



CZY ZMIANY KLIMATYCZNE I ZUŻYCIE ENERGII WPŁYWAJĄ NA BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCIOWE KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ NA PRZYKŁADZIE SEKTORA ZBOŻOWEGO? EMPIRYCZNE DOWODY Z BADANIA PANELOWEGO

Dr hab. inż. Irena Łącka, prof. ZUT

Dr Błażej Suproń

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Dr hab. Iwona Szczepaniak, prof. IERiGŻ-PIB

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej - Państwowy Instytut Badawczy



22 marca 2024 r.



Seminarium IERiGŻ-PIB

Wprowadzenie do problematyki badawczej

- Bezpieczeństwo żywnościowe na świecie w trzeciej dekadzie XXI w. – istotny problem na wszystkich poziomach analizy
- Kluczowe źródła zagrożeń bezpieczeństwa żywnościowego na świecie
- Rosnący od 2019 r. problem głodu i niedożywienia na świecie – zagrożenie dla realizacji do 2030 r. SDG 2.1 (wyeliminowanie głodu) i SDG 2.2 (zlikwidowanie niedożywienia)
- Zmiany klimatyczne i warunki przyrodnicze a możliwości uprawy zbóż na świecie i w Europie
- Rolnictwo a emisje gazów cieplarnianych
- Oddziaływanie globalnego ocieplenia na bezpieczeństwo żywnościowe krajów rozwijających się jako popularny problem badawczy
- Wpływ zmian klimatycznych na produkcję zbóż i bezpieczeństwo żywnościowe w krajach Unii Europejskiej – luka badawcza

Bezpieczeństwo żywnościowe - pojęcie

„Bezpieczeństwo żywnościowe na poziomie pojedynczego człowieka, gospodarstwa domowego, narodowym, regionalnym i globalnym jest osiągnięte wtedy, kiedy wszyscy ludzie mają cały czas fizyczny i ekonomiczny dostęp do bezpiecznej i pożywnej żywności wystarczającej do zaspokojenia ich potrzeb żywieniowych oraz preferencji dla aktywnego i zdrowego życia” (FAO, 1996).

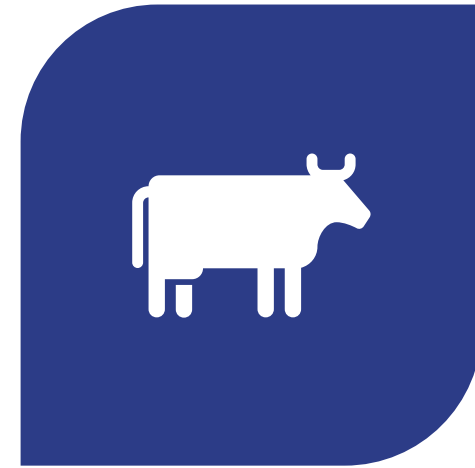
Stan bezpieczeństwa żywnościowego w trzeciej dekadzie XXI w.

- Od 2019 r. tendencje do wzrostu liczby głodujących i niedożywionych
- W 2021 r. 828 mln mieszkańców Ziemi cierpiało głód i niedożywienie
- Utrzymująca się tendencja stanowi zagrożenie dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju SDG 2.1 i SDG 2.2.
- Zmniejszenie bezpieczeństwa żywnościowego - to wynik splotu kilku zagrożeń:
 - Od 2018 r. rosnące ceny energii i spowolnienie światowej koniunktury
 - Kryzys zdrowotny w wyniku pandemii COVID-19 – przerwanie łańcuchów dostaw i wzrost cen żywności
 - Od połowy 2021 r. – presja inflacyjna (gwałtowny wzrost cen paliw i energii, wzrost cen żywności, pasz, nawozów, pestycydów)
 - Od lutego 2022 r. (napaść Rosji na Ukrainę) - kolejny gwałtowny i nieprzewidywany wzrost cen zbóż, nawozów oraz niektórych rodzajów pasz, ich deficyty na rynkach Afryki oraz Bliskiego i Środkowego Wschodu; rosnące zagrożenie głodem w Afryce
- Zmiany klimatu nasilają problem braku bezpieczeństwa żywnościowego

