wyniki pomiarów charakterystyk pogodowych prowadzonych na stacji Nadleśnictwa Kaliska zlokalizowanej w miejscowości Wirty: opadów atmosferycznych, temperatur powietrza, pokrywy śnieżnej. W szczególności badano:

1. roczne, półroczne, miesięczne i dobowe sumy opadów atmosferycznych;
2. roczne, półroczne, miesięczne i dobowe temperatury powietrza;
3. długości i terminy występowania meteorologicznego okresu wegetacyjnego;
4. wartości współczynnika hydrotermicznego Sielaninowa;
5. liczbę dni z pokrywą śnieżną;
6. średnią, sumaryczną oraz maksymalną grubość pokrywy śnieżnej zarejestrowanej w ciągu roku hydrologicznego.

W pracy poszukiwano zależności pomiędzy:

1. opadami atmosferycznymi a liczbą pożarów lasu;
2. średnimi miesięcznymi i rocznymi temperaturami powietrza oraz miesięcznymi i rocznymi sumami opadów atmosferycznych a liczbą samców brudnicy mniszki *Lymantria monacha* L. odłowionych do pułapek feromonowych.

W oparciu o załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2006 roku w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów dokonano obliczenia współczynnika hydrotermicznego Sielaninowa posługując się poniższym wzorem [Rozporządzenie... 2006]:

$$k = \frac{10xP}{t}$$

gdzie: k – współczynnik hydrotermiczny Sielaninowa [-]; P – suma opadów za analizowany okres [mm]; t – suma średnich dobowych temperatur powietrza za analizowany okres uwzględniająca tylko temperatury dodatnie [$^{\circ}\text{C}$].

Współczynnik hydrotermiczny liczony jest dla miesięcy od kwietnia do października z okresu co najmniej ostatnich 5 lat [Rozporządzenie... 2006]. W pracy wykorzystano podział na 10 klas wartości współczynnika „ k ”, umożliwiającą wyodrębnienie zarówno warunków ekstremalnie suchych, jak i ekstremalnie wilgotnych. Były to następujące przedziały: skrajnie suchy (ss) $k \leq 0,4$; bardzo suchy (bs) $0,4 < k \leq 0,7$; suchy (s) $0,7 < k \leq 1,0$; dość suchy (ds) $1,0 < k \leq 1,3$; optymalny (o) $1,3 < k \leq 1,6$; dość wilgotny (dw) $1,6 < k \leq 2,0$; wilgotny (w) $2,0 < k \leq 2,5$; bardzo wilgotny (bw) $2,5 < k \leq 3,0$; skrajnie wilgotny (sw) $k > 3,0$. Za warunki skrajnie ekstremalne przyjęto wartości „ k ” mniejsze od 0,7, a więc warunki skrajnie suche i bardzo suche oraz wartości powyżej 2,5 dla warunków bardzo wilgotnych i skrajnie wilgotnych [Skowera 2004].

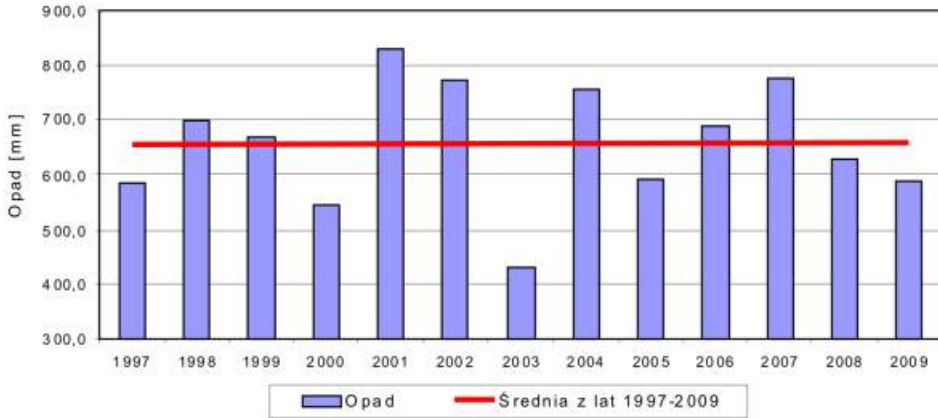
Meteorologiczny okres wegetacyjny został wyznaczony dla każdego roku przy pomocy prostej średniej kroczącej pięciodniowej dobowej temperatury powietrza. Jako termin rozpoczęcia okresu wegetacyjnego przyjęto dzień ze średnią temperaturą powietrza wynoszącą 5°C lub więcej, a datę zakończenia ustalano na dzień, w którym średnia dobowa temperatura powietrza spadła poniżej 5°C .

WYNIKI

Opady atmosferyczne

Średnia roczna suma opadu atmosferycznego w Nadleśnictwie Kaliska w latach 1997-2009 wyniosła 658,1 mm. Najniższą roczną sumę opadu odnotowano w 2003 (430,4 mm), zaś najwyższą w 2001 roku (827,1 mm). W badanym wieloleciu wyróżnić można 2 okresy o opadach wyższych od średniej. Są to lata 2001-2002 i 2006-2007. Okresy te rozdzielone są latami o znacznie mniejszych od średniej opadach roku 2000, 2003 i 2009 (ryc. 1). Na podstawie przyjętej klasyfikacji zmienności sum opadów atmosferycznych, omówionej w rozdziale *Metody badań*, stwierdzono, iż w okresie 13 lat hydrologicznych (1997-2009) wystąpiło 6 lat przeciętnych (1998, 1999, 2005, 2006, 2008, 2009), 2 suche (1997, 2000), 1 bardzo suchy (2003) i 4 mokre (2001, 2002, 2004, 2007).

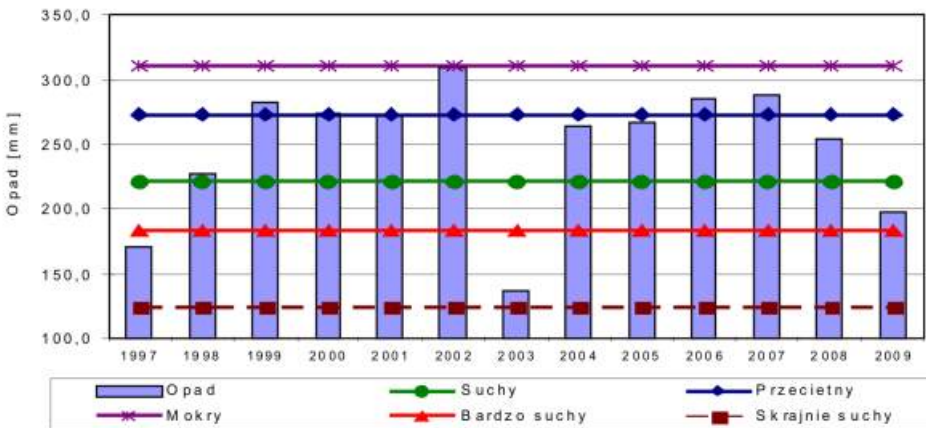
Średnia wieloletnia suma opadu dla półroczy zimowych (I.XI-30.IV) wyniosła 248,8 mm, co stanowi 38% średniego wieloletniego opadu rocznego. Największa ilość opadu w półroczu zimowym wyniosła 309,1 mm w 2002 roku, a najmniejsza 137,6 mm w roku 2003.



