

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu

UWARUNKOWANIA PRODUKCJI ROŚLINNEJ W KONTEKŚCIE ZMIAN KLIMATYCZNYCH

RADOM 2014

**CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE
ODDZIAŁ W RADOMIU**

26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18

e-mail: radom@cdr.gov.pl

Autor:

Mateusz Sękowski, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu

Projekt okładki:

Danuta Guellard, CDR O/Radom

@ Copyright by Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Oddział w Radomiu 2014

ISBN 978-83-63411-40-4

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu

ul. Chorzowska 16/18, tel. 48 365 69 00

Nakład: 500 egz.

Spis treści

I. Wstęp	4
II. Uwarunkowania klimatyczne dla produkcji rolnej w Polsce	4
III. Tendencje zmian klimatu	9
IV. Problem zmian klimatu	13
V. Emisje gazów cieplarnianych z rolnictwa	15
VI. Wpływ zmian klimatu na rolnictwo	21
VII. Adaptacja sektora rolnego do zmian klimatu	26

I. Wstęp

Kwestie zmian klimatycznych to obecnie jeden z kluczowych problemów środowiskowych, społecznych i gospodarczych. Wpływ zmieniających się warunków klimatu, w szczególności w kontekście życia gospodarczego jest coraz częściej dostrzegany i staje się on bardzo istotną kwestią w skali światowej oraz dla poszczególnych krajów, regionów oraz lokalnej społeczności. W ogromnej mierze, problem ten dotyczy również produkcji rolnej, która w kontekście produkcji żywności i pasz oraz wytwarzania surowców dla przemysłu przetwórczego, staje się jednym z najbardziej istotnych wyzwań dla przeciwdziałania i adaptacji do zmieniających się warunków klimatycznych.

II. UWARUNKOWANIA KLIMATYCZNE DLA PRODUKCJI ROLNEJ W POLSCE

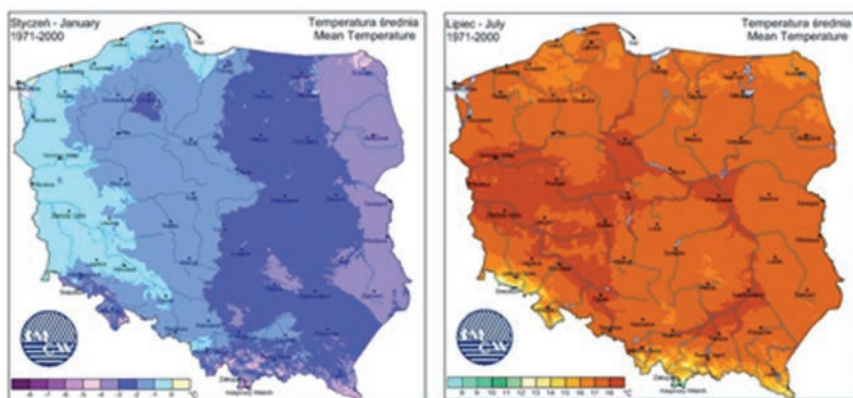
Warunki klimatyczne danego obszaru kształtowane są przez wiele czynników, takich jak: podłoże geograficzne obszaru, rzeźba terenu, rozmieszczenie mórz i łądów, budowa wierzchniej warstwy skorupy ziemskiej, szata roślinna czy też działalność człowieka (irygacja, uprawa gleby, działania urbanistyczne). Klimat jest bardzo ważnym czynnikiem glebotwórczym, wpływa na warunki rozwoju roślinności i zwierząt, jest istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój produkcji rolnej.

Klimat Polski wynika z jej położenia geograficznego, jest to klimat o zmiennym charakterze. Polska cechuje się znaczną zmiennością pogody, co wynika z faktu, iż nad obszarem kraju ścierają się różnorodne masy powietrza. Wynikiem takiego zróżnicowania napływającego powietrza na terytorium Polski występuje sześć pór roku, często o różnej długości a także zróżnicowaniu ich przebiegu w zależności od regionu. Wschodnia części kraju cechuje się zimą bardziej ostrymi i trwającymi dłużej, niż to ma miejsce w części zachodniej kraju, gdzie okres wegetacyjny a co za tym idzie wszelkie prace na roli rozpoczynają się wcześniej. Ma to istotne znaczenie dla szybszych zbiorów oraz większych możliwości dojrzewania poplonu.

Istotne znaczenie dla warunków termicznych roślin ma temperatura minimalna, przy której roślina zamiera. Na wielu obszarach kraju występują wiosenne i jesienne przymrozki, kiedy to spadki temperatury poniżej 0°C, powodują wymarzenie młodych pąków kwiatowych i kielkujących roślin lub niszczenie owoców. W południowej części kraju, w szczególności na obszarach górskich, pora zimowa, z zalegającą pokrywą śnieżną, jest zdecydowanie najdłuższa, co powoduje przesunięcie rozpoczęcia prac na roli.

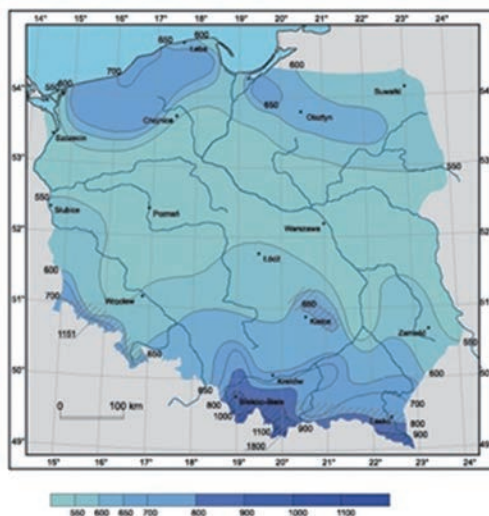
Najbardziej trafnym określeniem dla klimatu Polski jest jego przejściowość, uwarunkowana ścieraniem się mas powietrza o różnych cechach. Na skutek powyższego, w Polsce występują zmiany ciśnienia atmosferycznego i zmiany kierunku wiatrów, inne masy powietrza docierają do Polski latem a inne zimą.

Rozkład temperatur w Polsce zależy jest od wielu czynników, w tym m.in. napływu mas powietrza, wysokości nad poziom morza czy odległości od Morza Bałtyckiego. Rozkład temperatur jest zróżnicowany, średnia roczna temperatura na terenie naszego kraju waha się w przedziale 7-8°C. Najzimniejszym miesiącem jest styczeń, w zależności od regionu średnia temperatura waha się od -5°C (obszary wschodnie), przez -3°C (Polska centralna) do -1°C (obszary zachodnie). Najwyższe temperatury występują w lipcu ze średnią temperaturą 16-19°C. Rozkład temperatur zależy w znacznej mierze od rzeźby terenu, najchłodniejszymi miejscami są tereny górskie od 12°C, przez wyżyny i niziny 18°C, po kotliny w części południowo-zachodniej z temperaturą ponad 19°C.



Średnie temperatury w Polsce. Źródło: IMGW

Średnie, roczne sumy opadów w Polsce wynoszą ok. 600 mm, jednak w zależności od regionu kraju są one mocno zróżnicowane. Największą sumą opadów charakteryzują się tereny górskie (powyżej 1000 mm), najniższe natomiast występują w Polsce środkowej oraz Wielkopolsce (poniżej 500 mm). W zależności od pory roku, wyższą sumą opadów charakteryzują się miesiące letnie, ze względu na sprzyjające warunki do szybkiej kondensacji pary wodnej i powstawania chmur deszczowych.