Rolnictwo a emisje gazów cieplarnianych

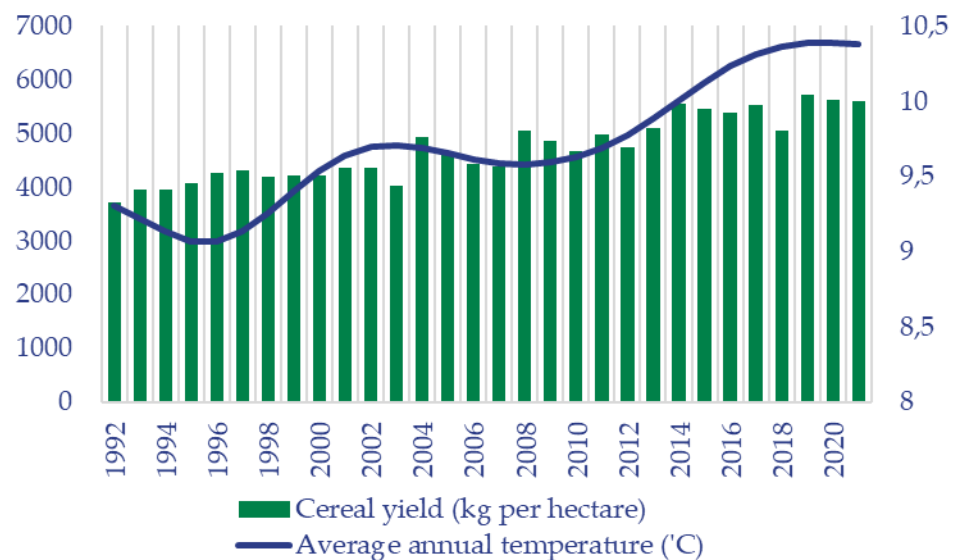


ZMIANA KLIMATU DETERMINUJE
ROZWÓJ ROLNICTWA



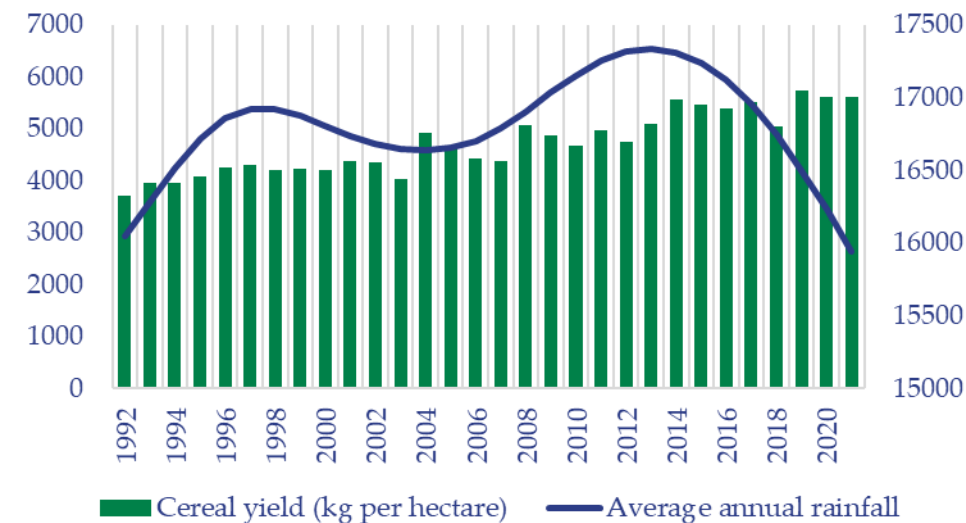
ROLNICTWO PRZEZ EMISJE GAZÓW
CIEPLARNIANYCH WPŁYWA NA ZMIANY KLIMATU
– ODPOWIADA ZA OK. 24% GLOBALNEJ EMISJI
GHG (CO₂, N₂O I CH₄)

Zmiany klimatyczne a produkcja zbóż na hektar (plony)



Wzrost temperatury na Ziemi o 2°C zwiększy plony pszenicy w krajach ją eksportujących (wysokie szerokości geograficzne), a zmniejszy w krajach importujących (leżących w niskich szerokościach geograficznych).

Zmiany klimatu z dużym prawdopodobieństwem będą powodować gwałtowne skoki cen pszenicy oraz prowadzić do nierówności gospodarczych i zachwiania bezpieczeństwa żywnościowego (Zhang et al. 2022).



