

ZOFIA MIRKOWSKA  
Instytut Ekonomiki Rolnictwa  
i Gospodarki Żywnościowej – PIB  
Warszawa

## KONSEKWENCJE ZMIAN KLIMATYCZNYCH DLA ROLNICTWA

### Wstęp

Zmiany klimatu nie są niczym nowym – występowały zawsze, na co istnieją liczne dowody skrzętnie badane przez naukowców reprezentujących różne dziedziny. W przeszłości klimat był podstawowym czynnikiem warunkującym możliwości osiedlania się ludzi, zaś jego przeobrażenia wymuszały poważne zmiany w gospodarce. Zjawiska te są od dawna analizowane przez geografów, historyków i archeologów. Na podstawie np. rocznych przyrostów drzew czy układu osadów w jeziorach śledzono zmiany temperatury i związane z tym wahania poziomu wód śródlądowych oraz transgresje morza. Dowodem na globalny charakter owych procesów są porównania np. notowanych od wieku XVII terminów początku kwitnienia wiśni w Kioto z zapiskami o temperaturze w rejonie Paryża, również prowadzonymi w tym czasie; danymi o transgresji morza w Holandii, przemieszczaniu się wydmy piasku w Walii, czy też informacji historycznych dotyczących np. osadnictwa na Grenlandii – niegdyś „zielonej wyspie”, zapisów kronikarskich o konieczności przenoszenia osad z zalewanych wysp na rzekach na brzegi, czy też budowaniu zapór zapobiegających zalaniu osad holenderskich. Interesujące bywają też znaleziska i dane o uprawach (zależnych od temperatury i długości sezonu wegetacyjnego), z których dowiadujemy się, że około tysiąca lat temu na ziemiach Polskich z powodzeniem uprawiano rośliny ciepłolubne – winorośl, melony, a nawet sorgo. Współcześnie prowadzone są również badania naukowe zmierzające do odtworzenia przebiegu zmian klimatu na naszej planecie. Wśród nich np. analiza rdzeni lodu z Grenlandii i Antarktydy, która poprzez badanie zawartości CO<sub>2</sub> w pęcherzykach powietrza zawartych w lodzie daje podstawy do datowania ważnych zdarzeń klimatycznych w przeszłości.

### Skąd te zmiany?

Równoległe do prób odtworzenia klimatycznej historii Ziemi trwają dociekania dotyczące czynników wywołujących przeobrażenia. Główne rozpoznane

przyczyny o charakterze naturalnym to zmiany natężenia odbieranego promieniowania słonecznego, wynikające zarówno z przebiegu cyklu słonecznego, jak i nachylenia osi ziemskiej w stosunku do orbity, zmiany kształtu orbity obrotu Ziemi dookoła Słońca, precesji osi oraz wybuchy wulkanów, w wyniku których do atmosfery trafia pył odbijający promienie słoneczne. Nie można jednak lekceważyć oddziaływania czynnika antropogenicznego na przebieg warunków pogodowych na naszej planecie. Zdaniem części naukowców, wpływa on wręcz zasadniczo na sytuację klimatyczną.

Narastające w ostatnich kilkudziesięciu latach tempo występowania zmian meteorologicznych wywołało szeroką dyskusję nad problemem globalnego ocieplenia, z podkreśleniem destrukcyjnej roli naszej cywilizacji. Stale intensyfikowana działalność gospodarcza człowieka (zarówno przemysłowa, jak i rolnicza) zwiększa znacząco ponad poziom naturalny emisję do atmosfery tzw. gazów cieplarnianych, to zaś ma być – zdaniem części ekspertów – czynnikiem bezpośrednio odpowiedzialnym za ocieplenie klimatu [5].

### **Prognozy zmian klimatu w skali globalnej**

Wśród naukowców zdania są podzielone również co do kierunków obserwowanej ewolucji. Przyszły klimat planety opisuje wiele hipotetycznych scenariuszy – prognoz, wśród których przeważają dwa przeciwstawne poglądy. Pierwszy z nich zapowiada narastające ocieplenie, drugi mówi o gwałtownym ochłodzeniu, mającym nastąpić wkrótce po ociepleniu.