Ryc. 1. Roczne sumy opadów atmosferycznych w latach hydrologicznych 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

Największą różnicę pomiędzy opadem półrocza zimowego a całorocznego wykazano dla 1996 roku, kiedy to opad półrocza zimowego stanowił 29% opadu rocznego. Natomiast opad z półrocza zimowego miał największy 50% udział w sumie rocznej roku 2000. Klasyfikacja zmienności sum opadów atmosferycznych dla półrocza zimowego to: 6 lat przeciętnych, 2 bardzo suche, 1 suchy oraz 4 mokre (ryc. 2).

Średnia wieloletnia suma opadu dla półroczy letnich (I.V-31.X) wyniosła 417,0 mm, co stanowi 64% średniej rocznej. Maksymalną sumę opadu tego półrocza wyliczono dla roku 2004 (489,7 mm), zaś najmniejszą dla roku 2003 (292,8 mm). Największą różnicę pomiędzy opadem półrocza letniego a całorocznym wykazano dla 2005 roku, kiedy opad półrocza letniego stanowił 55%

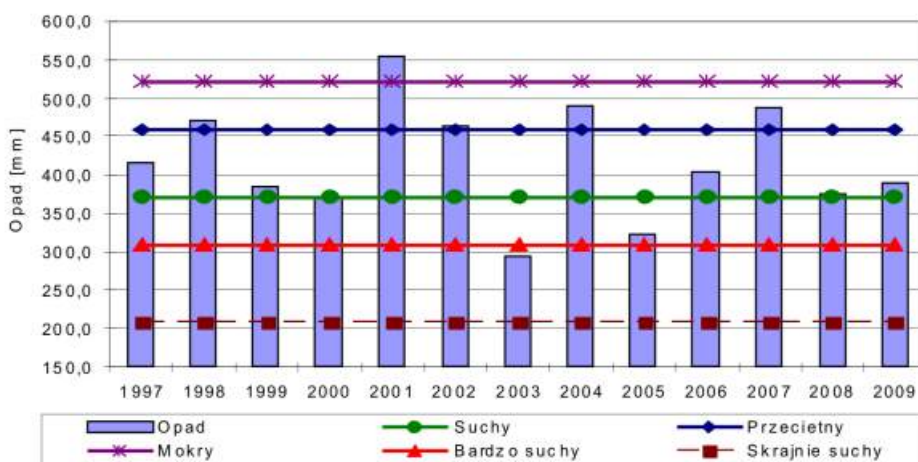


Ryc. 2. Sumy opadów atmosferycznych półroczy zimowych w latach hydrologicznych 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

opadu rocznego. Opad półrocza letniego stanowił aż 71% opadu rocznego w roku 1997.

Klasyfikacja zmienności sum opadów atmosferycznych dla półrocza letniego to: 4 lata przeciętne, 1 bardzo suchy, 3 suche, 4 mokre oraz 1 bardzo mokry (ryc. 3). Stosunek opadu letniego do zimowego średnio wyniósł 1,73 wahając się w granicach od 1,21 do 2,43.

W przeprowadzonej analizie zauważono, że sumy roczne opadów atmosferycznych nie wykazują praktycznie żadnych zmienności kierunkowych, ale dla półroczy letnich możemy zauważyć minimalny trend malejący, a w zimowych przeciwnie – minimalnie rosnący.



Ryc. 3. Sumy opadów atmosferycznych półroczy letnich w latach hydrologicznych 1997-2009

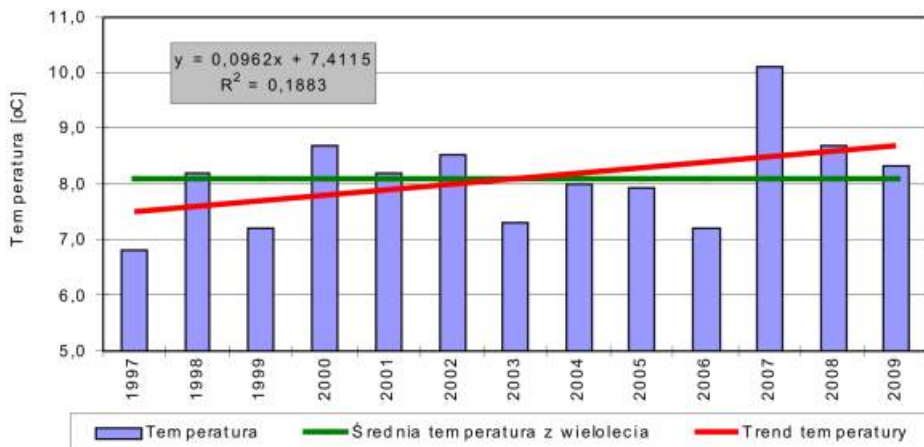
źródło: opracowanie własne.

Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych zawierały się w przedziale od 35,4 mm w kwietniu, 37,0 mm w lutym, do 96,5 mm w lipcu. Najmniejszą zmienność wykazały sumy opadów listopada i lutego (współczynnik zmienności 27% i 37%), natomiast największą: kwietnia, października i stycznia (współczynnik zmienności wyniósł odpowiednio 72%, 61% i 59%). Wyżej opisane kierunkowe zmiany półrocznych sum opadów atmosferycznych mają swoje źródło w sumach miesięcznych. Trend dodatni wykazała miesięczna suma opadów atmosferycznych dla marca, zaś najsilniejszą ujemną zmienność kierunkową wykazano dla lutego oraz sierpnia.