Rozkład opadów w Polsce. Źródło: IMGW

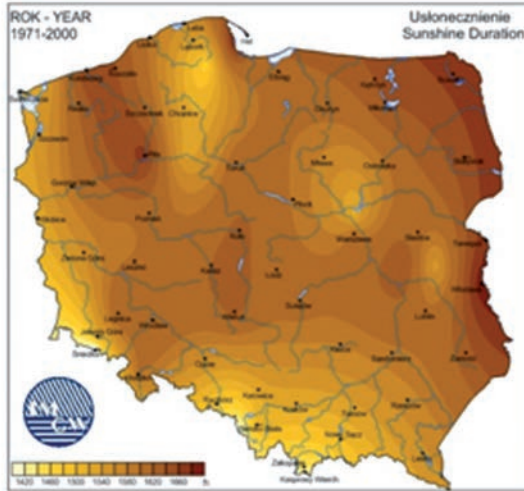
Okres wegetacyjny w Polsce, warunkujący rozwój i prawidłową uprawę roślin, trwa średnio 200 dni. Najdłuższy okres wegetacyjny występuje w południowo-zachodniej części kraju, gdzie wiosna przychodzi najwcześniej, i trwa ok. 220 dni, w Polsce centralnej wynosi ok. 200-210 dni, najkrótszy okres wegetacyjny występuje w regionach północno-wschodnich, gdzie wiosna przychodzi najpóźniej, ok. 190 dni. Również na terenach górskich, rośliny mają mniej czasu na rozwój, nawet poniżej 150 dni w najwyższych partiach gór.



Średnia długość okresu wegetacji w Polsce. Źródło: IUNG

Główną funkcją roślin jest proces fotosyntezy, polegający na przetwarzaniu energii promieniowania słonecznego na materię organiczną. Przebieg tego procesu zależy w dużej mierze do różnorodnych czynników klimatycznych, takich jak nasłonecznienie, długość okresu wegetacyjnego, suma temperatur i opadów na danym terenie.

W Polsce roczne usłonecznienie (w zależności od regionu) wynosi od 1390 do 1900 godzin. Przyjmuje się roczną średnią wartość nasłonecznienia ok. 1600 godzin, co stanowi 30% – 40% długości dnia. Zróżnicowanie w usłonecznieniu występuje także ze względu na porę roku, największe występuje w czerwcu, najniższe zaś w grudniu.



Średnie usłonecznienie w Polsce. Źródło: IMGW

Poniżej przedstawiono charakterystykę wybranych czynników klimatycznych w dzielnicach rolno-klimatycznych Polski (wg R. Gumiński), obejmujących ilość dni okresu wegetacyjnego, początek prac polowych oraz liczbę dni z przymrozkami na danym terenie.

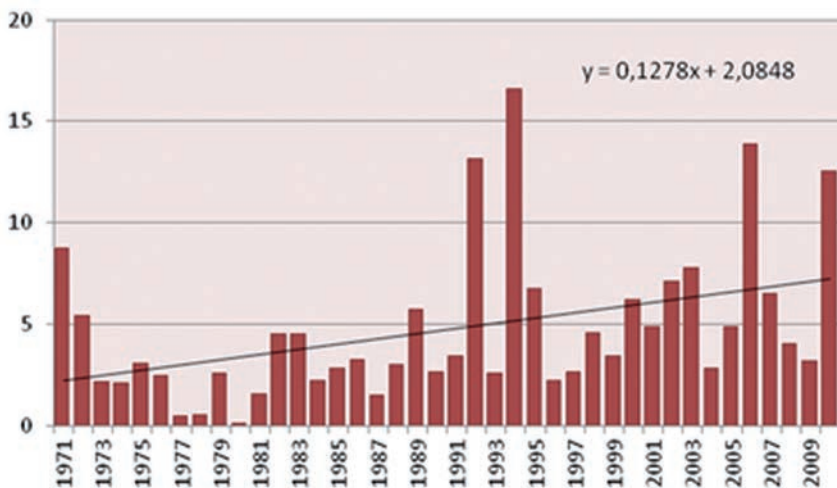


Meteorologia i klimatologia dla rolników, PWRiL, Warszawa. Źródło: R.Gumiński

III. TENDENCJE ZMIAN KLIMATU

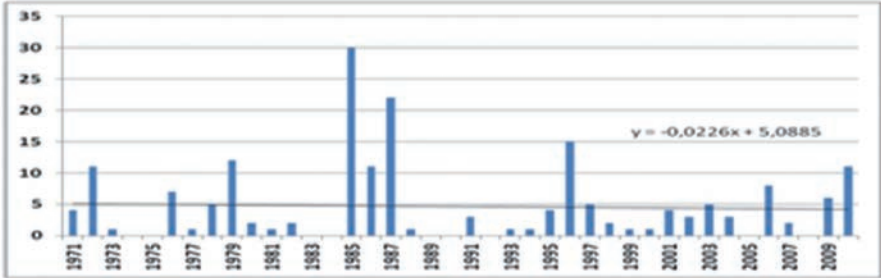
Warunki klimatyczne w sposób bardzo znaczący oddziałują na życie i działalność człowieka. Coraz częściej występujące anomalie pogodowe często prowadzą do występowania bardzo poważnych w skutkach klęsk żywiołowych. Problem ten w Polsce nie jest jeszcze tak powszechny, jednak nie bez znaczenia pozostaje powódź w 1997 roku i 2001 roku, która objęła znaczny obszar Polski.

Te zjawiska ekstremalne mają znaczący wpływ na warunki klimatyczne na obszarze kraju, zauważalnie zmieniając dynamikę cech klimatu. Oprócz powodzi, częstym niekorzystnym zjawiskiem termicznym, uciążliwym dla ludzi i środowiska, są fale upałów. Te ciągi dni z maksymalną temperaturą dobową powietrza powyżej 30°C, które utrzymują się, przez co najmniej 3 dni, z największym nasileniem występują w części południowo-zachodniej kraju, najrzadziej zaś w rejonie wybrzeża oraz terenach górskich.



Liczba dni upalnych (powyżej 30°C) w Polsce w latach 1971-2010. Źródło: IMGW.

Na większości obszaru Polski obserwuje się tendencje spadkowe liczby dni mroźnych i bardzo mroźnych (dni z temperaturą maksymalną dobową poniżej 0°C i dni z temperaturą maksymalną poniżej -10°C). Niewielkie wzrosty liczby dni mroźnych zaznaczyły się jedynie w obszarach górskich i w południowo zachodniej części Polski.



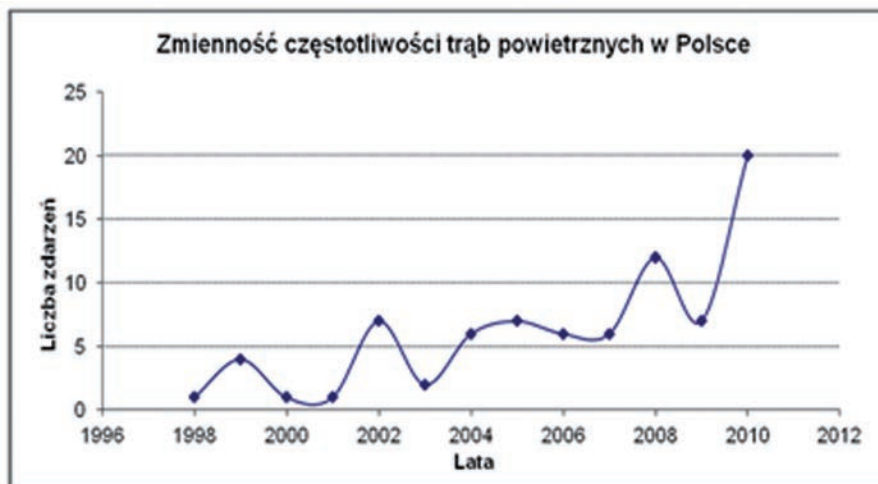
Wieloletnia zmienność występowania dni z $T_{max} \leq -10^{\circ}C$ na stacji Suwałki w okresie 1971-2010.
 Źródło: IMGW.