Opublikowany w lutym 2007 roku IV Raport IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) [3] oraz nieco wcześniejszy (październik 2006) raport Sterna [14] zawierają bardzo wyraźne ostrzeżenia dotyczące wagi obecnie obserwowanych i przyszłych przemian klimatycznych oraz ich wpływu na światową ekonomię. Zmiany klimatyczne, które już są groźne dla gospodarki światowej, mogą w niedległej przyszłości uderzyć w podstawy egzystencji ludzkości: dostęp do wody, produkcję żywności, zdrowie i środowisko naturalne. Setkom milionów ludzi grozi głód, niedostatek wody, epidemie, utrata części wybrzeży morskich. Wszystko to pośrednio może wywołać poważne skutki natury nie tylko gospodarczej, ale również społecznej i politycznej, na wielką skalę. Podejmowane są więc liczne inicjatywy mające doprowadzić do solidarnego przeciwdziałania nieskrępowanej, a szkodliwej z punktu widzenia środowiska naturalnego, ekspansji działalności gospodarczej.

Tymczasem ze względu na skomplikowanie przedmiotu, wielką liczbę wzajemnie na siebie oddziałujących i sprzężonych czynników, trudno o wiarygodne prognozy ewolucji klimatu. Jedynie najbardziej zaawansowane modele matematyczne, ujmujące część najważniejszych powiązań, dają możliwość konstruowania prognoz, jednak również nie do końca zadowalających. Kilkanaście spośród tych modeli poprawnie odtwarza przebieg średniej temperatury naszej planety w ostatnich kilkudziesięciu latach, dla których dysponujemy danymi pochodzącymi z systematycznych obserwacji. Pozwala to mieć nadzieję, że zastosowanie owych modeli do prognozowania przyszłej ewolucji temperatur

jest wiarygodne. Wyniki uzyskane z ich zastosowaniem zgodnie prognozują wzrost średniej temperatury Ziemi w tym stuleciu o  $\sim 1$  do  $4^{\circ}\text{C}$  [4]. Modele opisujące ewolucję systemu w skali globalnej stanowią podstawę budowania prognoz regionalnych, które dla potrzeb praktyki są najistotniejsze. Warto raz jeszcze w tym miejscu wspomnieć IV Raport IPCC, powstały w wyniku współpracy ponad 600 naukowców z 40 krajów w ramach Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu. Raport ten prezentuje scenariusze rozwoju sytuacji agrometeorologicznej dla poszczególnych kontynentów [17]. I tak, zdaniem autorów, zmiany klimatu i ich wpływ na produkcję rolną mogą być następujące:

W Azji:

- w części południowo-wschodniej kontynentu zmniejszone opady,
- w Chinach północnych oraz wschodnich większe opady i wzrost plonów,
- spadek plonów w Indiach.

W Ameryce Północnej:

- więcej opadów zimą,
- bardziej suche i ciepłe lata,
- cieplejsze zimy w Kanadzie i na północy Stanów Zjednoczonych,
- dłuższe okresy wegetacji i wyższe plony w Kanadzie,
- powódzie zimą na zachodnich wybrzeżach USA i Kanady.

Na terenie Ameryki Południowej:

- wzrost opadów od grudnia do lutego,
- od czerwca do sierpnia mniejsze opady,
- wyższe plony kukurydzy i soi,
- mniejsze plony pszenicy.

W Afryce:

- niższe plony w Afryce Północnej,
- w części północnej i południowej kontynentu strata do 90 mln ha ziem uprawnych z powodu pustynnienia,
- dotkliwe skutki zmian klimatu do 2020 roku dla 75-250 mln ludzi.

W Australii:

- mniejsze opady na zachodzie i południu kontynentu,
- spadek plonów,
- częstsze pożary buszu,
- wyginiecie niektórych gatunków roślin i zwierząt.

W Europie:

- mniej opadów, gorące i suche lata oraz gorsze plonowanie w krajach południowej Europy,
- więcej opadów, łagodniejsze zimy oraz dłuższy okres wegetacji i lepsze plony w Europie Północnej.

Autorzy Raportu oceniają, że w nadchodzących latach wielkość opadów na południu Europy zmniejszy się o 30%, a na północy wzrośnie o 5-10%. Spowoduje to pogorszenie się warunków uprawy roślin, a tym samym i hodowli zwierząt na południu, natomiast na północy poprawę. Nawet gdyby istotnie zmniej-

szyla się emisja gazów cieplarnianych, ilość wody dostępnej dla rolnictwa spadnie, aczkolwiek o 20% wzrośnie ryzyko powodzi w rejonie Alp. Średnia roczna temperatura będzie wzrastać o 0,1-0,4°C co 10 lat. W południowej Europie liczba dni z temperaturą powyżej 30°C wzrośnie z 30 notowanych obecnie do 70. Fale upałów będą kosztowne – już w 2003 r. spowodowały one we Francji i we Włoszech straty w rolnictwie rzędu 4 mld euro. Zwiększą się plony zbóż na północy – niektórzy przewidują nawet wzrost o 20%, inni uważają, że będzie on mniejszy. W rejonach takich jak wschodnia Anglia powszechniejsza będzie uprawa słonecznika, a zmniejszy się areal uprawy buraków cukrowych. Ministrowie rolnictwa krajów Unii Europejskiej uważają, że Wspólna Polityka Rolna w jej obecnym kształcie nie jest dostatecznie elastyczna, aby skutecznie reagować na konsekwencje zmiany klimatu [1].