Bezpieczeństwo żywnościowe w badaniach

Problematyka bezpieczeństwa żywnościowego w obszarze Unii Europejskiej w powiązaniu z innymi czynnikami, np.:

- bezpieczeństwo żywnościowe i bezpieczeństwo żywności – aspekty prawne (Leśkiewicz 2012)
- bezpieczeństwo żywnościowe i samowystarczalność żywnościowa Polski na tle UE (Szczepaniak 2018)
- bezpieczeństwo żywnościowe, czynniki destabilizujące i działania państw UE (Michalczyk 2019)
- zagrożenia bezpieczeństwa żywnościowego w wyniku pandemii i wojny oraz polityka państwa w UE i Afryce (Santeramo i Kang 2022)
- brak bezpieczeństwa żywnościowego na poziomie gospodarstw domowych w nowych krajach członkowskich UE (Poczta-Wajda i Sapa 2021)
- wyzwania bezpieczeństwa żywnościowego w kontekście wojny w Ukrainie (Rabbi et al. 2023)
- Wpływ zmian klimatu, emisji CO₂, konsumpcji energii na produkcję zbóż w Europie – brak analiz i wyników badań naukowych

Dotychczasowe badania ekonometryczne i metody

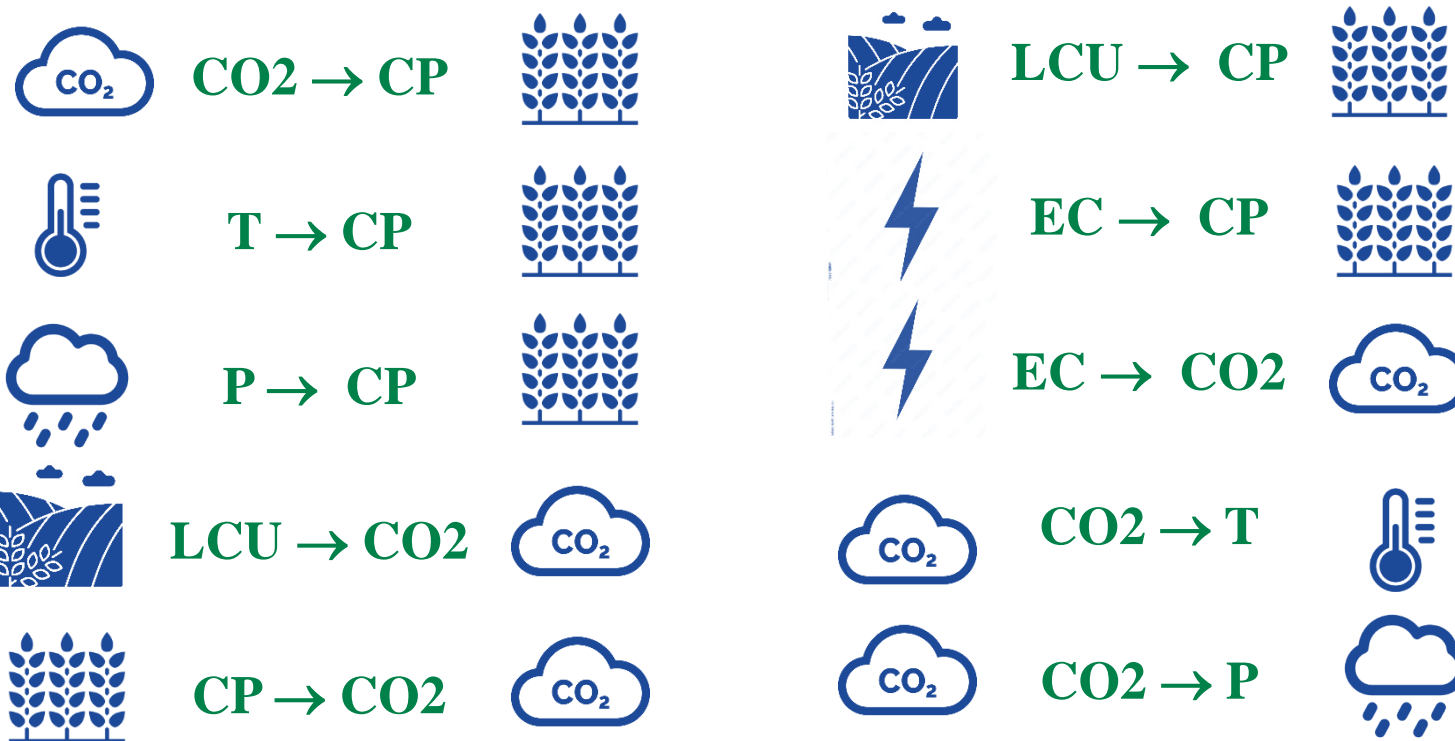
Badania pojedynczych krajów:

- Bangladesz
- Korea Południowa
- Indie
- Pakistan
- Tunezja
- Turcja

Metody: ARDL, FMOLS, FGLS, OLS

Długość szeregów: zróżnicowana od 1970 do 2020 r.