Od 2005 r. w Polsce wystąpiło 11 huraganów, w których prędkości wiatru okresowo przekraczały 30-35 m/s. Obszarami najbardziej narażonymi na występowanie huraganów jest środkowa i wschodnia część Półwyspu Słowiańskiego, od Koszalina po Rozewie i Hel, oraz szeroki, równoleżnikowy pas Polski północnej po Suwalszczyznę, rejon Beskidu Śląskiego, Beskidu Żywieckiego, Pogórza Śląskiego i Podhala oraz Pogórza Dynowskiego, centralna część Polski z Mazowszem i wschodnią częścią Wielkopolski.



Strefy ryzyka wystąpienia wiatru o maksymalnych prędkościach na obszarze Polski.
 Źródło: IMGW

Wzrasta także częstotliwość występowania trąb powietrznych, kiedy to wiatr osiąga prędkość od 30 do 120 m/s, co powoduje znaczące szkody w skali lokalnej. Wyniki monitoringu trąb powietrznych wskazują, że najczęściej zjawiska te występują w rejonie Wyżyny Małopolskiej i Lubelskiej, sięgając szerokim pasem o kierunku południowo-zachodnim i północno-wschodnim przez obszar Wyżyny Kutnowskiej, Mazowsza aż po Podlasie i Pojezierze Mazurskie.



Częstość występowania trąb powietrznych w Polsce. Źródło: IMGW

Jak wynika z raportu „Zmiany klimatu, ich skutki i podatność na nie w Europie 2012” (EEA Report No 12/2012) w całej Europie obserwuje się wzrost średnich temperatur powietrza a także spadek ilości opadów w regionach Europy Południowej a ich wzrost w Europie Północnej. Zmniejsza się także pokrywa lodowa Grenlandii, wiele lodowców w Europie topnieje, zasięg pokrywy śnieżnej znacznie maleje.

Z raportu wynika, iż w ostatniej dekadzie znacząco nasilają się ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak fale upałów, powodzie, susze. Znaczenie zmian klimatu w ich powstawaniu wymaga jednoznacznych danych, jednak można stwierdzić, iż kluczowym czynnikiem, który wpływa na koszty powstałych szkód, jest rosnąca aktywność człowieka na obszarach, na których występuje ryzyko tych zjawisk. Pogłębiające się zmiany klimatu mogą zwiększyć podatność na zagrożenia związane ze skrajnymi zjawiskami pogodowymi,

występującymi częściej i intensywniej. W sprawozdaniu czytamy, że niektóre regiony Europy będą wykazywały mniejszą zdolność adaptacji do zmian klimatu od innych regionów, częściowo ze względu na różnice w sytuacji ekonomicznej. Skutki zmian klimatu mogą pogłębić te nierówności.

Ze sprawozdania wynika także, że zmieniające się warunki klimatyczne mogą również negatywnie wpłynąć na zdrowie człowieka. Zmiany klimatu odgrywają istotną rolę w rozprzestrzenianiu się niektórych chorób, np. przenoszonych przez kleszcze czy komary. Na zdrowie człowieka wpływ będzie miało także wydłużenie się sezonu pylenia niektórych roślin.

W licznych badaniach zaobserwowano również znaczny wpływ zmian klimatu na charakterystykę i zachowania roślin i zwierząt. Przykładowo, wiele roślin zakwita wcześniej niż w poprzednich latach, fitoplankton i zooplankton pojawia się w wodach wcześniej niż zwykle. Coraz częściej występującym zjawiskiem jest migracja niektórych gatunków roślin i zwierząt, w miarę ocieplania się ich siedlisk, w północne lub wyżej położone obszary. Tempo przemieszczania się wielu gatunków jest często niewystarczające, ze względu na szybko postępujące zmiany klimatyczne, co może przyczynić się do ograniczenia liczebności lub wyginięcia poszczególnych gatunków.

W przypadku działalności rolniczej zmieniające się warunki klimatyczne, obserwowane m.in. przez zmiany w dostępności wody dla rolnictwa, mogą być ograniczone w Europie Południowej natomiast warunki te mogą ulec polepszeniu na innych obszarach. Okresy wegetacji niektórych upraw rolniczych uległy wydłużeniu i przewiduje się, że tendencja ta zostanie utrzymana. Ważnym czynnikiem jest także ekspansja roślin ciepłolubnych na tereny, które dotychczas wykazywały warunki niesprzyjające rozwojowi tych roślin. Z drugiej strony, wydajność niektórych gatunków upraw rolniczych może znacząco się zmniejszyć, głównie z powodu zwiększonej intensywności upałów, susz i innych ekstremalnych zjawisk pogodowych.



Fot. Skutki powodzi na polach uprawnych, Źródło: tvr24.pl



Fot. Trąba powietrzna nad północno-wschodnią Polską. Źródło: pracownia4.wordpress.com

IV. PROBLEM ZMIAN KLIMATU

Zjawisko zmian klimatycznych jest obecnie uznawane za jedno z najważniejszych wyzwań, przed którymi stoi środowisko, społeczeństwo oraz gospodarka całego świata. Wyniki badań naukowców wskazują na znaczące współzależności między wysoką koncentracją gazów cieplarnianych w atmosferze, będących m.in. wynikiem działalności człowieka a wzmacnianiem efektu cieplarnianego, co w efekcie prowadzi do wzrost temperatury na powierzchni Ziemi.

Efekt cieplarniany (efekt szklarniowy) jest zjawiskiem ocieplania się klimatu powierzchni Ziemi polegającym na zatrzymywaniu pewnej ilości ciepła, które emitowane jest do atmosfery. Przyczyną tego zjawiska jest wzrost zawartości gazów w atmosferze, takich jak dwutlenek węgla (CO_2), freonów, metanu (CH_4) oraz podtlenku azotu (N_2O).



Schemat efektu cieplarnianego.

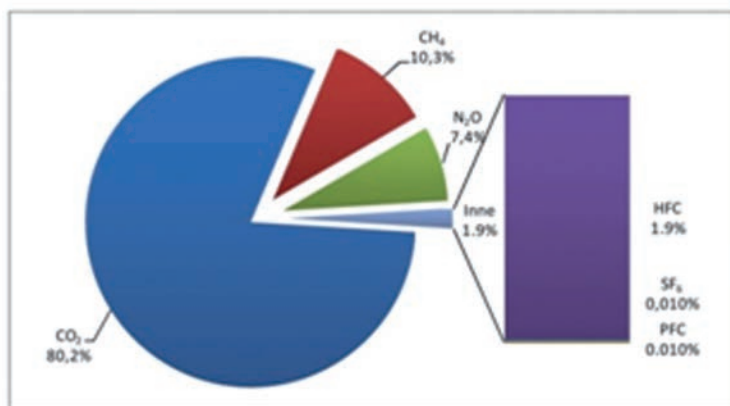
Źródło: <http://sozologia.republika.pl/index.html>

Według Międzynarodowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (IPCC) wzrost temperatury powierzchni Ziemi jest wynikiem działalności człowieka, w szczególności spalania paliw kopalnianych oraz wycinania lasów, co bezpośrednio prowadzi do emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Sektor rolny stanowi ważne źródło emisji gazów cieplarnianych, głównie metanu (CH_4) oraz podtlenku azotu (N_2O). Rolnictwo, ze względu na swą zależność od warunków klimatycznych, stanowi jedną z najbardziej wrażliwych gałęzi gospodarki na zachodzące i przyszłe skutki zmian klimatycznych.