Przedstawione powyżej prognozy znalazły swe rozwinięcie i uszczegółowienie m.in. w badaniach naukowców ze Stanford University, działających w ramach Programu Bezpieczeństwa Żywnościowego i Środowiska (Program on Food Security and Environment). D. B. Lobell i Ch. B. Field [12] zbadali zmiany w światowych zbiorach i plonach sześciu upraw (pszenica, ryż, kukurydza, soja, jęczmień i sorgo) w powiązaniu z temperaturami i ilością opadów w okresie 1961-2002. Szacowany wpływ klimatu na wyniki produkcji był statystycznie istotny dla kilku upraw, szczególnie od 1980 roku. W niektórych przypadkach (dotyczy to np. ryżu) wystąpiły duże wahania, które tłumaczy się prawdopodobnym wpływem czynników klimatycznych nie uwzględnionych w modelach. W przypadku pszenicy, kukurydzy i jęczmienia, autorzy stwierdzili, iż badane czynniki klimatyczne – temperatura i opady – neutralizowały (głównie w latach 1980 oraz 1990-2002) stały postęp we wzroście światowych zbiorów. Również dla soi i sorga od 1990 roku odnotowano wyraźne wyhamowanie wysokości plonów. Wszystkie obserwowane przypadki znacznych zmian w efektach produkcji były związane głównie ze wzrostem temperatur (w latach 1980-2002 ~0,4°C). Jakkolwiek straty w bieżących plonach wyrażone w procentach nie były wielkie, absolutne straty w globalnej produkcji spowodowane ociepleniem były znaczne. Ocenia się, że zbiory pszenicy, kukurydzy i jęczmienia w 2002 r. byłyby o 2-3% wyższe. Wynikające ze zmiany klimatu straty w zbiorach pszenicy i kukurydzy odpowiadają z grubsza całkowitej ich produkcji w Argentynie [11].

Autorzy zastrzegają, iż wyniki oszacowań wszystkich modeli są silnie zależne od skali, dlatego też rezultaty mówiące o niekorzystnym wpływie zmian klimatu na plony w skali globalnej nie wykluczają ewentualności korzystnego wpływu w poszczególnych regionach. Ponadto modele nie uwzględniają przyszłych decyzji producentów co do obszaru upraw (np. ostatnio intensywny rozwój uprawy soi w Brazylii) oraz możliwości wystąpienia wyższych niż zakładane przyrostów temperatur. Mimo tych zastrzeżeń, badania powiązań między temperaturą a plonami w skali globalnej wskazują, że ewentualny negatywny wpływ ocieplenia w okresie od 1981 do 2002 był równoważony postępowaniem technologicznym, wzrostem stężenia CO<sub>2</sub> – korzystnym dla wegetacji roślin – oraz innymi czynnikami nie związanymi z klimatem.

Na początku lutego 2008 roku w magazynie „Science” ukazało się omówienie dalszych wyników badań [11] grupy naukowców ze Stanford University. Badania te miały na celu znalezienie odpowiedzi na pytanie, które obszary naszego globu oraz uprawy są szczególnie zagrożone. Przeanalizowano dane z 12 regionów świata już obecnie borykających się z problemem niedostatku żywności. Są to rozległe tereny Afryki i Azji Południowej, Ameryki Środkowej i Południowej oraz Karaibów. Posłużono się 20 różnymi modelami przewidującymi spodziewane w najbliższym dwudziestoleciu zmiany klimatu. Według wyników badań, średnia temperatura do roku 2030 wzrośnie o 1 stopień Celsjusa, przy równoczesnym znacznym zmniejszeniu się opadów w tych regionach. W efekcie produkcja żywności znacząco spadnie, co spowoduje wzrost cen.