Dotychczasowe wnioski



Gdzie: CP - produkcja zbóż/plon; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO₂ - emisja CO₂

Cel badania

Celem tego badania jest dostarczenie dowodów empirycznych na temat tego, czy wykorzystanie energii odnawialnej, nieodnawialnej, emisja CO₂ i będące jej skutkiem zmiany temperatur oraz opadów mogą wpływać na plony zbóż w krajach Unii Europejskiej, a tym samym bezpieczeństwo żywnościowe.

Cel badawczy wymagał realizacji kilku celów szczegółowych takich jak określenie dla badanych krajów Unii Europejskiej długookresowych zależności między:

1. Wzrostem gospodarczym a wielkością produkcji zbóż z hektara,
2. Wielkością powierzchni upraw zbóż a wielkością ich plonów,
3. Temperaturą i wielkością opadów a produkcją zbóż z hektara,
4. Wielkością emisji CO₂ a plonami zbóż,
5. Zużyciem energii odnawialnej a produkcją zbóż z hektara.

Wprowadzenie do przedmiotu badania

Hipotezy

H1: Tempo wzrostu gospodarczego wpływa na wielkość plonów zbóż i bezpieczeństwo żywnościowe kraju.

H2: Zmiany warunków klimatycznych w długim okresie w największym stopniu determinują bezpieczeństwo żywnościowe krajów o niskiej wydajności upraw.

H3: Emisja CO₂ w sposób nieliniowy wpływa na wielkość plonów zbóż, powodując ich spadek w długim okresie.

H4: Zużycie energii, w tym energii odnawialnej w rolnictwie, przyczynia się do wzrostu wydajności upraw zbóż w długim okresie.



Dane

Zakres geograficzny: Kraje Unii Europejskiej*

Okres badawczy: od 1992 r. do 2021 r.

Tabela 1. Opis danych i zmiennych wykorzystanych w badaniu

Zmienna	Symbol	Jednostka	Źródło
Plon (produkcja zbóż na z hektara)	CP	kg/ha	WDI
Powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż	LCU	ha	WDI
Przeciętne opady roczne	P	mm	EEA
Przeciętna temperatura roczna	T	°C	EEA
Konsumpcja energii w sektorze rolnictwa	EC	tys. ton ekwiwalentu ropy naftowej	UNFCCC
Emisja CO ₂	CO ₂	kg per capita	WDI
Konsumpcja energii odnawialnej	REW	% całkowitego końcowego zużycia energii	REW

*z wyjątkiem Belgii, Cypru, Luxemburga, Malty oraz Słowenii

Etapy badania

Dobór zmiennych, wstępna analiza danych, ocena korelacji i współliniowość (VIF)

Ocena zależności przekrojowych w danych panelowych testem LM (CSD) oraz autokorelacji i heteroskedastyczność

Badanie stacjonarności szeregów w danych panelowych na podstawie testów pierwiastka jednostkowego (unit root test) za pomocą testu CIPS

Ocena kointegracji dla danych panelowych na podstawie testu Westerlunda (2007)

Estymacja modelu FGLS i regresja kwantylowa (QR)

Metodologia

Model FGLS jest właściwy gdy:

- wykorzystywane w badaniu zbiory danych mają liczbę okresów (T) większą niż liczbę przekrojów (N)
- występują problemy heteroskedastyczności, korelacji szeregowej i zależności przekrojowej

Model regresji kwantylowej jest właściwy gdy:

- szacowany jest wpływ zmiennej objaśniającej (X) na zakres zmienności i rozkład warunkowy zmiennej wyjaśnionej (Y)
- występują zależności nieliniowe, a rozkład zmiennych nie jest w pełni normalny.
- konieczne jest uwzględnienie struktury heterogeniczności i struktury kwantylowej danych

Wybór dwóch powyższych metod wynikał z celów badania, charakterystyki danych oraz konieczności zapewnienia solidnych wyników. W celu uzyskania solidnych błędów standardowych zastosowano bootstrap na 800 replikacji.

Model

W badaniu przeprowadzono estymację modelu w oparciu o metodę uogólnionej techniki najmniejszych kwadratów (FGLS) oraz regresji kwantylowej (QR). Ogólna postać modeli została przedstawiona poniżej:

$$\ln CP = \ln GDP + \ln LCU + \ln P + \ln T + EC + CO2 + \ln REW$$

$$\ln CP = \ln GDP + \ln LCU + \ln P + \ln T + EC + EC^2$$

$$\ln CP = \ln GDP + \ln LCU + \ln P + \ln T + CO2 + CO2^2$$

$$\ln CP = \ln GDP + \ln LCU + \ln P + \ln T + \ln REW + \ln REW^2$$

W celu zbadania nieliniowych zależności wpływu EC, CO2 oraz REW na zmienną zależną, zmienne poddano transformacji kwadratowej.