Temperatura powietrza

Średnia roczna temperatura powietrza w latach 1996-2009 wyniosła 8,1 °C. W analizowanym okresie zauważono znaczną zmienność średnich rocznych

temperatur powietrza. Najcieplejszym rokiem był 2007, w którym średnia roczna temperatura wyniosła 10,1 °C, zaś najchłodniejszym okazał się rok 1997, w którym to średnia roczna temperatura powietrza ukształtowała się na poziomie 6,8 °C. Rozkład średnich temperatur rocznych wykazuje nieznaczną tendencję wzrostową istotną statystycznie na poziomie $p = 0,05$ (ryc. 4).

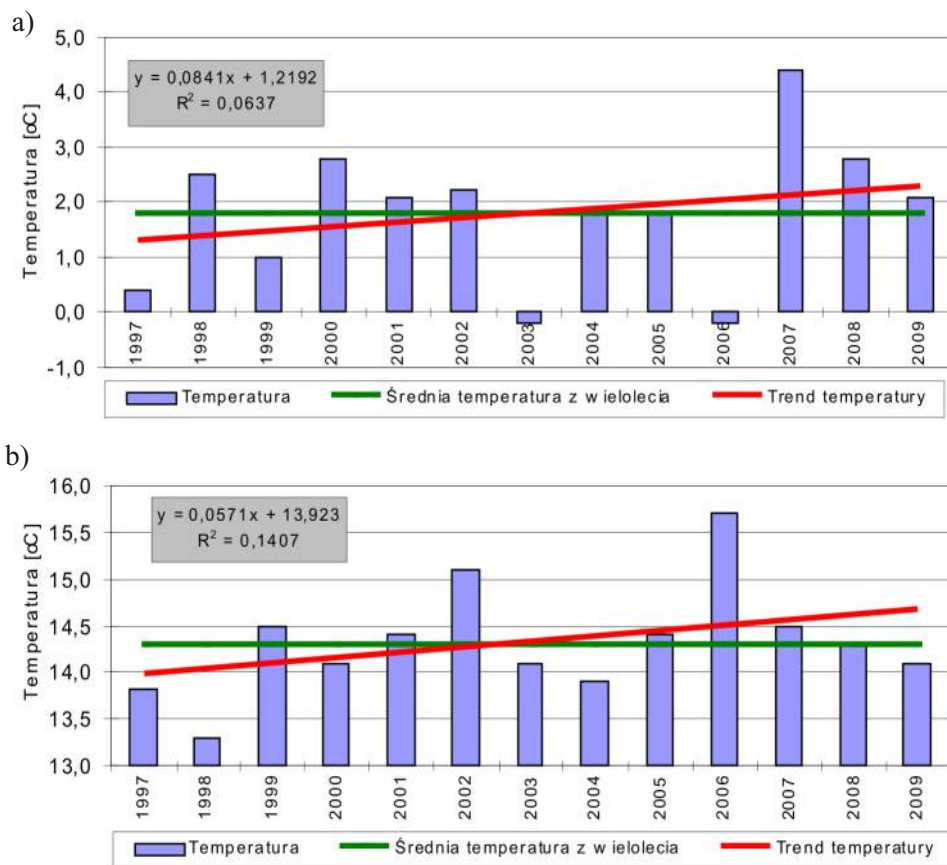


Ryc. 4. Średnie roczne temperatury powietrza w latach hydrologicznych 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

Średnia temperatura powietrza półrocza letniego wyniosła 14,3 °C, a wartości zmieniały się w zakresie od 13,3 °C w roku 1998 do 15,7 °C w roku 2006. Średnia temperatura półrocza zimowego wyniosła 1,8 °C, a wartości zmieniały się w zakresie od -0,2 °C w roku 2003 oraz 2006 do 4,4 °C w roku 2007. To półrocze charakteryzuje się najbardziej widoczną istotną statystycznie tendencją wzrostową temperatury powietrza (ryc. 5 a, b).

Najchłodniejszym miesiącem roku na terenie Nadleśnictwa Kaliska okazał się styczeń, w którym średnia temperatura powietrza wyniosła -1,4 °C, natomiast najcieplejszym lipiec (18,1 °C). W pozostałych miesiącach średnia wieloletnia temperatura powietrza wyniosła: w lutym -0,6 °C; grudniu -0,5 °C; marcu 1,9 °C; listopadzie 3,2 °C; kwietniu 7,7 °C; październiku 8,0 °C; maju 12,0 °C; wrześniu 13,1 °C; czerwcu 16,0 °C i w sierpniu 17,6 °C. Średnia miesięczna temperatura powietrza wykazuje prawie w każdym miesiącu trend wzrostowy poza styczniem, gdzie sytuacja jest odwrotna. Maj, lipiec, grudzień i wrzesień wykazuje największy trend wzrostowy, zaś w sierpniu i w październiku zauważono jedynie minimalny wzrost wartości średnich temperatur w kolejnych latach.

Na stacji w Wirtach najniższą temperaturę odnotowano 23 stycznia 2006 roku (-21,6 °C), natomiast najwyższą 21 czerwca 2000 roku (26,5 °C).

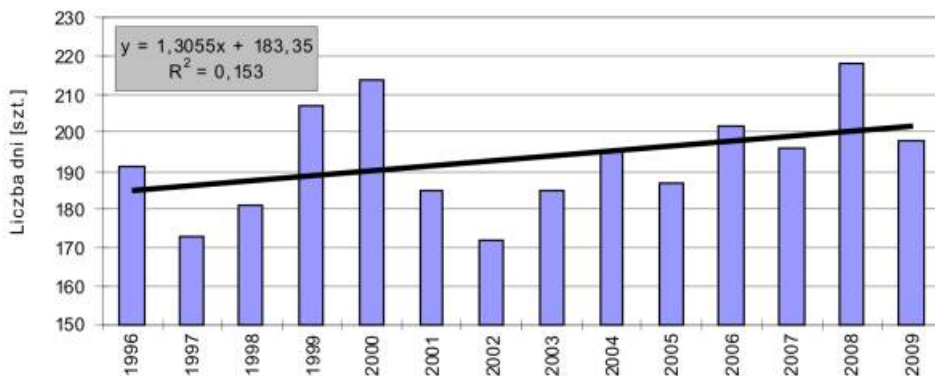


Ryc. 5. Średnie roczne temperatury powietrza w latach hydrologicznych 1997-2009 obliczone dla a) półroczy zimowych, b) półroczy letnich
źródło: opracowanie własne.