Porównanie informacji płynących z modeli klimatycznych z wiedzą o tym, jak wpływają zmiany wielkości opadów, temperatury, nasłonecznienia na uprawy będące w danym regionie podstawą wyżywienia ludności, wskazało dwa obszary w nieodległej przyszłości najbardziej zagrożone głodem. Autorzy analiz twierdzą, że problem ten najdotkliwiej odczują kraje południa Afryki i Azji. Mówi się o 30% spadku zbiorów kukurydzy w Afryce Południowej oraz o 10% niższych zbiorach ryżu, prosa i kukurydzy w Południowej Azji. Proponowane przez autorów posunięcia adaptacyjne to przede wszystkim: zmiany w kalendarzu upraw, wprowadzanie nowych odmian lepiej przystosowanych do nowych warunków, ale i bardzo kosztowny rozwój sieci irygacyjnej.

### **Scenariusze wpływu zmian klimatu na rolnictwo polskie**

Dużą praktyczną przydatnością charakteryzują się lokalne prognozy wpływu zmian klimatycznych na produkcję rolniczą. Wiele spośród nich powstaje w oparciu o modele GCM<sup>1</sup>. Jeden z nich, scenariusz GISS, dla obszaru Polski przewiduje wzrost średniej temperatury rocznej o około 4°C. Przy czym wzrost ten ma być większy w miesiącach listopad-luty (około 5°C) niż w okresie letnim, czyli między majem a sierpniem (od 2°C do 3°C). Roczna suma opadów ma wzrosnąć od 15% (w Polsce południowej i centralnej) do 25% (w Polsce północno-wschodniej). Scenariusz GISS przewiduje większy wzrost opadów dla okresu od listopada do kwietnia. W lecie i wczesną jesienią nasilenie opadów ma być podobne do bieżącego.

Drugi, mniej optymistyczny scenariusz – GFDL – przewiduje, że średnia roczna temperatura wzrośnie o 5°C, przy czym większy wzrost temperatury ma nastąpić w miesiącach letnich. Zakłada też, że roczna suma opadów będzie podobna do bieżącego poziomu, ale ich rozkład będzie niekorzystny z punktu widzenia rolnictwa, ponieważ wystąpi mały wzrost opadów w zimie i wiosną oraz znaczący spadek w lecie.

<sup>1</sup> General Circulation Models – fizyczno-matematyczne modele opisujące zachowanie się klimatu na podstawie równań mechaniki płynu oraz równań fizyki i chemii wyprowadzonych z praw ruchu oraz zachowania energii i masy, np. GISS (opracowany przez Goddard Institute for Space Studies), GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory).

W oparciu o wspomniane wyżej dwa modele powstał między innymi raport zatytułowany „Scenariusze przystosowania rolnictwa w Polsce do przyszłych zmian klimatycznych” [15], który prezentuje ocenę zdolności adaptacyjnych polskiego rolnictwa do przewidywanej zmiany klimatycznej. Autorzy skonstruowali modele wykorzystujące dane meteorologiczne opisujące temperaturę, opady, promieniowanie, wilgotność względną oraz okrywą śnieżną dla okresu od 1951 do 1995, uzyskane z 36 stacji meteorologicznych.

Według obydwu scenariuszy, okres wegetacji w Polsce wydłuży się z 200 do 260 dni w regionie północno-wschodniej części kraju i z 220 do 330 dni dla południowo-zachodniej, powodując znaczącą zmianę faz wzrostu oraz rozwoju roślin. Czynnikiem ograniczającym produkcję rolną będzie brak wody, szczególnie dotkliwy w przypadku gleby piaszczystych, o słabej retencji (około 35% obszarów rolnych w naszym kraju). W wyniku przewidywanego przesunięcia nasilonych opadów na miesiące zimowe i wiosenne, kiedy nie ma okrywy roślinnej chroniącej glebę, zniszczenia spowodowane erozją będą znacznie bardziej dotkliwe.

Przewiduje się eliminację z produkcji rolnej części gleb o niskiej jakości. Gospodarka gruntami i struktura upraw będą musiały się znacznie zmienić. Zakłada się, że część najmniej urodzajnych gleb, dotychczas wykorzystywanych do produkcji zbóż, mogłaby być przekształcona w tereny intensywnego wypasu dla produkcji bydła mięsnego i owiec. Tym bardziej, że możliwe będzie wypasanie zwierząt na tych terenach nawet przez dwanaście miesięcy w roku. Produkcja mleka będzie skoncentrowana w północno-wschodnich i południowych regionach Polski, zaś trzody chlewnej w południowych, wschodnich i południowo-zachodnich regionach kraju. Prognozuje się wyraźny wzrost produkcji drobiu.