Wyniki wstępne

Ocena korelacji i współliniowość

- $VIF = 1,85$ – brak współliniowości i silnych korelacji

Testy zależności przekroju poprzecznego Pesaran (2015) CD oraz Breusch-Pagan (1980) LM

- Odrzucenie hipotezy H_0 : brak zależności przekrojowej dla wszystkich zmiennych

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg (1979) test heteroskedastyczności

Odrzucenie hipotezy H_0 : Wariancja reszt jest stała dla wszystkich obserwacji (homoskedastyczność).

Test stacjonarności Pesaran (2007) CIPS i CADF

- Odrzucenie hipotezy H_0 : We wszystkich panelach danych istnieje pierwiastek jednostkowy.
- Wszystkie zmienne są stacjonarne na poziomie $I(1)$

Test kointegracji panelowej Westerlunda (2007)

- Odrzucenie hipotezy H_0 : Nie ma kointegracji między szeregami czasowymi

Wyniki

Tabela. 2 Wyniki estymacji modelu FGLS

Zmienna	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
GDP	0,318***	0,3619***	0,224***	0,314***	0,364***
T	0,163***	0,1842***	0,085***	0,133**	0,193***
P	0,585***	0,5216***	0,446***	0,586***	0,432***
LCU	0,041***	0,0691***	0,040***	0,048***	0,095***
EC		-0,00019***			-0,00023***
EC ²		4.21e-08***			4,66E-08***
CO2			0,587***		0,00065***
CO2 ²			-0,041**		-3,85E-07*
REW				-0,217***	-0,221***
REW ²				0,032***	0,041***
Constant	0,436	0.0575	0.597	0,768	0,461
Punkt przegięcia		2256.53	914.15	3,39	
R ²	0.5731	0.5926	0.6097	0.6051	0.6301
Chi ²	1448.17	1013.94	1029.86	657.91	482.92

Gdzie: CP - plon zbóż na hektar; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO2 - emisja CO2; REW - konsumpcja energii odnawialnej.
*** 1% poziom istotności, ** 5% poziom istotności

Interpretacja wyników

Wzrost gospodarczy przekłada się na wyższe plony – około 1% wzrostu PKB per capita powoduje 0,3% wzrostu plonów zbóż z 1ha

$$1\% \uparrow \ln GDP \rightarrow 0,3\% \uparrow \ln CP$$

Zwiększenie powierzchni upraw zbóż ma niewielkie przełożenie na wzrost plonów zbóż

$$1\% \downarrow \ln LCU \rightarrow 0,04\% \uparrow \ln CP$$

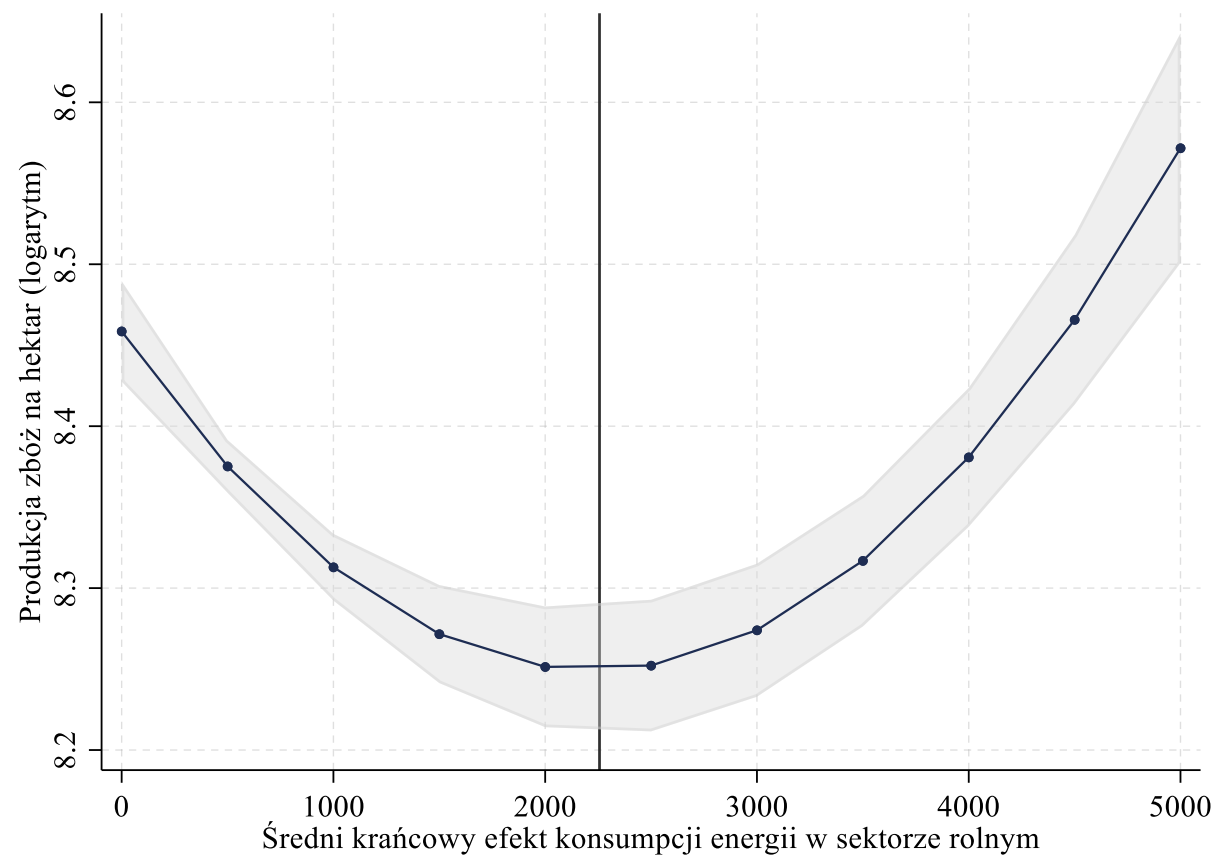
Temperatura i ilość opadów indukują pozytywny wpływ na wielkość plonów

