

GLOBALNE OCIEPLENIE A EFEKTYWNOŚĆ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Agnieszka Ziarnicka

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 24/28 30-059 Kraków
e-mail: tzawora@ar.krakow.pl

Streszczenie. Przedmiotem opracowania jest określenie wartości opadów atmosferycznych, które przy zakładanym scenariuszu wzrostu temperatury powietrza o 1 i 2°C nie spowodują obniżenia się uwilgotnienia gleby w stosunku do poziomu dotychczasowego (1971-2000). Wyniki symulacji okazały się regionalnie zróżnicowane od 1 do 17 mm w skali miesięcznej dla wzrostu temperatury o 1°C i 8-28 mm dla scenariusza wzrostu temperatury o 2°C. Z tego też względu uznano je za orientacyjne i zaprezentowano je jako wartości uśrednione dla Polski z 12 wyszczególnionych stacji. Wartości te bez uwzględnienia rodzaju gleby wskazują, że przy wzroście temperatury powietrza o 1°C należy szacować wzrost potrzeb wodnych w skali miesiąca w okresie wegetacyjnym o 6,3 mm, zaś przy wzroście o 2°C o 14,5 mm w stosunku do opadów obecnych.

Słowa kluczowe: opad, temperatura, gleba

WSTĘP

Analiza wartości średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze Polski w II połowie XX wieku pozwala wyróżnić w tym okresie ostatnie 20-lecie, w którym nastąpiło wyraźne ocieplenie. Krzywa trendu zamieszczona w opracowaniu Kożuchowskiego i Żmudzkiej [2] wskazuje na wzrost temperatury od wartości 7,5°C w okresie 1951-1974 do 8,7°C pod koniec ubiegłego wieku. Rok 2000 z temperaturą 9,5°C okazał się w Polsce najcieplejszy w ciągu ostatniego półwiecza. Wzrost temperatury spowodował zwiększenie się długości meteorologicznego okresu wegetacyjnego z wartości 192 dni do 200 dni w Polsce północno-wschodniej i od 225 dni do 233 dni na zachodzie kraju [4]. Jest to jeden z pozytywnych aspektów współczesnych zmian klimatu wpływający na przyrodnicze warunki produkcji rolnej. Odnosnie współczesnych i przewidywanych zmian drugiego klimatycznego czynnika, jakim są opady atmosferyczne sytuacja jest mniej wyraźna. Z analizy przeprowadzonej przez

Kożuchowskiego [1] wynika, że tendencje zmian opadów atmosferycznych w okresie ocieplania klimatu nie znalazły na razie jednoznacznej oceny. Z opracowania Żmudzkiej [3] wynika, że wysokość opadów w II połowie XX wieku nie wykazuje określonego kierunku zmian. Rozkład opadów w ciągu roku w tym wieloleciu nie odbiega od stwierdzonego na podstawie danych z innych okresów wieloletnich. Istnieje obawa, że wzrost temperatury powietrza przy niezmienionej rocznej sumie opadów atmosferycznych może być powodem niedostatków wilgoci w glebie, co z kolei wpłynąć może na obniżenie plonów roślin uprawnych. Celem opracowania było zbadanie, o ile zwiększą się potrzeby opadowe ważniejszych roślin uprawnych w Polsce przy założonym scenariuszu wzrostu temperatury powietrza i niezmienionych opadach.

MATERIAŁ I METODY

Podstawowym materiałem były średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów atmosferycznych oraz wyniki szacunku uwilgotnienia gleby z 12 wybranych stacji meteorologicznych dla miesięcy IV, V dla zbóż ozimych, VII, VIII dla ziemniaków i X dla zbóż ozimych w okresie 1971-2000. Miesiące czerwiec i wrzesień pominięto z tego powodu, że w różnych latach wyniki dotyczyły bądź to wilgotności gleby pod zbożami ozimymi, bądź pod ziemniakami. Wyniki stanu uwilgotnienia gleby publikowane były sukcesywnie w miesięcznym Przeglądzie Agrometeorologicznym a od kwietnia 1999 roku w Dekadowym Przeglądzie Agrometeorologicznym. Wilgotność gleby była oceniona w skali pięciostopniowej jako kłęskowo niska, niedostateczną, dostateczną, nadmierną i kłęskowo nadmierną. Wyszczególnionym klasom przypisano umownie wartości: 0 dla wilgotności kłęskowo niskiej, 10 dla niedostatecznej, 20 dla dostatecznej, 30 dla nadmiernej i 40 dla kłęskowo-nadmiernej.