Przyszła sytuacja produkcji rolnej w Polsce nieco różni się w prezentowanych wyżej scenariuszach, chociaż oba zakładają, że sezon wegetacji znacząco się wydłuży, zaś czynnikiem decydującym o poziomie produkcji roślinnej i zwierzęcej będą zmiany w strukturze bilansu wodnego prowadzące do deficytu wody.

Według mniej pesymistycznej prognozy GISS [15], Polsce uda się utrzymać samowystarczalność w dziedzinie produkcji żywności, zaś około 10% obszaru mogłoby zostać przeznaczone na uprawy alternatywnych roślin, stosowanych do wytwarzania energii (etanolu, oleju opałowego) oraz np. papieru, włókien itp. Plony zbóż ozimych nie zmienią się, może zaś zwiększyć się ogólna produkcja zbóż. Wzrośnie zwłaszcza znaczenie kukurydzy, która stanie się podstawową rośliną zbożową jarą, z plonami wyższymi od obecnych nawet o 50%. Plony buraków cukrowych wzrosną o 3 do 10%, plony słonecznika i soi od 20% do 50%. Znacznie zwiększy się powierzchnia uprawy soi i grochu, zmniejszy natomiast obszar upraw oraz plony ziemniaków (o 20 do 30%). Może polepszyć się o 25 do 35% żyzność użytków zielonych. Okres wypasu zwierząt znacznie się wydłuży, chociaż latem może być nieefektywny z powodu okresowych susz. Plony buraków cukrowych oraz zawartość

w nich cukru wzrosną. Zmaleje koszt produkcji zwierzęcej, bowiem okresy wypasu będą dłuższe.

Model GFDL jest bardziej pesymistyczny i przewiduje znaczący spadek produkcji rolnej w porównaniu z obecnym poziomem. Plony upraw zbóż ozimych mogą zmaleć o 10%, plony buraków cukrowych o 15%, zaś ziemniaków o 70%. Tylko uprawa roślin ciepłolubnych będzie wysoce produktywna. Żyzność użytków zielonych spadnie, konieczne będzie nawadnianie pastwisk, co spowoduje znaczny wzrost kosztów produkcji zwierzęcej. Obszary użytków rolnych, które wymagać będą intensywnego nawadniania, mogą powiększyć się do 1,5-2 mln ha. Plony oraz produkcja upraw zbożowych prawdopodobnie utrzymają się na obecnym poziomie, dzięki zwiększonym plonom kukurydzy. Udział kukurydzy w ogólnej strukturze upraw w Polsce wyniesie 15%-20%.

Podsumowując analizę obu modelowanych sytuacji, autorzy zalecają stopniowe wdrażanie koniecznych procedur adaptacyjnych, takich jak: wprowadzanie do produkcji nowych gatunków i odmian przystosowanych do powstałych warunków, bardziej odpornych na choroby i szkodniki typowe dla cieplejszego klimatu; doskonalenie systemów ochrony roślin, modyfikację istniejących i budowę nowych systemów nawadniających i deszczowni; wdrażanie wytycznych dotyczących struktur upraw, które umożliwiłyby najbardziej opłacalne wykorzystanie gruntów, kapitału oraz stosowanie nawozów mineralnych i organicznych zgodnie z celami podnoszenia żyzności ziem i ochrony środowiska; opracowanie koncepcji dotyczących zarządzania obszarami, które staną się jałowe w wyniku zmian środowiskowych. Działania te mogą finalnie zapobiec znacznie bardziej kosztownemu spadkowi produkcji rolnej.

Pamiętać jednak należy, że wyniki prac nad prognozowaniem przyszłej sytuacji klimatycznej wykazują znaczne różnice. Przedstawione powyżej wyniki badań różnią się wyraźnie od prognoz wykonywanych np. w ramach projektu PESETA<sup>2</sup> lub PRUDENCE<sup>3</sup>. Prognozy plonów uzyskane w ramach badań różnią się znacznie, zależnie od przyjętego scenariusza klimatycznego. Np. prognoza dla scenariusza HadCM3.HIRHAM zakłada nieznaczne zmiany plonów w stosunku do lat 1961-1990. Zaś po zastosowaniu scenariusza ECHAM4/RCA3 otrzymujemy zapowiedź znacznych spadków plonów (5-15%) na terenie całej Polski [11]. Głównym źródłem niepewności w przewidywaniu warunków produkcji rolnej są tendencje zmian w przebiegu opadów.