$$1\% \uparrow \ln T \rightarrow 0,16\% \uparrow \ln CP$$

$$1\% \uparrow \ln P \rightarrow 0,58\% \uparrow \ln CP$$

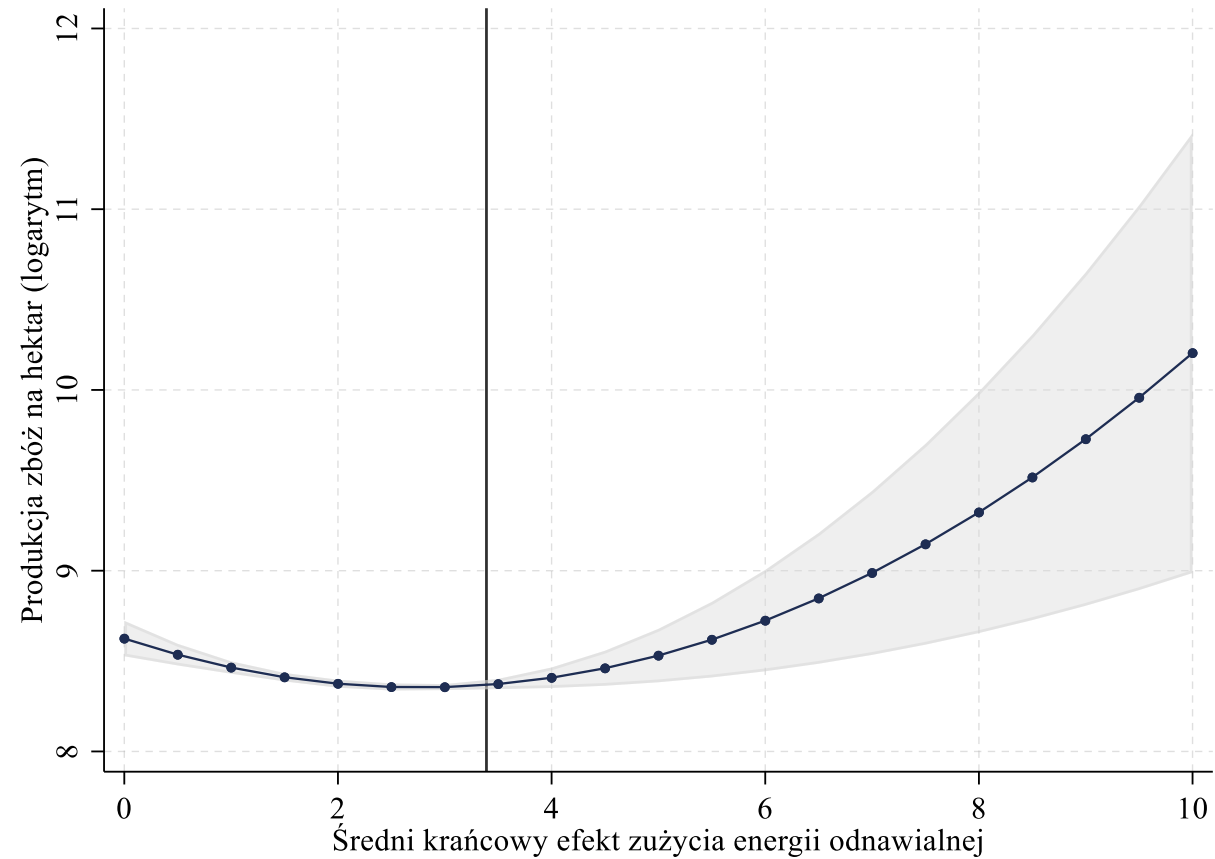
Efekty nieliniowe

Wzrost zużycia energii ma nieliniowy wpływ na plon zbóż - po osiągnięciu wykorzystania przez rolnictwo **2256.53 tys. ton ekwiwalentu