V. EMISJE GAZÓW CIEPLARNIANYCH Z ROLNICTWA

Polska, ratyfikując Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu z dnia 9 maja 1992 r. (Dz.U. z 1996 r. Nr 53, poz. 238) oraz w 2002 r. Protokół z Kioto do powyższej konwencji (Dz.U. z 2005 r. Nr 203, poz. 1684), włączyła się w międzynarodowe działania mające na celu zapobieganie zmianom klimatu. Jednym z głównych zobowiązań wynikającym z ratyfikacji Protokołu z Kioto przez Polskę była redukcja emisji gazów cieplarnianych o 6% w latach 2008-2012 w stosunku do roku bazowego, za który przyjęto rok 1998.



Udział poszczególnych gazów cieplarnianych w całkowitej emisji krajowej w roku 2012.
Źródło: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014

Źródła emisji gazów cieplarnianych w sektorze rolnictwa obejmują: fermentację jelitową zwierząt gospodarskich (CH₄), odchody zwierzęce (CH₄, N₂O), gleby rolne (N₂O) oraz spalanie resztek roślinnych (CH₄, N₂O).

Do głównych źródeł emisji z rolnictwa należą:

- Fermentacja jelitowa (emisja CH₄), udział w całkowitej emisji 2,2%

Emisja metanu z fermentacji jelitowej zwierząt gospodarskich w 2012 r. zmniejszyła się od 1998 r. o 44,7%, przy czym największa część emisji CH₄, ponad 94% pochodzi z fermentacji jelitowej bydła. Głównym czynnikiem wpływającym na zmniejszenie emisji CH₄ z fermentacji jelitowej w Polsce

był spadek pogłowia zwierząt od roku bazowego 1998. Największy spadek odnotowano w pogłowiu owiec, co przyczyniło się do redukcji CH₄ w tej kategorii zwierząt o około 94%. W tym samym czasie redukcja emisji metanu dla bydła wyniosła ok. 41%.

- Odchody zwierzęce (emisja CH₄), udział w całkowitej emisji 0,6%

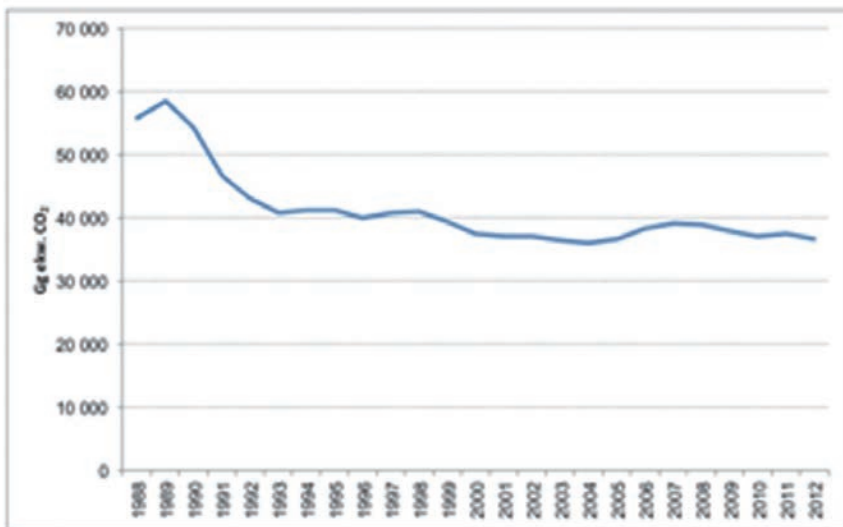
Emisja metanu z odchodów zwierząt gospodarskich w 2012 r. zmniejszyła się o 28,2% w stosunku do emisji w 1988 r. Większa część emisji CH₄ pochodziła z odchodów generowanych przez świnie – 55,6%. Największy spadek emisji CH₄ z odchodów zanotowano w przypadku owiec, aż blisko 94%. Ogólnie widoczny jest trend spadkowy w emisji CH₄ z odchodów zwierząt w przypadku większości kategorii zwierząt poza krowami mlecznymi. Pomimo zmniejszającego się ich pogłowia, udział bezściółkowych systemów utrzymania spowodował wzrost emisji CH₄ z tego źródła.

- Odchody zwierzęce (emisja N₂O), udział w całkowitej emisji 1,2%
- Emisja bezpośrednia z gleb (emisja N₂O), udział w całkowitej emisji 3,1%
- Emisja pośrednia z gleb (emisja N₂O), udział w całkowitej emisji 1,9%

Emisja podtlenku azotu z użytkowania gleb rolnych w 2012 r. drastycznie obniżyła się po 1989 r. Do głównych przyczyn zmiany emisji N₂O zaliczyć można: ilość zastosowanych nawozów mineralnych, wielkość pogłowia zwierząt gospodarskich, powierzchnię zasiewów roślin motylkowych oraz użytkowanych gleb organicznych. Ponad 61% emisji N₂O związane jest z bezpośrednią uprawą gleb, 36,5% emisji związane jest z procesami pośrednimi, natomiast 2,3% emisji pochodzi z odchodów zwierząt pozostawionych na pastwiskach. Do głównych źródeł emisji bezpośredniej N₂O powodowanej uprawą gleb rolnych zaliczamy: stosowanie nawozów mineralnych i organicznych, uprawa roślin motylkowych, resztki poźniwne, stosowanie osadów ściekowych na glebach rolnych. Sumaryczny udział tych źródeł w całkowitej emisji krajowej wynosi 9,1%.

Całkowita emisja metanu (CH₄) i podtlenku azotu (N₂O) w rolnictwie przedstawiona, jako ekwiwalent dwutlenku węgla¹ wyniosła 36 653,86 Gg w 2012 r. i była mniejsza o 34,2% niż w 1998 r. Największe zmiany wystąpiły po 1989 r. w okresie transformacji gospodarczej zachodzącej w Polsce.

¹ Ekwiwalent CO₂ - równoważnik dwutlenku węgla – jednostka służące do porównania emisji różnych gazów cieplarnianych w zależności od ich potencjału tworzenia efektu cieplarnianego, wykorzystująca jako poziom odniesienia równoważną ilość dwutlenku węgla.