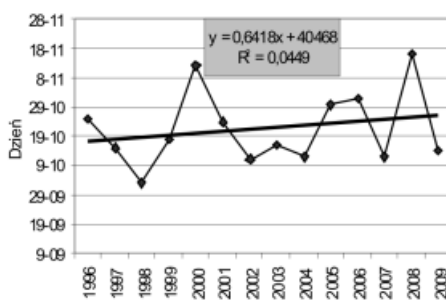
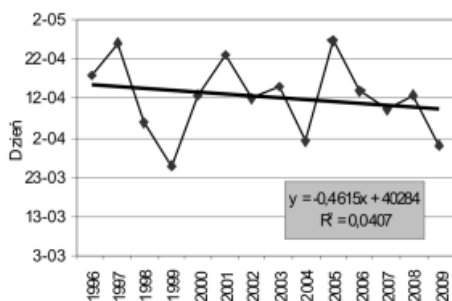
Okres wegetacyjny

Meteorologiczny okres wegetacyjny w latach 1996-2009 na terenie Nadleśnictwa Kaliska wyniósł średnio 193 dni. W poszczególnych latach zaobserwowano znaczące zmiany jego długości. Najdłuższy osiągający 214 dni wystąpił w 2000 roku, zaś najkrótszy w 2002 – 172 dni (ryc. 6). Czas trwania okresu wegetacyjnego wykazuje słabą tendencję wzrostową.

Podobna zmienność charakteryzuje terminy rozpoczęcia i zakończenia okresu wegetacyjnego (ryc. 7 a, b). W roku 1999 wegetacja rozpoczęła się bardzo wcześnie (26 marca), a w roku 2009 – 31 marca. W kilku latach zaobserwowano rozpoczęcie okresu wegetacyjnego dopiero pod koniec kwietnia: 26 w roku 1997, czy 27 w 2005 (ryc. 7a). Z analizy danych wynika, że istnieje tendencja do przyspieszania daty rozpoczęcia okresu wegetacyjnego.



Ryc. 6. Długość okresu wegetacyjnego w Nadleśnictwie Kaliska (1996-2009)
źródło: opracowanie własne.



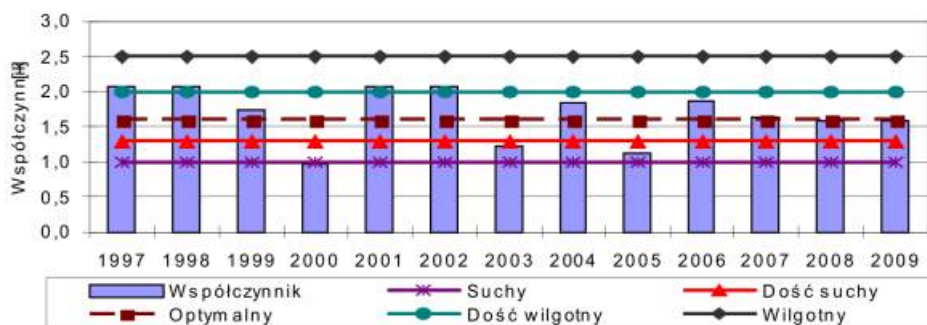
Ryc. 7. Terminy początku (a) oraz końca (b) okresu wegetacyjnego w Nadleśnictwie Kaliska (1996-2009)
źródło: opracowanie własne.

Współczynnik hydrotermiczny Sielaninowa

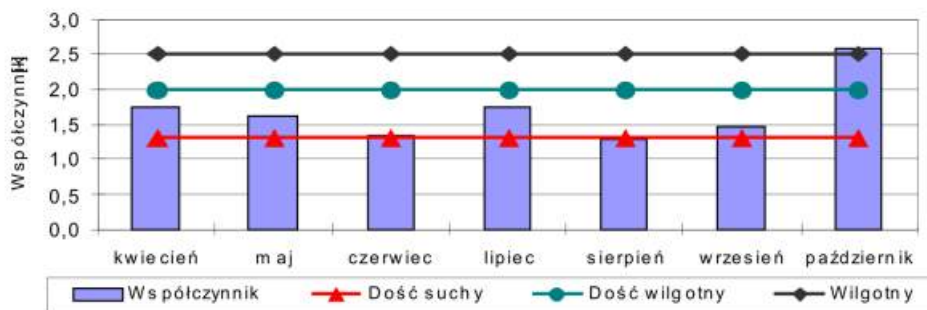
Na podstawie obliczeń średniej rocznej wartości współczynnika Sielaninowa dla lat 1997-2009 ustalono, że w okresie tym wystąpił 1 rok suchy, 2 lata dość suche, 3 lata optymalne, 3 lata dość wilgotne oraz 4 lata wilgotne (ryc. 8). Obliczone średnie miesięczne wartości współczynnika wskazują, że czerwiec i sierpień uznać należy za dość suche, maj i wrzesień za optymalne, kwiecień i lipiec za dość wilgotne, natomiast październik sklasyfikować można, jako bardzo wilgotny (ryc. 9).

Warunki skrajnie suche wystąpiły: w kwietniu 2005 i 2009, maju 2008, czerwcu 2003, sierpniu 2009 i październiku 2000. Warunki bardzo suche wystąpiły: w maju 2000, czerwcu 1997, 2000, sierpniu 1997, 2002, wrześniu 2002, 2003 i 2009, październiku 2001. Warunki skrajnie wilgotne odnotowano: w kwietniu 1999, 2006, czerwcu 1998, lipcu 2001, wrześniu 2001, październiku 1997, 1998, 2002, 2008, 2009. Warunki bardzo wilgotne wystąpiły: w kwietniu 1997, maju

2002, 2007 oraz października 2004 roku. Warunki ekstremalnie suche oraz ekstremalnie wilgotne w miesiącach badanego okresu stanowią 32% wszystkich przypadków.