Skutki zmiany klimatu dla rolnictwa można rozpatrywać również w kontekście znacznego nasilenia się ekstremalnych zjawisk przyrodniczych (gwałtowne opady deszczu, susze, przymrozki, fale upałów, wichry, tornada, trąby powietrzne), powodujących często klęski żywiołowe oraz znacznie zwiększa-

<sup>2</sup> PESETA - Projekt Komisji Europejskiej obejmujący analizy dotyczące gospodarczych następstw zmian klimatu w Europie, obejmujący sektory: strefy przybrzeżne, zapotrzebowanie na energię, zdrowie, rolnictwo i turystyka.

<sup>3</sup> PRUDENCE - projekt realizowany przez Duńskie Centrum Klimatyczne w kooperacji z naukowcami innych krajów europejskich.  
<http://prudence.dmi.dk/>

jących ryzyko produkcyjne w działalności rolniczej. Ze swej natury nieprzewidywalne, zjawiska te zwiększają w istotny sposób ryzyko produkcyjne w rolnictwie.<sup>4</sup>

Możliwości przeciwdziałania skutkom zjawisk żywiołowych są bardzo niewielkie i zasadniczo ograniczają się do regulowania stosunków wodnych poprzez zabiegi melioracyjne (drenowanie, wykonywanie rowów nawadniająco-odwadniających, budowę zbiorników retencyjnych, regulację rzek, ochronę przeciwpowodziową, nasadzenia roślinnością terenów zalewowych i nieużytków rolnych) oraz nawadnianie upraw.

W warunkach polskich najważniejszym zagrożeniem z gatunku klęsk żywiołowych jest występowanie posuchy. Dotyczy to zaś szczególnie terenów o niskiej jakości gleb oraz niewystarczających zasobach wód. Przykładem takiego rejonu są Wielkopolska [18] i Kujawy, o których stepowieniu (lub co najmniej przesuszeniu środowiska) mówi się już od lat dwudziestych ubiegłego wieku. Na tym obszarze (ponad 60 tys. km<sup>2</sup>, a więc 1/5 terytorium Polski) trend opadów jest ujemny i ma wartość -3,4 mm na każde 10 lat [2]. Przyczyny występowania tego zjawiska są złożone; za najbardziej istotne uznaje się: położenie w obszarze przenikania się klimatów oceanicznego i kontynentalnego, wysoka przepuszczalność gruntu, zmniejszanie się powierzchni leśnych oraz użytków zielonych, a także niewłaściwa regulacja stosunków wodnych prowadząca do przesuszenia terenu. Polska wśród krajów Europy jest jednym z najuboższych pod względem zasobów wody [10]. Mała pojemność zbiorników retencyjnych, które są w stanie zatrzymać nie więcej niż 6% przepływu, nie jest w stanie uchronić nas przed suszami.

### Zalecane działania adaptacyjne

Rolnictwo jest sektorem mało odpornym na zmiany warunków klimatycznych, zaś zmiany te mogą mieć wieloraki wpływ na produkcję rolną w Polsce. Co prawda można zakładać, że dzięki dłuższemu okresowi wegetacyjnemu powstaną warunki sprzyjające uprawie roślin ciepłolubnych (kukurydza, soja, słonecznik oleisty) [13, 16], można się jednak również spodziewać większej ilości szkodników roślin uprawnych oraz nasilonego występowania chorób. Poważnym zagrożeniem mogą się stać znaczne okresowe deficyty i nadmiary wody. Wszystko to sugeruje konieczność przygotowywania systemu adaptacji do zmian klimatycznych na szczeblu krajowym. Jest to duże wyzwanie dla

<sup>4</sup> Ocenia się, że w latach 1992-2001 około 90% wszystkich klęsk żywiołowych na świecie miało pochodzenie hydrometeorologiczne. W tym okresie pozbawiły one życia 622 tys. osób, narażając kolejne 2 mld, dewastując grunty rolne i ułatwiając rozprzestrzenianie się chorób. Całkowitą wielkość strat materialnych szacuje się na ok. 450 mld dolarów USA, co stanowi ok. 65% szkód będących wynikiem wszystkich klęsk żywiołowych. Według statystyk sporządzonych przez firmy ubezpieczeniowe za okres 1950-1999, klęski żywiołowe wywołane zjawiskami pogodowymi i warunkami klimatycznymi spowodowały straty w wysokości 960 mld dolarów USA. Większość z nich odnotowano w ostatnich dekadach (za: M. Jarraud, Sekretarzem Generalnym WMO: Pogoda, klimat, woda i zrównoważony rozwój. Oredzie z okazji Światowego Dnia Meteorologii 2005).