*Całkowita emisja gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie w latach 1988-2012.
Źródło: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014*

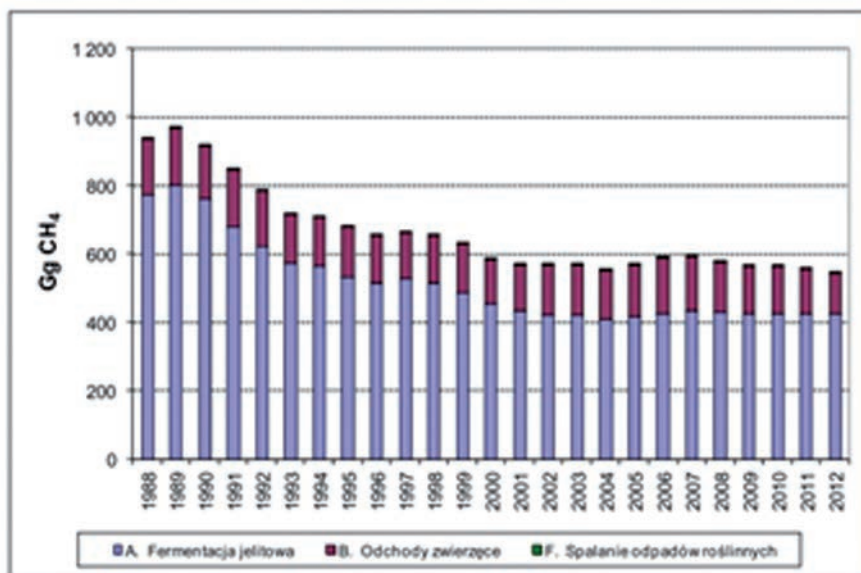
W tym czasie opłacalność produkcji rolnej uległa znaczącej zmianie – od 1990 r., zarówno ceny za produkty rolne jak i środki produkcji (np. nawozy mineralne) zostały urynkowane, a dotacje państwowe do produkcji rolnej zaniechane. Pogorszenie się warunków makroekonomicznych dla produkcji rolnej we wczesnych latach 1990 podczas restrukturyzacji gospodarki spowodowały zmiany w strukturze gospodarstw rolnych po 1989 r. Państwowe Gospodarstwa Rolne stawały się nieefektywne w nowych warunkach rynkowych i upadały. Zmiany dotknęły również prywatne gospodarstwa rolne, które musiały dostosować się do nowych warunków rynkowych. Z drugiej strony następował stopniowy rozwój prywatnych i spółdzielczych gospodarstw specjalizujących się w wielkoskalowej hodowli zwierząt.

Po 1989 r. zaobserwowano dramatyczny spadek liczebności zwierząt gospodarskich, kiedy to pogłowie bydła spadło o blisko połowę – z ponad 10 mln w 1988 r. do 5,7 mln w 2002. Od 2002 r., tuż przed wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej, pogłowie krów mlecznych ustabilizowało się wraz z ustaleniem kwot mlecznych, co unormowało rynek mleka. W tym samym okresie pogłowie owiec spadło o ok. 94% (z 4 mln w 1998 r. do 0,27 mln w 2012 r.).

Dodatkowymi powodami zmniejszającej się produkcji rolnej w latach 1990 było ograniczenie polskiego eksportu na rynki wschodnie, pogorszenie stosunku ceny za produkty rolne do cen środków produkcji jak również zwiększona konkurencyjność żywności importowanej z Europy Zachodniej.

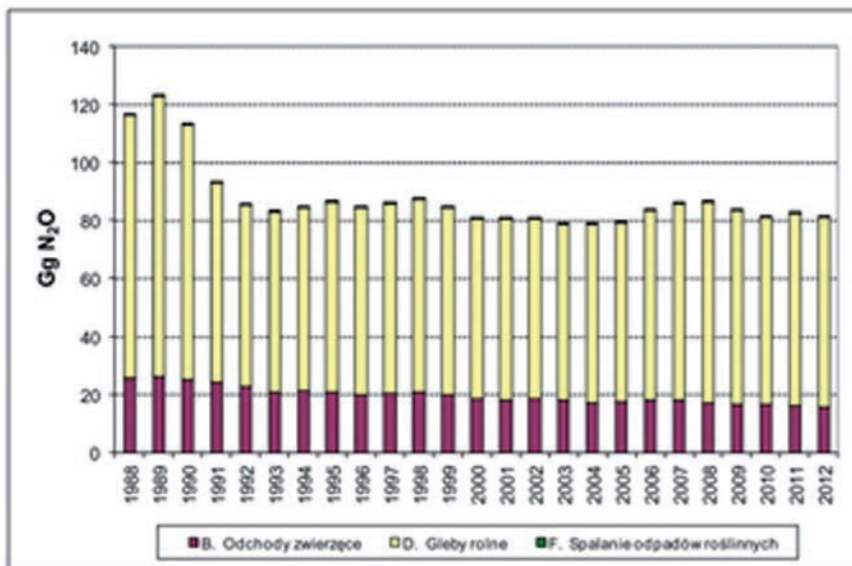
Od 2004 r., czyli od czasu wstąpienia przez Polskę do Unii Europejskiej, kluczowe znaczenie w rozwoju polskiego rolnictwa i obszarów wiejskich ma Wspólna Polityka Rolna UE mająca na celu przede wszystkim podnoszenie produktywności rolnictwa poprzez wprowadzenie postępu technicznego i stabilizację rynku rolnego.

W 2012 r. emisja metanu wyniosła 41,03 milionów ton ekwiwalentu CO₂. Emisja w roku 2012 w porównaniu do roku bazowego była mniejsza o 23,5%. Udział metanu w całkowitej krajowej emisji gazów cieplarnianych w roku 2012 wyniósł 10,3%. Trzy z głównych źródeł emisji metanu dotyczą emisji lotnej z paliw, rolnictwa oraz odpadów. Udział emisji metanu z sektora rolnego w krajowej emisji tego gazu wynosi 27,9%. Największym źródłem emisji metanu z rolnictwa jest fermentacja jelitowa zwierząt (21,9%) całkowitej emisji metanu w 2012 r.



Emisja metanu w polskim rolnictwie w latach 1988-2012 według źródeł. Źródło: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014

Emisja podtlenku azotu w 2012 r. wyniosła ok. 29,59 milionów ton ekwiwalentu CO₂. Emisja N₂O była o 26,6% mniejsza niż w roku bazowym. Udział emisji N₂O stanowił 7,4% całkowitej emisji gazów cieplarnianych. Główne źródła emisji podtlenku azotu i ich udziały w całkowitej emisji N₂O w roku 2012 są następujące: gleby rolne – 68,6%, odchody zwierzęce – 16,5%, przemysł chemiczny – 3,6% oraz spalanie paliw – 7,1%.



*Emisja podtlenku azotu w polskim rolnictwie w latach 1998-2012 według źródeł.
Źródło: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014*

Największy udział w całkowitej emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa ma emisja podtlenku azotu z gleb rolnych: bezpośrednia (nawozy mineralne i organiczne) oraz pośrednia (depozycja związków azotu z atmosfery do gruntu oraz wymywanie azotu z gruntu pochodzącego z nawozów mineralnych i organicznych).

Tab. 1. Emisje gazów cieplarnianych z rolnictwa w 2012 r.

Sektory	% udział w całkowitej emisji z rolnictwa	% udział gazów w całkowitej emisji z rolnictwa	
		CH ₄	N ₂ O
ROLNICTWO	100,00	31,3	68,7
Fermentacja jelitowa	24,5	24,5	0,0
Odchody zwierzęce	20,0	6,7	13,3
Gleby rolne	55,4	0,0	55,4
Spalanie odpadów roślinnych	0,1	0,1	0,0

W ujęciu globalnym, emisje rolnicze z produkcji roślinnej i zwierzęcej przybierają trend wzrostu. Emisje gazów cieplarnianych z sektora rolnego od 2001 r. wzrosły o 14% z 4,7 mld ton ekwiwalentu CO₂ do ponad 5,3 mld ton w 2011 r. Wzrost miał miejsce głównie w krajach rozwijających się, ze względu na zwiększenie tam całkowitej produkcji rolnej.