Ryc. 8. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielaninowa w latach 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

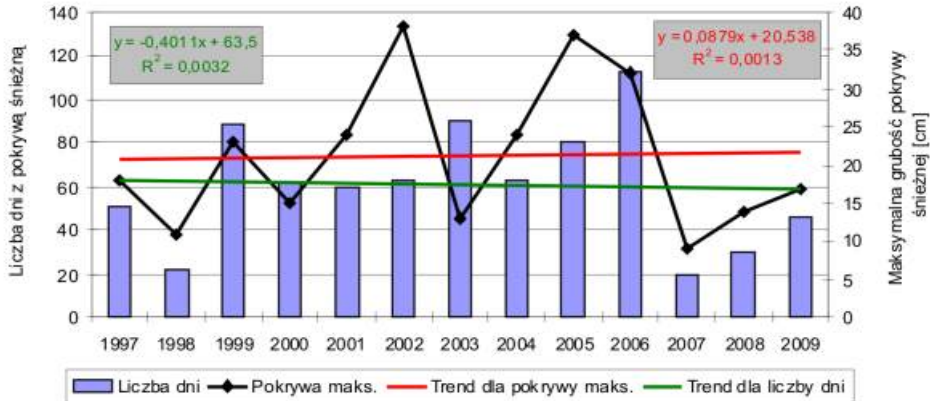


Ryc. 9. Średnie miesięczne wartości współczynnika hydrotermicznego Sielaninowa w latach 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

Pokrywa śnieżna

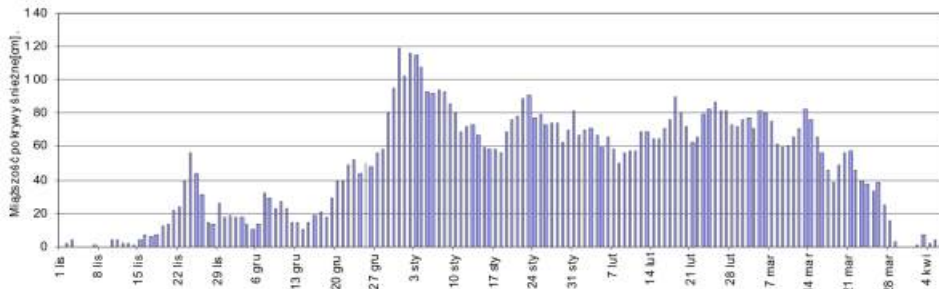
Długość zalegania pokrywy śnieżnej w analizowanych latach hydrologicznych wahała się od 20 w 2007 do 113 dni w 2006 roku, przy średniej 61 dni. Największą maksymalną dobową grubość pokrywy śnieżnej zarejestrowano w roku 2002 (38 cm), przy średniej wieloletniej 10 cm (ryc. 10). Obliczona średnia roczna miąższość pokrywy śnieżnej wahała się w granicach od 3 cm w roku 2008 do 18 cm 2006. Obliczenia rocznych sum grubości pokrywy śnieżnej wykazały, że najwyższą wartością charakteryzował się rok 2006 – 2083 cm, przy średniej wieloletniej 582 cm.

Analiza średniej rocznej miąższości pokrywy śnieżnej, tak jak i pozostałe z obliczanych wartości dla tej charakterystyki, za wyjątkiem liczby dni z pokrywą śnieżną, wykazała minimalny trend dodatni.

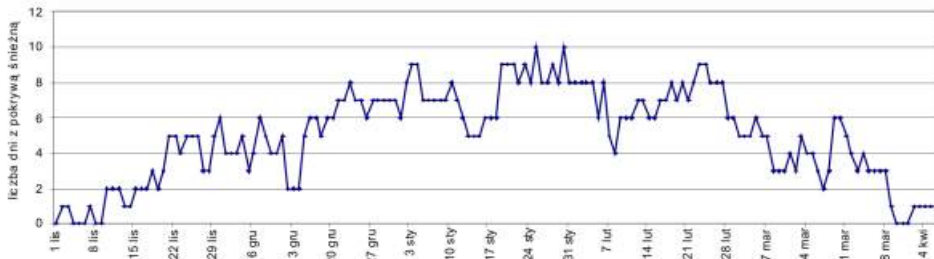


Ryc. 10. Liczba dni z pokrywą śnieżną oraz maksymalna grubość pokrywy śnieżnej
źródło: opracowanie własne.

Średnie miesięczne sumy miąższości pokrywy śnieżnej wahają się w szerokich granicach od 31 cm w listopadzie, 93 cm w grudniu, 150 cm w lutym, 164 cm w marcu, do 193 cm w styczniu. Trend wzrostowy wykazują sumy lutego oraz marca, ujemny trend dostrzega się dla listopada oraz grudnia. Styczeń zaś wykazuje stałość. Na każdy dzień stycznia przypada średnio po około 6 cm pokrywy śnieżnej, natomiast lutego oraz marca po 5 cm.



Ryc. 11. Sumy dobowej miąższości pokrywy śnieżnej z lat 1997-2009
źródło: opracowanie własne.



Ryc. 12. Liczba dni z pokrywą śnieżną w latach 1997-2009
źródło: opracowanie własne.

Obliczono sumy dobowe miąższości pokrywy śnieżnej oraz częstość ich wystąpienia w okresie 1997-2009. Z ryc. 11 i 12 wynika, że częstość występowania pokrywy śnieżnej jest proporcjonalna do dobowej sumy pokrywy śnieżnej prawie w każdym dniu poddanym analizie. Zauważono również, że średnia dobowa miąższość pokrywy śnieżnej utrzymuje się od końca grudnia do około połowy marca na dość wysokim poziomie (ryc. 10, 11).

Ryc. 13 prezentuje średnią dobową temperaturę powietrza oraz średnią dobową miąższość pokrywy śnieżnej w okresie od 1 listopada do 10 kwietnia w latach 1997-2009. W dniach od 30 grudnia do 6 stycznia oraz od 20 stycznia do 29 stycznia wartość średniej dobowej temperatury osiąga swoje najniższe wartości, a średnia dobowa miąższość pokrywy śnieżnej maksymalne.



Ryc. 13. Średnia dobową temperaturę powietrza na tle średniej dobowej miąższości pokrywy śnieżnej w Nadleśnictwie Kaliska w latach 1997-2009

źródło: opracowanie własne.

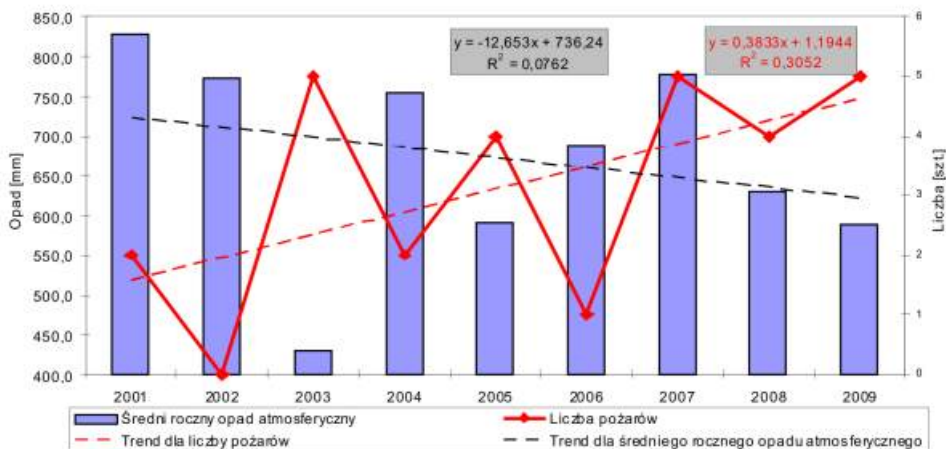
Opady a liczba pożarów

Największą liczbę pożarów w analizowanym okresie odnotowano w latach 2003, 2007 oraz 2009 (5). Zjawisko to nie wystąpiło w ogóle w 2003 roku. Niestety liczba pożarów wykazuje trend dodatni w przeciwieństwie do rocznych sum opadów, gdzie mamy do czynienia z niewielkim trendem ujemnym (ryc. 14).