[http://www.imgw.pl/internet/zz/wiadomosci/\\_wiad2005/050317002/dzien.pdf](http://www.imgw.pl/internet/zz/wiadomosci/_wiad2005/050317002/dzien.pdf)



mniej zamożnego kraju, jakim jest Polska, ale fakt ten jest dodatkowym argumentem skłaniającym do działania. Proponuje się [9] przede wszystkim:

- poprawę stosunków wodnych – np. program na rzecz zalesień (Polska z 28% wskaźnikiem lesistości znajduje się na 16 miejscu w Europie; do osiągnięcia pożądanego wskaźnika 33% brakuje 1,5 mln ha obsadzonych lasami),
- realizację strategii gospodarki wodnej na poziomie lokalnym oraz centralnym; począwszy od uzyskania środków pomocowych z UE na budowę zbiorników retencyjnych, zwłaszcza tzw. małą retencję, oraz dalsze rozwijanie inwestycji wodno-kanalizacyjnych,
- wspieranie irygacji pól uprawnych,
- wprowadzanie do produkcji rolnej upraw ciepłolubnych i bardziej odpornych na niedobory wody,
- prowadzenie badań nad szkodnikami i chorobami, które nasilą się lub pojawią w warunkach wyższej temperatury i wilgotności oraz nad dostosowaniem do tej sytuacji odpowiednich dawek nawozów i pestycydów [6] (zmienione warunki mogą powodować większą kumulację związków szkodliwych w plonie).
- rozbudowę i usprawnienie systemu ubezpieczania upraw rolnych i zwierząt gospodarskich od zdarzeń losowych, których występowanie nasila się wraz ze zmianą klimatu (huragan, powódź, deszcz nawalny, grad, piorun, obsunięcie się ziemi, lawina, susza, ujemne skutki przezimowania lub przymrozków wiosennych, epidemie chorób zwierzęcych); szczególnie w kierunku partnerstwa publiczno-prywatnego (z dopłatami z budżetu państwa do składek producentów rolnych) oraz wprowadzania nowych form ubezpieczeń (np. polisy indeksowe [7]).

Z drugiej zaś strony rolnictwo jest sektorem, który oferuje znaczące możliwości w zakresie ochrony klimatu poprzez użytkowanie alternatywnych źródeł energii i zmniejszenia negatywnego wpływu produkcji rolniczej na środowisko. Stosowanie właściwej agrotechniki pozwala na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych odprowadzanych do środowiska. Co prawda, udział tego sektora szacuje się na nie więcej niż 9% całkowitej emisji, ale właśnie rolnictwo jest głównym źródłem odprowadzanych do atmosfery metanu i podtlenku azotu [6]. Dzięki właściwej technologii można zwiększyć ilość węgla związaną w biomasie i glebach rolniczych.

### **Wnioski**

W porównaniu z prognozami dla południa Europy oraz wielkich obszarów innych kontynentów, sytuacja Polski rysuje się wręcz optymistycznie. Mimo to, konieczne jest podjęcie wielu działań umożliwiających adaptację polskiego rolnictwa do nowych warunków. Pomyślny rozwój rolnictwa w przyszłości będzie w głównej mierze zależał od elastycznego podejścia rolników do nowych warunków, wyposażenia w odpowiednie urządzenia i maszyny, od dostępności wody, dobrego zarządzania oraz zdolności dostosowawczych rolników, wspartych systemami ostrzegania przed niekorzystnymi zjawiskami pogodowymi.

Wydaje się niezwykle ważne, aby rolnicy, podejmując działania przystosowujące rolnictwo do spodziewanych zmian klimatu, jednocześnie przedsięwzięli kroki służące ochronie środowiska naturalnego.