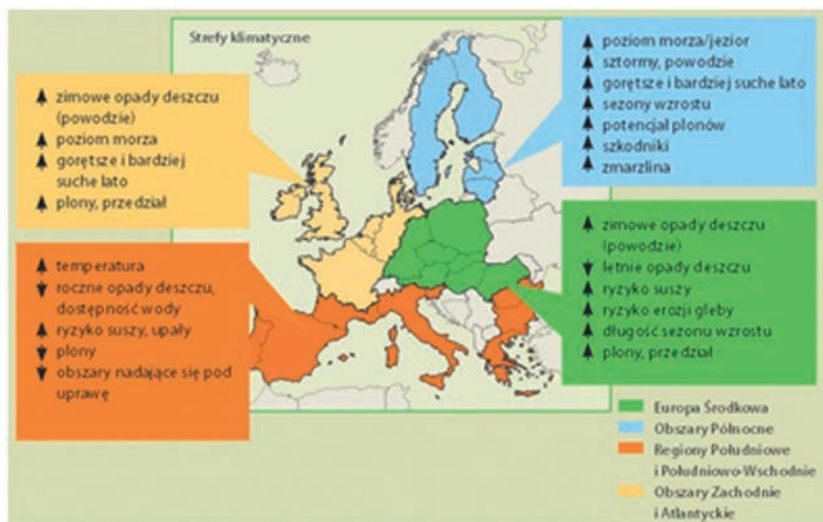


Źródło: Food and Agriculture Organization of the United Nations

VI. WPŁYW ZMIAN KLIMATU NA ROLNICTWO

Według ekspertów z dziedziny klimatologii, skutki zmian klimatu w kontekście produkcji rolnej będą znacząco odczuwalne, głównie przez zmiany w plonowaniu roślin uprawnych w zależności od regionu. Nie bez znaczenia będą miały coraz częściej występujące ekstremalne zjawiska pogodowe (powodzie, fale upałów, susze), które negatywnie wpłyną na jakość oraz ilość produkcji z sektora rolnego. Podczas gdy niektóre z przewidywanych skutków zmian klimatu mogą korzystnie wpływać na rolnictwo w pewnych regionach Europy, głównie północnych, przez np. wydłużenie okresu wegetacyjnego, to jednak dla większości z nich będą miały negatywny charakter przekładający się na straty gospodarcze, w wyniku czynników socjoekonomicznych oraz przyrodniczych, takich jak niedobory wody.

W większości regionów Europy coraz bardziej odczuwalne są skutki zmian klimatycznych, wpływ niektórych zmian warunków pogodowych obserwujemy obecnie, w tym m.in.: wydłużenie sezonu wegetacyjnego, wcześniejsze kwitnienie roślin, zmiany w naturalnych cyklach rozwoju roślin, zmiany w kalendarzu prac rolnych (siew, żniwa, itd.).



Obecne i przewidywane skutki zmian klimatu w Europie.

Źródło: Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Rolnictwa

Wśród najważniejszych skutków zmian klimatu dla polskiego rolnictwa wymienia się, m.in.:

- Zmiany warunków pogodowych

Obecne tendencje w kierunku zmian klimatycznych wskazują na różnicowanie się dotychczas znanych pór roku i charakterystycznego dla nich przebiegu pogody. Podstawowym skutkiem tych zmian są zmiany w stosunkach wodnych, zmiany w pogodzie mogą skutkować także zwiększoną ekspansją szkodników i chorób.

- Ekstremalne zjawiska pogodowe

Coraz większa ilość energii skumulowanej w atmosferze skutkować będzie coraz częściej występującymi jej wyładowaniami, poprzez m.in. gwałtowne burze, gradobicia, huragany, tornada, podtopienia, powodzie czy susze. Skutki niekorzystnych zjawisk atmosferycznych dotyczą każdego aspektu rolnictwa – zarówno upraw, hodowli zwierząt jak również budynków gospodarczych.

- Stosunki wodne

Zmiany w przebiegu pór roku wiążą się często ze zmianami w stosunkach wodnych. Coraz częściej występujące zimy bez pokrywy śnieżnej, negatywnie wpływają na zasobność niezbędnej dla roślin wody na wiosenne kiełkowanie. Istotnym problemem staje się susza, której skutki obserwujemy już w zbiorowiskach naturalnych oraz na polach uprawnych, gdzie preferowane zaczynają być gatunki sucholubne.

- Gatunki inwazyjne

Zmiany w warunkach klimatycznych sprzyjają rozwojowi i rozprzestrzenianiu się różnych gatunków organizmów, od zwierząt, roślin po bakterie i grzyby, które dostosowują występowanie swoich siedlisk do zmieniających się warunków. Zauważa się coraz częściej występujące inwazje szkodników, szczególnie niebezpieczne dla starych odmian roślin i ras zwierząt, które mają mniejsze zdolności dostosowania się do zmieniających się, często zróżnicowanych czynników.

W produkcji roślinnej wyróżniamy trzy typy gospodarowania: konwencjonalny, integrowany oraz ekologiczny. W Polsce, dominującym systemem gospodarowania jest system konwencjonalny, w założeniu polegający na dążeniu do maksymalizacji plonów poprzez stosowanie dużych nakładów środków produkcji.

Bardziej przyjazny dla środowiska jest system integrowany, pozwalający na optymalizację wykorzystania środków produkcji, m.in. nawozów mineralnych, środków ochrony roślin, maszyn rolniczych w celu uzyskania optymalnego zysku ekonomicznego. Obowiązek stosowania zasad integrowanej ochrony roślin obowiązuje w Polsce, jak i całej UE, od dnia 1 stycznia 2014 r. Działania w ramach integrowanej ochrony roślin powinny być oparte na świadomym wykorzystywaniu wiedzy i znajomości warunków klimatyczno-glebowych gospodarstwa, wsparte przez właściwy monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem progów szkodliwości ekonomicznej. Dzięki powyższym działaniom oraz stosowaniu poprawnej agrotechniki, prawidłowego nawożenia oraz ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum oraz przy zachowaniu wysokiej jakości plonów produkcja może przynieść lepsze efekty ekonomiczne.

W Polsce na coraz większą skalę rozwija się system rolnictwa ekologicznego, będący systemem produkcji rolnej, opartym na wykorzystaniu naturalnych procesów, zachodzących w gospodarstwie rolnym. Głównym celem tego systemu jest bezpieczeństwo produkowanej żywności i zachowanie walorów środowiska naturalnego. Według danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 2013 r. liczba gospodarstw ekologicznych wynosi 26,6 tys., a powierzchnia użytków ekologicznych wynosi 670 tys. ha.

Wśród najważniejszych działań w produkcji rolnej, mających na celu ochronę klimatu należy wymienić:

- Zwiększenie efektywności wykorzystywania nawozów azotowych, poprzez m.in. prowadzenie nawożenia na podstawie planów nawozowych i odpowiedniego do właściwych potrzeb nawozowych roślin, zastosowanie bardziej wydajnej technologii wykorzystania azotu czy też pozostawianie resztek roślin zawierających azot na polu.
- Właściwy płodozmian wraz ze stosowaniem wsiewek międzyplonowych, mających na celu zwiększenie wiązania węgla w biosferze i mogących ograniczyć zapotrzebowanie gleb na mineralne nawozy azotowe.
- Wzmocnienie funkcji pochłaniania dwutlenku węgla (CO_2) poprzez akumulację w glebie dzięki m.in. upowszechnianiu rolnictwa ekologicznego, uproszczoną uprawą gleby, uprawę roślin strączkowych.
- Stosowanie technik uprawy bezorkowej, która sprzyja zmniejszeniu strat węgla z gleby i ogranicza emisje podtlenku azotu (N_2O).