Zgromadzone statystyki pożarów dotyczą jedynie 9 lat, dlatego też niniejsze opracowanie należy potraktować pogładowo.

Liczebność samców brudnicy mniszki a warunki pogodowe

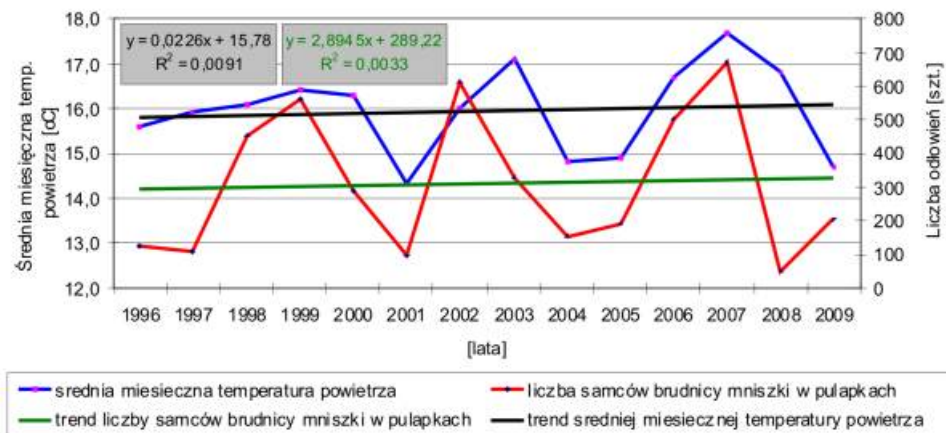
Analiza wpływu temperatury powietrza na liczebność odłowionych samców brudnicy mniszki wykazała największą dodatnią zależność pomiędzy średnią temperaturą czerwca a wielkością odłowu motyli w lipcu ($r = 0,6$, ryc. 15). Na tym tle zaskakujący okazał się rezultat badania kolejnych miesięcy. Otóż pomiędzy średnią temperaturą powietrza w sierpniu a liczbą odłowień we wrześniu otrzymano



Ryc. 14. Pożary na tle rocznych sum opadów atmosferycznych w latach 2001-2009 w Nadleśnictwie Kaliska

źródło: opracowanie własne.

zależność odwrotną ($r = -0,6$). Temperatura lipca nie wykazała korelacji z liczbą odłowionych samców brudnicy mniszki w sierpniu ($r = 0,1$).

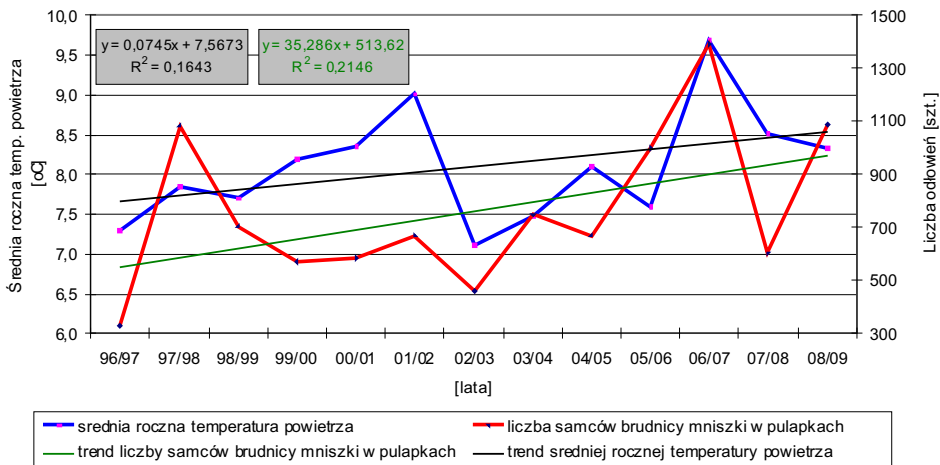


Ryc. 15. Liczba odłowionych samców brudnicy mniszki w lipcu oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w miesiącu czerwcu w latach 1996-2009

źródło: opracowanie własne.

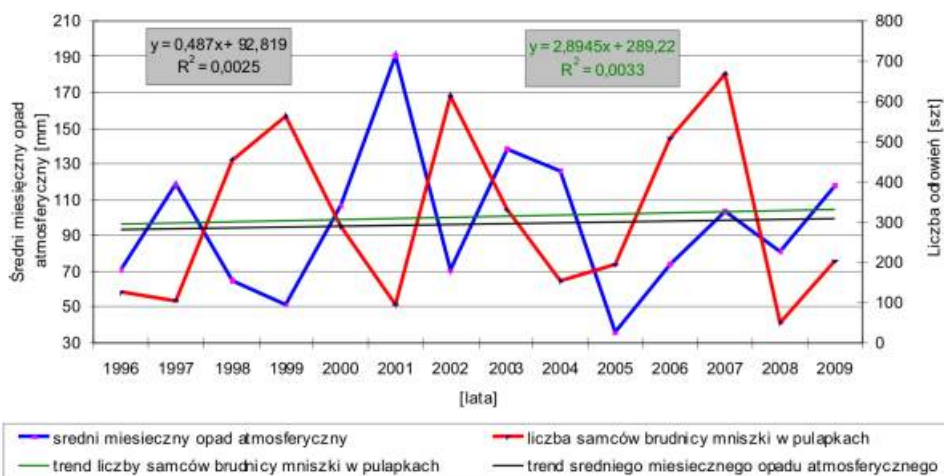
Obliczony współczynnik korelacji dla średniej rocznej temperatury powietrza (wg lat hydrologicznych) i liczby odłowionych w danym roku samców brudnicy mniszki wyniósł $r = 0,5$ – korelacja wysoka (ryc. 16).