Dla 12 wybranych stacji meteorologicznych równomiernie rozmieszczonych na obszarze Polski skonstruowano metodą regresji krokowej wielokrotnej modele zależności stopnia uwilgotnienia gleby od temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w badanych miesiącach. Uzyskane modele posłużyły do przeprowadzenia symulacji pozwalającej ocenić, o ile zwiększą się potrzeby opadowe badanych roślin uprawnych przy dotychczasowej wilgotności gleby dla scenariuszy wzrostu temperatury powietrza o 1 i 2°C.

WYNIKI I DYSKUSJA

W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano modele zależności wilgotności gleby od temperatury powietrza i opadów atmosferycznych (tab. 1). Otrzymane funkcje regresji spełniają w każdym przypadku warunek $F > F_{kr}$, należy więc

odrzuć hipotezę o nieistotności funkcji regresji z ryzykiem błędu określonym poziomem istotności ($\alpha = 0,05$) i należy wnioskować o istotności funkcji regresji.

Tabela 1. Modele zależności wilgotności gleby od temperatury powietrza i opadów atmosferycznych
Table 1. Models of dependence of soil-moisture on air temperature and precipitation

Stacja – Station	Postać równania – Equation	F/F _{kr}
Elbląg	$W = 19,75368 - 0,01140 t^2 + 0,00030 o^2$	7,65
Koszalin	$W = 18,34026 - 0,00772 t^2 + 0,03346 o$	4,78
Kraków	$W = 19,49731 - 0,00673 t^2 + 0,00019 o^2$	5,40
Olsztyn	$W = 19,19633 - 0,01049 t^2 + 0,00041 o^2$	10,10
Poznań	$W = 20,96914 - 0,01566 t^2 + 0,00187 t o$	7,67
Przemysł	$W = 18,71316 - 0,00933 t^2 + 0,03894 o$	6,56
Siedlce	$W = 20,64463 - 0,01057 t^2 + 0,00022 o^2$	5,00
Suwałki	$W = 18,59100 - 0,01733 t^2 + 0,05681 o$	12,75
Szczecin	$W = 20,59939 - 0,01850 t^2 + 0,00266 t o$	5,59
Toruń	$W = 18,90718 - 0,01554 t^2 + 0,06127 o$	9,01
Warszawa	$W = 18,67681 - 0,01116 t^2 + 0,05229 o$	8,10
Wrocław	$W = 20,35995 - 0,01147 t^2 + 0,00019 o^2$	8,07

Objaśnienia – Legend:

W – uwilgotnienie gleby w skali umownej 0-40 – W – soil-moisture in conventional scale 0-40,
 t – średnia miesięczna temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$) – t – monthly mean air temperature ($^{\circ}\text{C}$),
 o – suma miesięczna opadów atmosferycznych (mm) – o – monthly precipitation totals (mm).

W następnym etapie na podstawie otrzymanych równań przeprowadzono symulacje pozwalające ocenić, o ile zwiększą się potrzeby opadowe zbóż ozimych i ziemniaków przy dotychczasowej wilgotności gleby i scenariuszu wzrostu temperatury powietrza o 1 i 2°C (tab. 2). Niewiadomą w tym przypadku była wartość opadów atmosferycznych przy danych: aktualna wilgotność gleby i odpowiednio podwyższona temperatura powietrza.

Wyniki symulacji okazały się regionalnie zróżnicowane od 1 do 17 mm w skali miesięcznej dla wzrostu temperatury o 1°C i 8 – 28 mm dla scenariusza wzrostu temperatury o 2°C . Z tego też względu uznano je za orientacyjne i zaprezentowano je jako wartości uśrednione dla Polski z 12 wyszczególnionych stacji. Wartości te wskazują, że przy wzroście temperatury powietrza o 1°C należy szacować wzrost potrzeb wodnych w skali miesiąca w okresie wegetacyjnym o 6,3 mm, zaś przy wzroście o 2°C o 14,5 mm w stosunku do opadów obecnych. Są to wartości nieco wyższe niż podaje Press – 5 mm dla wzrostu temperatury o 1°C [5].