- Zwiększenie efektywności technik nawadniania, ograniczające straty energii i emisję podtlenku azotu z nawadnianych terenów.
- Zwiększenie wiązania węgla przez biomasę, poprzez m.in. zwiększenie ilości próchnicy w glebach użytkowanych rolniczo, stosowanie upraw wieloletnich, zadrzewień śródpolnych, trwałych użytków zielonych.
- Zbilansowanie dawek pokarmowych dla zwierząt gospodarskich zapewniających lepsze wykorzystywanie pasz oraz dodawanie do pasz preparatów wiążących związki azotowe będące źródłem emisji N_2O .
- Zastosowanie preparatów ograniczających emisję N_2O w systemach utrzymania zwierząt gospodarskich.
- Obniżanie emisji z przechowywanych nawozów naturalnych.

Główne kierunki działań Polski w zakresie ochrony klimatu wyznacza przyjęty w 2003 roku przez rząd dokument „Polityka klimatyczna Polski”. W celu redukcji gazów cieplarnianych z sektora rolnego, dokument ten przewiduje następujące działania:

- racjonalne użytkowanie ziemi;
- promocja rolnictwa ekologicznego;
- upowszechnianie doradztwa rolniczego w zakresie stosowania zasad dobrej praktyki rolniczej, stosowania energooszczędnych technologii w produkcji rolniczej, stosowania niekonwencjonalnych źródeł energii w rolnictwie i na obszarach wiejskich;
- zalesianie gruntów rolnych.

Dla osiągnięcia tych celów, „Polityka klimatyczna Polski” wskazuje na niezbędne działania, jakie powinny być wdrażane w sektorze rolniczym:

Tab. 2. Działania w sektorze rolniczym

Rodzaj działania	Cel działania	Gaz cieplarniany
DZIAŁANIA PODSATWOWE		
Upowszechnianie kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej	Promocja działań w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń z produkcji rolniczej	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄
Upowszechnienie stosowania w produkcji rolniczej energooszczędnych technologii	Promocja energooszczędnych technologii	CO ₂
Upowszechnianie wdrażania nowych technologii w zakresie wykorzystania produktów roślinnych, jako materiału energetycznego oraz biogazowych technologii utylizacji gnojowicy	Promocja technologii ograniczających emisje gazów cieplarnianych	CO ₂
Zalesianie gruntów rolnych	Promocja zalesień (zwiększenie wiązania węgla w biomase)	CO ₂
DZIAŁANIA UZUPEŁNIAJĄCE		
Upowszechnianie stosowania niekonwencjonalnych źródeł energii w rolnictwie i na obszarach wiejskich	Promocja odnawialnych źródeł energii	CO ₂
Opracowanie nowych technologii uprawy i zbioru biomasy roślinnej przeznaczonej do wykorzystania, jako odnawialne źródło energii i surowiec dla przemysłu	Promocja nowych technologii	CO ₂

Źródło: „Polityka ochrony klimatu”, Ministerstwo Środowiska 2002

Wiele z tych działań wspieranych jest przez program rolnośrodowiskowy w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich.

VII. ADAPTACJA SEKTORA ROLNEGO DO ZMIAN KLIMATU

Obszary wiejskie, głównie ze względu na prowadzoną tam działalność rolniczą, stanowią obszar szczególnie wrażliwy na zmiany klimatu. Fakt ten wskazuje konieczność podjęcia działań adaptacyjnych, zarówno w odniesieniu do ochrony ludności w sytuacjach kryzysowych jak i niezbędnych dostosowań w produkcji rolniczej.

Monitorowanie zmian klimatu z odpowiednim wyprzedzeniem ma szczególne znaczenie w produkcji rolniczej. Wyniki monitoringu powinny stanowić element działalności informacyjnej wspierającej rozwój produkcji rolniczej i stosowania nowoczesnych metod agrotechnicznych. Natomiast monitorowanie nadzwyczajnych zagrożeń na terenach wiejskich ma kluczowe znaczenie dla ludności, infrastruktury i gospodarstw rolniczych i powinno być bezpośrednio związane z systemem ostrzegania.

Rolnictwo należy do tych sektorów gospodarki, które będą najbardziej narażone na oczekiwane niekorzystne zmiany klimatyczne. Wzrost temperatury i zmniejszenie ilości opadów lub ich struktury oraz zwiększona częstotliwość zjawisk ekstremalnych (przymrozki, susze, ulewy, wichury, i in.) będzie miało konsekwencje przede wszystkim dla produkcji roślinnej. W sektorze rolniczym wrażliwość i odporność na nadchodzące zmiany zależy nie tylko od rodzaju upraw i stosunków wodno-termicznych, ale także od powierzchni upraw czy specjalizacji produkcji rolnej.

Adaptacja na poziomie gospodarstwa zależy od rodzaju upraw, dostępności wody, jakości gleby, a przede wszystkim od świadomości rolnika i jego wiedzy na temat zmian klimatu i metod adaptacji. Dotyczy to tych rolników, którzy prowadzą działalność rolniczą mając na uwadze, co najmniej kilkudziesięcioletni okres działania gospodarstwa o określonym profilu produkcji. Stopniowe zmiany klimatu pozwalają na dostosowanie zarówno upraw, jak i zmianę systemów agrotechnicznych. Wymaga to jednak systematycznego monitoringu zmian oraz produktywności gospodarstwa.

Zmiany w rolnictwie widoczne są już obecnie i często wynikają ze zmieniającego się klimatu, a zwłaszcza z niedoborów wody i przesuszenia. Z tego względu problemu adaptacji nie można ani lekceważyć, ani odkładać na przyszłość. Rolnictwo jest sektorem, który wymaga szczególnie intensywn-

nego zaangażowania w program adaptacyjny zarówno władz lokalnych, jak i indywidualnych rolników.

Z punktu widzenia praktyki rolniczej niezbędne jest opracowanie takich programów, które dostarczą rolnikom wiedzy o konsekwencjach zmian w konkretnym miejscu i w odniesieniu do profilu prowadzonej produkcji rolniczej, wielkości gospodarstw, warunków glebowych i środowiskowych. Efektem tych działań powinno być włączenie planów adaptacji do dobrej praktyki rolniczej, jak również polityki rolnej. Plany te powinny obejmować m.in.:

- zwiększenie świadomości rolników na temat zmian klimatu i ich skutków;
- ochronę wód w obszarach wiejskich (mała retencja, pasy zieleni, zabiegi agrotechniczne);
- ochronę gleb przed erozją;
- hodowlę odmian roślin bardziej odpornych na niedobory wody i stres termiczny;
- optymalizację produkcji rolniczej z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych;
- ograniczenie procesów mineralizacji gleb i poprawę żyzności;
- nowe metody zwalczania szkodników i chorób roślin i zwierząt;
- monitorowanie procesów nawożenia;
- dostosowanie hodowli zwierząt do możliwości produkcji pasz w zmienionych warunkach klimatycznych.

Zmieniające się warunki klimatyczne mogą wielorako oddziaływać na rolnictwo. Przykłady potencjalnych konsekwencji zmian klimatu w zależności od czynnika stymulującego przedstawiono poniżej:

Tab. 3. Potencjalne konsekwencje zmian klimatu w zależności od czynnika stymulującego.