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż wraz ze wzrostem średniego miesięcznego opadu atmosferycznego z poprzedniego miesiąca odnotowano większą liczbę samców brudnicy mniszki w miesiącu kolejnym. Taki wynik



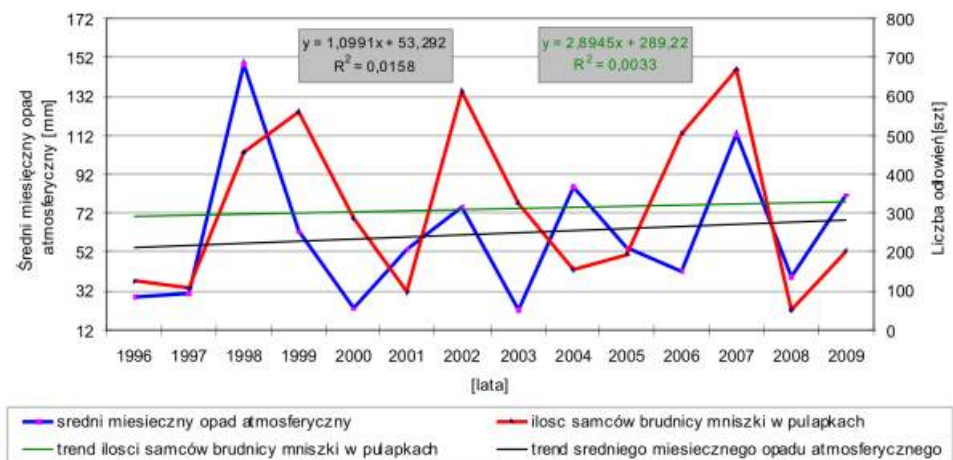
Ryc. 16. Liczba odłowionych samców brudnicy mniszki oraz średnia roczna temperatura powietrza w latach 1996-2009
źródło: opracowanie własne.

otrzymano dla średniego miesięcznego opadu atmosferycznego z czerwca w stosunku do liczebności odłowionych samców brudnicy mniszki w lipcu, gdzie współczynnik korelacji osiągnął wartość na poziomie 0,5. Co ciekawe opady lipca w stosunku do lipcowych odłowów motyli brudnicy mniszki wykazały zależność odwrotną na poziomie $r = -0,4$ – korelacja przeciętna (ryc. 17). W analizach pozostałych par miesięcy współczynnik korelacji osiągnął wartość 0,0.



Ryc. 17. Liczba odłowionych samców brudnicy mniszki w lipcu oraz średni miesięczny opad atmosferyczny w lipcu w latach 1996-2009
źródło: opracowanie własne.

Współczynnik korelacji dla średniego rocznego opadu atmosferycznego obliczonego dla lat hydrologicznych i liczby odłowionych samców brudnicy mniszki, $r=0,5$ – korelacja wysoka (ryc. 18).



Ryc. 18. Liczba odłowionych samców brudnicy mniszki oraz średni roczny opad atmosferyczny w latach 1996-2009

źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

Obserwowanemu w ostatnich latach wzrostowi liczby pożarów na terenach leśnych Nadleśnictwa Kaliska może sprzyjać minimalny, ale istniejący spadek ilości opadów atmosferycznych. Zmniejszające się opady i rosnące temperatury powietrza bezpośrednio prowadzić mogą w przyszłości do zwiększania się zagrożenia pożarowego drzewostanów Nadleśnictwa.

Biorąc pod uwagę rozkład średnich dobowych temperatur powietrza (zamrożenie gruntu – wzrost jego nośności) i średniej dobowej miąższości pokrywy śnieżnej (ochrona gleby, runa, nalotu) zauważono, iż w badanym wieloleciu najkorzystniejsze warunki do prowadzenia pozyskania na terenach trudnodostępnych panowały od 30 grudnia do 6 stycznia i od 20 do 29 stycznia. Jednak w przyszłości należałoby położyć większy nacisk na prace styczniowe z uwagi na wykazaną stałość średniej miesięcznej miąższości pokrywy śnieżnej w przeciwieństwie do grudnia, dla którego cecha ta ma zaznaczający się trend ujemny.

Analiza porównawcza pomiędzy liczbą odławianych samców brudnicy mniszki do pułapek feromonowych a średnimi miesięcznymi i rocznymi temperaturami powietrza, rocznymi oraz miesięcznymi sumami opadów atmosferycznych nie wykazały istnienia silnego związku pomiędzy tymi charakterystykami. Fakt ten potwierdza pogląd o bardzo ograniczonym wpływie czynników pogodowych na populację tego gatunku [Szujewski 1998].

Średnia roczna temperatura powietrza z okresu 1996-2009 charakteryzowała się dość dużą zmiennością, najchłodniejszym miesiącem okazał się styczeń, dlatego też to ten miesiąc powinno brać się pod szczególną uwagę w przypadku zamiaru prowadzenia pozyskania na terenach trudnodostępnych.

Spośród analizowanych cech statystycznie istotny trend liniowy (przy $p = 0,05$) wykazano dla: średnich miesięcznych opadów miesiąca stycznia, lutego, marca oraz sierpnia; średniej rocznej temperatury powietrza oraz średniej temperatury dla półrocza letniego oraz zimowego; długości oraz terminu końca się okresu wegetacyjnego.

Wykazane kierunkowe zmiany charakterystyk pogodowych mogą być sygnałem konieczności zmian w terminarzach wykonywania czynności gospodarczych na terenie Nadleśnictwa Kaliska. Niestety prowadzenie szczegółowych analiz dotyczących związku warunków pogodowych z terminami wykonywania zabiegów gospodarczych jest utrudnione ze względu na brak danych dotyczących dokładnych dat ich przeprowadzania np. wyciągania sadzonek na szkółkach, rozpoczynania odnowień, czy też korowania drzew pułapkowych.

Będący w dyspozycji bardzo krótki okres obserwacji pozostawia wiele pytań, które wymagają dalszego śledzenia charakterystyk pogodowych i ich analizy m.in. pod kątem dostosowywania gospodarki leśnej do panujących i zmieniających się w czasie warunków atmosferycznych.

WNIOSKI

Ze względu na to, iż będący w dyspozycji autorów ciąg pomiarowy był bardzo krótki, poniżej sformułowane wnioski i uogólnienia uznać należy za wstępne i wymagające poparcia wynikami z kolejnych lat obserwacji meteorologicznych zwłaszcza, jeżeli miałyby stanowić podstawę podejmowania ważnych decyzji gospodarczych.