Tabela 2. Potrzeby opadowe (mm) ważniejszych roślin uprawnych przy założeniu wzrostu temperatury powietrza o 1°C i 2°C (wartości średnie miesięczne)

Table 2. Precipitation demand (mm) of more crucial crop plants at the assumed 1°C and 2°C air temperature rise (monthly mean values)

Stacja – Station	O	O+1°C	O+2°C
Elbląg	61	75	81
Koszalin	62	64	70
Kraków	66	75	85
Olsztyn	56	66	72
Poznań	49	54	64
Przemyśl	68	70	77
Siedlce	52	64	74
Suwałki	56	57	64
Szczecin	48	50	60
Toruń	51	52	60
Warszawa	51	52	59
Wrocław	57	74	85

Objaśnienia – Legend:

O – opad (mm) obecny (1971-2000) – O – actual precipitation (mm) (1971-2000);

O+1°C – opad (mm) zapewniający dotychczasową wilgotność gleby po podniesieniu temperatury;

o 1°C/O+1°C – precipitation (mm) ensuring hitherto soil-moisture after 1°C temperature increase;

O+2°C – opad (mm) zapewniający dotychczasową wilgotność gleby po podniesieniu temperatury;

o 2°C/O+2°C – precipitation (mm) ensuring hitherto soil-moisture after 2°C temperature increase.

W celu określenia wpływu rodzaju lub stopnia ciężkości gleby na wzrost potrzeb opadowych przy zakładanym scenariuszu wzrostu temperatury powietrza, dynamiki czasowej potrzeb i zróżnicowania regionalnego, należałoby przeprowadzić bardziej szczegółowe badania.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że zmiany uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby wyrażone w pięciostopniowej skali od kłękowo niskiej, niedostatecznej, dostatecznej, nadmiernej i kłękowo nadmiernej wyrazić można statystycznie istotnymi zależnościami od elementów meteorologicznych – temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Są to na ogół równania drugiego stopnia, niekiedy zawierające interakcje temperatury z opadami.

2. Dokładność metody mimo stwierdzonych różnic na poszczególnych stacjach meteorologicznych nie pozwala na ustalenie regionalnego zróżnicowania zależności.

3. Przy założonym scenariuszu wzrostu temperatury powietrza o 1°C względem średniej z okresu 1971-2000 można szacować przeciętny miesięczny niedobór opadów na obszarze Polski na około 6,3 mm, a przy wzroście temperatury o 2°C 14,5 mm. Wynika z tego, że w okresie wegetacyjnym IV-X daje to sumy 44 i 101 mm. Jest to równoważne sumie opadów kwietnia lub października w pierwszym przypadku lub sumie opadów kwietnia i maja w drugim przypadku.

PIŚMIENNICTWO

1. **Koźuchowski K.:** Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych. Przegł. Geogr., T. LXVIII, 1-2, 79-98, 1996.
2. **Koźuchowski K., Żmudzka E.:** Ocieplenie w Polsce: Skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. Przegł. Geofiz. T. XLVI, 1-2, 81-90, 2001.
3. **Żmudzka E., Dobrowolska M.:** Termiczny okres wegetacyjny w Polsce – zróżnicowanie przestrzenne i zmienność czasowa. Przegł. Nauk. Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska, SGGW, Warszawa, 21, 75-80, 2001.
4. **Żmudzka E.:** O zmienności opadów atmosferycznych na obszarze Polski nizinnej w drugiej połowie XX wieku. Wiad. IMGW, T. XXV(XLVI), 4, 23-38, 2002.
5. **Press H.:** Praktyka selskochozjajstwiennoj melioracji, Moskwa, 1963.

GLOBAL WARMING AND EFFECTIVENESS OF PRECIPITATION

Agnieszka Ziarnicka

Department of Meteorology and Climatology, University of Agriculture
Al. Mickiewicza 24/28 30-059 Kraków
e-mail: e-mail: tzawora@ar.krakow.pl

Abstract. The study aims at defining values of precipitation - which at an assumed scenario of air temperature rise of 1 and 2°C – will not cause decrease of soil-moisture in relation to the hitherto level (1971-2000). Results of simulation revealed the regional diversity from 1 to 17 mm within a monthly scale for the 1°C rise and 8-28 mm temperature increase for the 2°C temperature rise scenario. For that reason they were considered as approximate and were presented as mean values for Poland from 12 selected stations. These values not taking into account kind of soil – indicate that at air temperature 1°C rise, there should be estimated 6,3 mm monthly increase of water demand at vegetation period, while at 2°C increase water demand would be 14,5 mm in relation to current precipitation.

Keywords: precipitation, temperature, soil