ropy naftowej** wielkość plonów zaczyna stopniowo wzrastać.



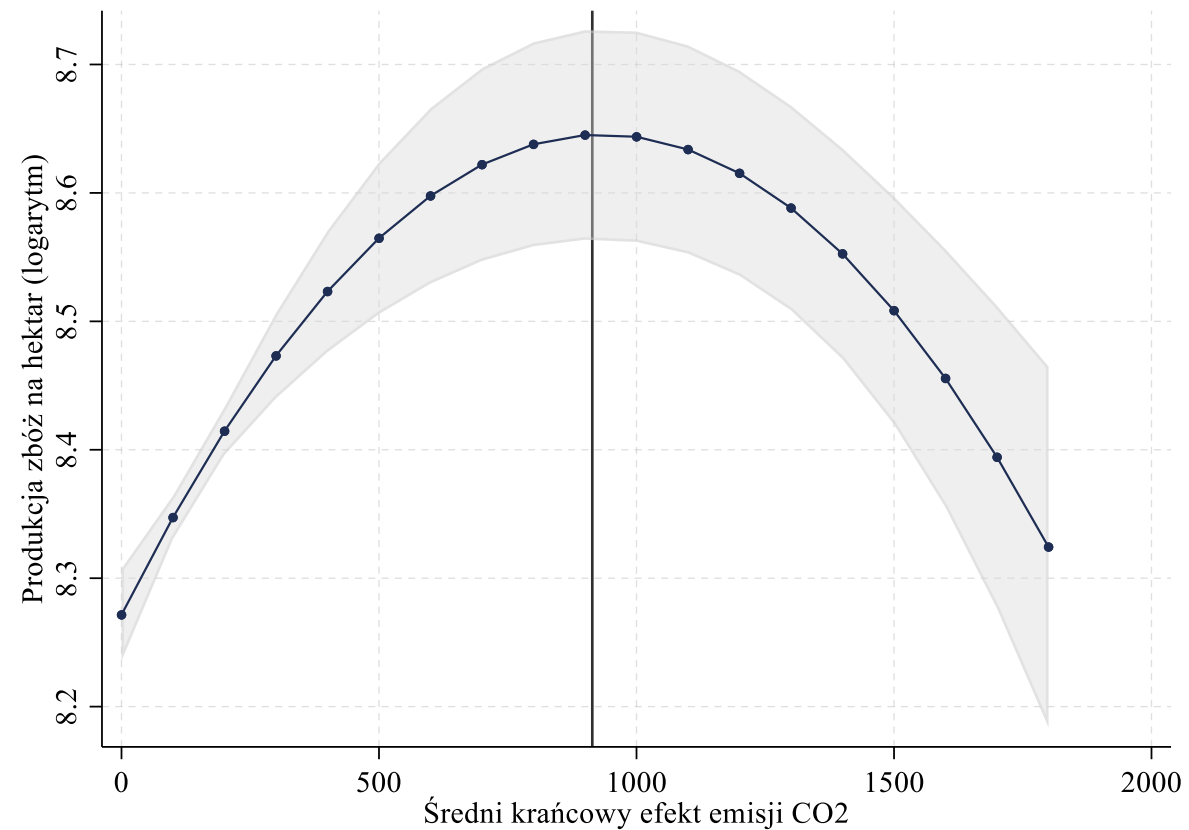
Efekty nieliniowe

Energia odnawialna ma U-kształtny wpływ na wielkość produkcji zbóż. Ogólny wzrost zużycia **energii odnawialnej o 3,39%** w badanych krajach powinien przyczynić się do wzrostu plonów zbóż.