1. Roczne sumy opadów atmosferycznych w latach 1997-2009 kształtowały się w stosunkowo szerokim przedziale od 430 do 827 mm, przy średniej 658 mm.
2. Przeciętnie w roku hydrologicznym wystąpiło 187 dni z opadami atmosferycznymi, przy czym w przeważającej części lat dominowały sumy opadów dobowych z przedziału 1,0-9,9 mm.
3. Średnia roczna temperatura powietrza kształtowała się na poziomie 8,1 °C i w latach 1997-2009 wykazała trend dodatni. Taka sama tendencja charakteryzuje liczbę dni z temperaturą powietrza powyżej 15,0 °C.
4. Okresy od 30 grudnia do 6 stycznia i od 20 do 29 stycznia, ze względu na sprzyjające niskie temperatury powietrza i obecność pokrywy śnieżnej, polecić można do wykonywania prac gospodarczych w drzewostanach z roślinnością podlegającą ochronie i na terenach trudnodostępnych.

5. Zaobserwowany ujemny trend dla rocznej sumy opadów atmosferycznych oraz dodatni dla średniej rocznej temperatury powietrza może być przyczyną rosnącej liczby pożarów na terenie Nadleśnictwa Kaliska.
6. Średnia długość okresu wegetacyjnego wyniosła 193 dni (to mniej niż podano w Planie Urządzenia Lasu dla Nadleśnictwa Kaliska [Plan... 2000]) wahając się w dość dużych granicach (od 172 do 214 dni) i wykazując trend dodatni. Początek okresu wegetacyjnego charakteryzował się dużą zmiennością w czasie z tendencją do coraz szybszego inicjowania, natomiast zakończenie okresu wegetacyjnego miało miejsce coraz później.
7. Potwierdzono, że warunki pogodowe nie mają istotnego wpływu na liczebność odłowionych samców brudnicy mniszki do pułapek feromonowych.

LITERATURA

- Gumiński R. (1951): Meteorologia i klimatologia dla rolników. PWRiL. Warszawa.
- Hansen, J., Sato M., Ruedy R., Lo K., Lea D.W., Medina-Elizade M., 2006: Global temperature change. Proc. Natl. Acad. Sci., 103, s. 14288-14293.
- IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2007): Summary for Policymakers. W: Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., Miller H. L. (red.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kondracki J. (1994): Geografia Polski – Mezoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa.
- Mager P., Kasproicz T., Farat R. (2009): Change of air temperature and precipitation in Poland in 1966-2006. W: Leśny J. (red.) *Climat change and agriculture in Poland – impacts, mitigation and adaptation measures*. Acta Agrophysica, Ser. Rozprawy i Monografie, 169 (1), s. 19-38.
- Miler A. T., Grajewski S. (2006): Air Temperature and Precipitation Trends in Western Part of the Polish Lowland on the Example of Poznań. *Engineering of Environmental Protection, Science – future of Lithuania*. Reports from 9th Lithuanian Conference of Junior Researchers: Vilnius Gediminas Technical University, s. 559-564.
- Plan Urządzenia Lasu (2000) na lata 2001-2010. Opis taksacyjny. Biuro Urządzania i Geodezji Leśnej w Gdyni. Maszynopis, Nadleśnictwo Kaliska, s. 107-139.
- Romer E. (1949): Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*, ser. B, nr 16.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 marca 2006 roku w sprawie szczegółowych zasad zabezpieczenia przeciwpożarowego lasów. Dz. U. z 2006r. Nr 58, poz. 405.

- Serba T., Leśny J., Juszczyk R., Olejnik J. (2009): Impact of climate changes on European agriculture, ADAGIO project (a review). *Acta Agrophysica*, 13(2), 487-496.
- Skowera B., Puła J. (2004): Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. *Acta Agrophysica*, 3(1), s. 171-177.
- Szujecki A. (1998): *Entomologia leśna, Tom II*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 166-173.
- Tomanek J. (1963): *Meteorologia i klimatologia dla leśników*, wyd. IV, Warszawa.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. (1990): *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*. PRWiL, Warszawa.
- Woś A. (1995): *Zarys klimatu Polski*. Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Wyniki obserwacji meteorologicznych ze stacji w Arboretum w Wirtach w roku 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009. Maszynopis, Nadleśnictwo Kaliska.

STRESZCZENIE

W pracy poddano analizie charakterystyki meteorologiczne związane z opadami atmosferycznymi, temperaturą powietrza oraz pokrywą śnieżną zarejestrowane w stacji meteorologicznej w Wirtach w latach 1997-2009. Podjęto próbę wskazania ich możliwego wpływu na gospodarkę leśną regionu Borów Tucholskich. W wyniku przeprowadzonych analiz zauważono następujące zjawiska mogące mieć wpływ na prowadzenie gospodarki leśnej: tendencję zmniejszenia się opadów półrocza letniego na korzyść półrocza zimowego; zmniejszenie się liczby dni z opadami największymi; wzrost średniej rocznej temperatury powietrza; wyższa temperatura powietrza sprzyja szybszemu rozpoczęciu okresu wegetacyjnego i jego wydłużaniu. Tak wykonane analizy wskazały na związek przyczynowo-skutkowy w powiązaniu ilości pożarów i opadów atmosferycznych; terminów zimowych w jakich należy prowadzić zabiegi pielęgnacyjne na terenach trudno dostępnych. Zauważone kierunkowe zmiany badanych bardzo ważnych charakterystyk meteorologicznych, w przypadku ich potwierdzenia, dają szansę na odpowiednie przygotowanie się i podjęcie działań zaradczych pozwalających na minimalizowanie i ograniczanie szkód, jakie mogą ze sobą nieść nie tylko dla ekosystemów leśnych.

SUMMARY

The study analyzed the characteristics of meteorological tied with precipitation, air temperature and snow cover recorded at a meteorological station in

Wirty in years 1997-2009. It attempted to identify their possible impact on the region's forestry called the Tuchola Forest. As a result of the analysis, the following phenomena that may affect the carrying out of forest management was noted: the tendency to reduce the summer half-year rainfall for the benefit of the winter semester, the decrease in the number of days with the largest precipitation, annual mean air temperature, higher air temperature is conducive to more rapid initiation of the growing season and its elongation. The above analysis indicated a causal link in relation to fires and amount of precipitation, winter time in which treatments should be conducted in areas difficult to reach. The observed directional changes of the examined very important characteristics of meteorological conditions- if confirmed offer the opportunity for adequate preparation and to enable remedial action to minimize and limit the damage which can affect not only the forest ecosystems.