### Literatura:

1. Agra Europe, nr 2174, 2005.
2. Błoński J., Błażejczyk K.: Globalne zmiany klimatu i ich wpływ na światowe rolnictwo [w:] Wpływ procesu globalizacji na rozwój rolnictwa na świecie (red. G. Dybowski). IERiGŻ-PIB, Warszawa 2005. Program Wieloletni 2005-2009, nr 17.
3. Climate Change 20007. Synthesis Report. Intergovernmental Panel of Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland 2008.
4. Haman K.: Naturalne i antropogeniczne przyczyny zmiany klimatu. [http://www.igf.fuw.edu.pl/wyklady/Klimat\\_ZOPAN\\_2007\\_Ila.pdf](http://www.igf.fuw.edu.pl/wyklady/Klimat_ZOPAN_2007_Ila.pdf)
5. Houghton J.: Global warming. Cambridge University Press 2007.
6. Karaczan Z.: Potrzeba i sposoby działania na rzecz ochrony klimatu na terenach wiejskich i w sektorze rolniczym. Referat „Zmiany klimatu a rolnictwo i obszary wiejskie. Jak przygotować się do nieuchronnych zmian? Jak zmniejszyć ich negatywny wpływ?” na konferencji zorganizowanej przez FDPA oraz Katedrę Ochrony Środowiska SGGW pod auspicjami Ambasadora Wielkiej Brytanii. Warszawa, 15 listopada 2007. [http://www.fdpa.org.pl/img/subpage/projects/Prezentacja\\_-\\_klimat\\_ZKaraczun\\_NEW.pdf](http://www.fdpa.org.pl/img/subpage/projects/Prezentacja_-_klimat_ZKaraczun_NEW.pdf)
7. Klimkowski C: Innowacyjne instrumenty ubezpieczenia w rolnictwie. IERiGŻ-PIB, Warszawa 2007. Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy, z. 524.
8. Kozyra J., Górski T.: Wpływ zmian klimatycznych na rolnictwo w Polsce. Referat „Zmiany klimatu a rolnictwo i obszary wiejskie. Jak przygotować się do nieuchronnych zmian? Jak zmniejszyć ich negatywny wpływ?” na konferencji zorganizowanej przez FDPA oraz Katedrę Ochrony Środowiska SGGW pod auspicjami Ambasadora Wielkiej Brytanii. Warszawa, 15 listopada 2007. [http://www.fdpa.org.pl/img/subpage/projects/Kozyra\\_Gorski\\_FDPA\\_Konferencja\\_Warszawa.pdf](http://www.fdpa.org.pl/img/subpage/projects/Kozyra_Gorski_FDPA_Konferencja_Warszawa.pdf)
9. Kudlicki Ł.: Długofalowe konsekwencje zmian klimatycznych. Bezpieczeństwo Narodowe, nr 2, 2006. [www.bbn.gov.pl](http://www.bbn.gov.pl)
10. Kudlicki Ł.: Zagrożenie pustynnieniem w Polsce. Bezpieczeństwo Narodowe, nr 1, 2006. <http://www.bbn.gov.pl>
11. Lobell D. B., Burke M. B., Tebaldi C., Mastrandrea M. D., Falcon W. P., Naylor R. L.: Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, vol. 319, no. 5863, 2008.
12. Lobell D. B., Field Ch. B.: Global scale climate – crop yield relationship and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, nr 2, 2007.
13. Nieróbca A., Mizak K., Kozyra J.: Wpływ zmian klimatu na uprawę roślin ciepłolubnych w Polsce. IUNG-PIB. Referat na XXXII Ogólnopolski Zjazd Agrometeorologów i Klimatologów. Kołobrzeg, 13-15 września 2007.
14. Stern N.: *The economic of climate change*. Cambridge University Press 2007.
15. Stuczyński T., Demidowicz G., Deputat T., Górski T.: Adaptation scenarios of agriculture in Poland to future climate changes. *Environmental Monitoring and Assessment*, nr 61, 2000.
16. Szymanowski M., Smaza M.: Zmiana zasobów klimatycznych a możliwości uprawy winorośli na Dolnym Śląsku. Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu

Wrocławskiego. Referat na XXXII Ogólnopolski Zjazd Agrometeorologów i Klimatologów. Kołobrzeg, 13-15 września 2007.

17. Will climate change influence cropping? *Agrifuture*, nr 2, 2007.
18. Wodziczko A.: Przemiany degradacyjne środowiska Wielkopolski [w:] *Stepowienie Wielkopolski pół wieku później* (red. J. Banaszak). Akademia Bydgoska im. K. Wielkiego, 2003.

*ZOFIA MIRKOWSKA*

Institute of Agricultural and Food Economics  
- National Research Institute  
Warszawa

## CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGES FOR AGRICULTURE

### Summary

Paper presents the review of scenarios concerning the influence of climate changes for agriculture, focusing on the Polish situation. Numerous projections of changes in environmental conditions based on GCM models are diverse however their common field are the conclusions related to the adaptive capabilities of Polish agriculture to the expected changes.

Suggested as necessary undertakings concern: the improvements in the water system, introducing to the production thermophilic and more resistant on water deficit crops, researches on pests and diseases that will intensify or will appear, the improvement and extension of the insurance system in the agriculture.