Zjawisko i trend zmian	Potencjalne konsekwencje w rolnictwie
<ul style="list-style-type: none"> ocieplenie zmniejszenie dni/nocy zimnych/mroźnych zwiększenie liczby dni gorących 	<ul style="list-style-type: none"> wzrost plonów chłodniejszych rejonach, spadek plonów w cieplejszych rejonach wzrost częstości występowania plag szkodników
<ul style="list-style-type: none"> wzrost częstości występowania okresów gorąca i fal upałów 	<ul style="list-style-type: none"> spadek plonów w cieplejszych rejonach spowodowanych stresem termicznym
<ul style="list-style-type: none"> wzrost częstotliwości występowania przymrozków późnowiosennych i wczesnojesiennych wzrost częstości występowania ulewnych opadów 	<ul style="list-style-type: none"> zniszczenia upraw, erozja gleby, niemożność uprawy gleby z powodu rozmoknięcia gruntu
<ul style="list-style-type: none"> wzrost częstości występowania susz 	<ul style="list-style-type: none"> degradacja gleby, niższe plony, zniszczenia zbiorów, zwiększona śmiertelność zwierząt gospodarskich
<ul style="list-style-type: none"> wzrost częstości występowania ekstremalnie wysokiego poziomu morza 	<ul style="list-style-type: none"> zasolenie wód irygacyjnych, obszarów delt

Źródło: IPCC 2007

Tab. 4. Spodziewane konsekwencje zmieniających się warunków klimatycznych, zarówno te korzystne jak i niekorzystne, przedstawiono poniżej:

Konsekwencje zmian klimatu dla rolnictwa	
pozytywne	negatywne
<ul style="list-style-type: none"> wydłużony okres wegetacyjny możliwość wprowadzania nowych odmian i gatunków upraw korzystny dla roślin efekt wzbogacenia atmosfery w CO₂ ograniczenie występowania niektórych szkodników i chorób 	<ul style="list-style-type: none"> zmniejszona dostępność wody – deficyt wody do nawadniania oraz spadek wilgoci glebowej utrata węgla w glebie mineralizacja węgla organicznego w glebie pogarszanie warunków glebowych spowodowanych deficytem wody (zagęszczenie i pękanie) stres termiczny u roślin i zwierząt hodowlanych powodowany falami upałów szkody w uprawach (skutki zjawisk ekstremalnych) ograniczenie w uprawie pewnych gatunków roślin zmiana zasięgu występowania nowych szkodników i chorób wymagająca zwiększonego stosowania pestycydów

Źródło: European Climate Change Programme, Working Group II Impacts and Adaptation, Agriculture and Forestry, Sectoral Report.

Adaptacja na poziomie lokalnym

Zróźnicowanie warunki, zarówno geograficzne, klimatyczne i gospodarcze w Polsce wymagają dostosowania konkretnych działań adaptacyjnych do uwarunkowań uwzględniających specyfikę danego regionu. W działaniach horyzontalnych należy uwzględnić podejście do konkretnych regionów kraju, uwzględniając w nich:

- działania edukacyjne społeczeństwa w kontekście spodziewanych skutków zmian klimatu oraz ograniczenia ich skutków;
- planowane przestrzenne na poziomie regionalnym i lokalnym, z uwzględnieniem zmian klimatu i działań przystosowawczych;
- ograniczenie skutków zagrożeń w rolnictwie wynikających ze wzrostu występowania inwazyjnych szkodników i chorób;
- właściwego gospodarowania na obszarach rolnych (wsparcie technologiczne, doradztwo w zakresie dostosowania produkcji rolnej do zmieniających się warunków klimatycznych).

Kierunki działań adaptacyjnych

Za najważniejsze kierunki działań adaptacyjnych w naszym kraju należy uznać:

- zwiększenie retencji wody w środowisku (odtworzenie zalesień śródpolnych i oczek wodnych, utrzymywanie wody w rowach melioracyjnych, zabezpieczanie torfowisk przed osuszaniem, ochrona przeciwpodziowa, ochrona terenów źródłiskowych);
- ograniczenie wykorzystania wody w rolnictwie (wodoszczędne technologie, uprawy o zmniejszonym zapotrzebowaniu na wodę);
- zwiększenie zasobu substancji organicznej w glebach przyczyniające się do zwiększenia odporności gleb na przesuszanie;
- stosowanie nowych, bardziej odpornych na zmienne warunki klimatyczne, odmian roślin (większa tolerancja na zmiany temperatury i zapotrzebowanie na wodę, wyższa odporność na choroby i szkodniki);
- odpowiedni dobór roślin w płodozmianie;
- optymalizacja wielkości i sposobu stosowania nawozów mineralnych;
- zmiany w technologii produkcji dostosowane do zmiennych warunków atmosferycznych (zmiany długości okresu wegetacji, dostosowanie terminu siewu);

- monitoring rozprzestrzeniania się chorób i szkodników oraz opracowanie agrotechnicznych metod ich zwalczania;
- stosowanie naturalnych barier, pozwalających na zatrzymanie wody w glebie lub ochraniających przed wpływem silnych wiatrów;
- optymalizacja warunków wypasu zwierząt;
- wspieranie bioenergii i efektywnego wykorzystania energii;
- prowadzenie działań edukacyjnych w zakresie technologii i adaptacji do prowadzenia produkcji rolnej w warunkach zmiennego klimatu;
- stworzenie lokalnych systemów monitorowania i ostrzegania przed zagrożeniami.

Dostosowanie sektora rolnego do prognozowanych zmian warunków klimatycznych wymaga wielu znaczących zmian w organizacji produkcji gospodarstwa rolnego. W agrotechnice niezwykle istotne jest dostosowanie terminów zabiegów polowych do warunków wegetacji roślin uprawnych (termin siewu, stosowanie nawozów i środków ochrony roślin). W długookresowych działaniach adaptacyjnych należy zwrócić uwagę na ograniczenie ryzyka strat plonu spowodowanego czynnikami klimatycznymi oraz na łagodzenie konsekwencji ekstremalnych zjawisk klimatycznych.

Literatura

1. Climate Change 2007: Synthesis Report, 2007. IPCC.
2. European Climate Change Programme, Working Group II Impacts and Adaptation, Agriculture and Forestry, Sectoral Report. European Commission.
3. Gumiński R. Meteorologia i klimatologia dla rolników. PWRiL.
4. Karaczun M., 2008. „Zmiany klimatu są faktem”. Centrum Stosunków Międzynarodowych.
5. Kozyra J., 2009. Zmiany agroklimatu w Polsce. IUNG – PIB.
6. Krajowy Raport Inwentaryzacyjny, 2014. Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).
7. Kundzewicz Z., Kozyra J., 2011. Ograniczenie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich. Polish Journal of Agronomy, 2011, 7, 68-81.
8. Polityka ochrony klimatu, 2002. Ministerstwo Środowiska.
9. Prognoza oddziaływania na środowisko dla projektu strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, 2013. Ekovert.
10. Rolnictwo UE – podejmując wyzwanie zmian klimatycznych, 2008. Komisja Europejska, Dyrekcja Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich.
11. Sadowski M., Wszyński Z., Górski T., Liszewska M., Olecka A., Łoboda T., Pietkiewicz S., 2009. Adaptacja produkcji rolniczej w województwie podlaskim do oczekiwanych zmian klimatu. Instytut Ochrony Środowiska.
12. Staniszevska M. Wpływ rolnictwa na zmiany klimatu. Polski Klub Ekologiczny.
13. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, 2013. Ministerstwo Środowiska.
14. Zmiany i zmienność klimatu Polski, 2013. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy.

15. Zmiany klimatu, a rolnictwo i obszary wiejskie, 2008. Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa.
16. Zwoliński Z., 2011. Globalne zmiany klimatu i ich implikacje dla rzeźby Polski. Landform Analysis, Vol. 15: 5-15 (2011).
17. Warunki naturalne rolnictwa. Atlas rolnictwa Polski, 2010. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania.

[www.ccafs.cgiar.org]

[www.fao.org]

[www.dlaklimatu.pl]

[www.sozologia.republika.pl/index.html]

[www.klimada.mos.gov.pl]