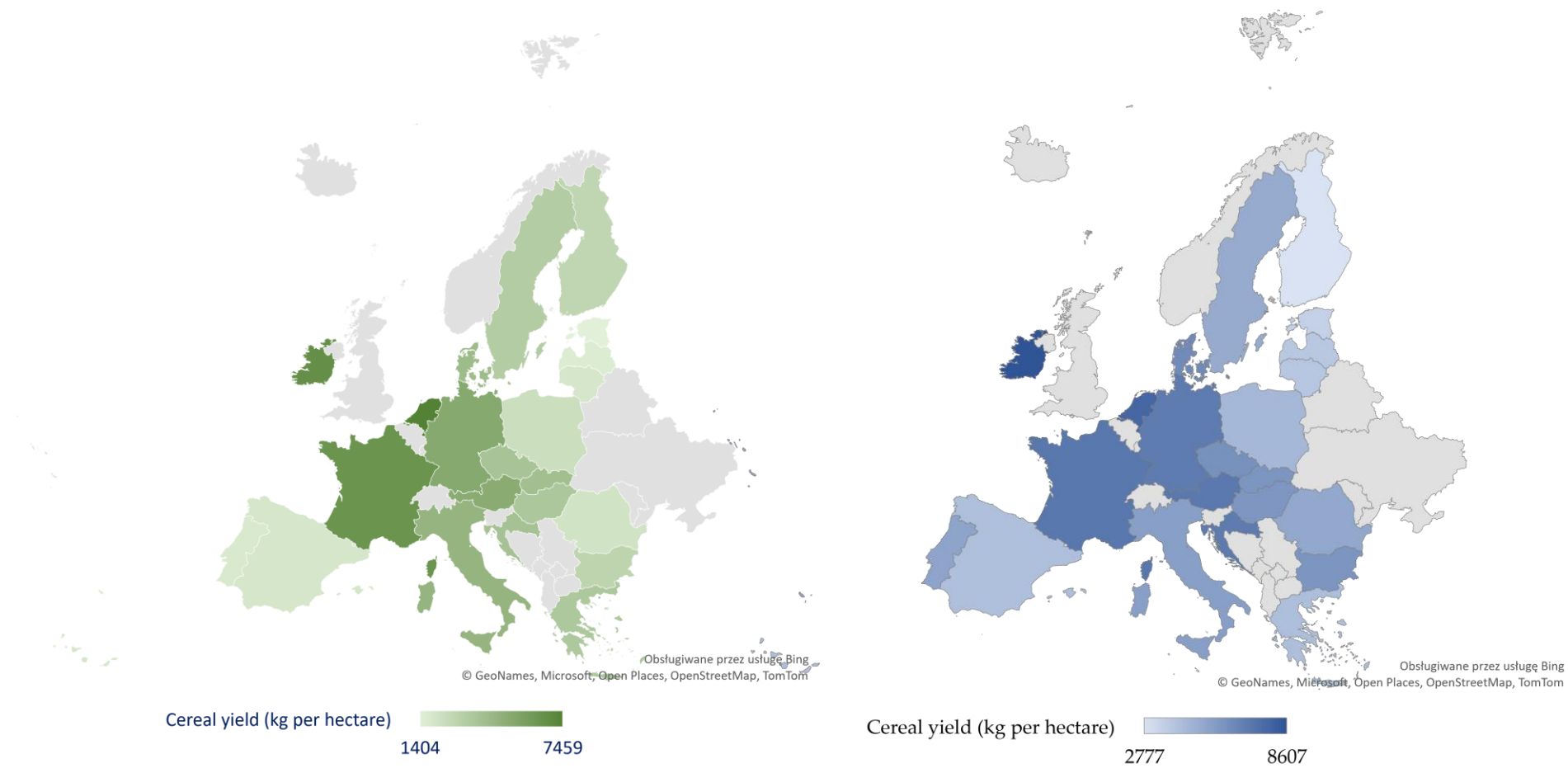
Efekty nieliniowe

Wzrost emisji CO₂ ma nieliniowy wpływ na produkcję zbóż - po przekroczeniu średniego poziomu emisji CO₂ w wielkości **914.15 kg na mieszkańca** wielkość plonów zbóż zaczyna spadać.



Wyniki w kwantylach

Rysunek 1. Wydajności uprawy zbóż w badanych krajach Unii Europejskiej w 1992 r. oraz 2021 r.



Wyniki w kwantylach - Energia

Tabela 3. Wyniki estymacji panelowej regresji kwantylowej - wpływ energii

Zmienna	Kwantyl		
	Q = 0,25	Q = 0,5	Q = 0,75
GDP	0,411***	0,356***	0,326***
LCU	0,110***	0,059**	-0,008
P	0,598***	0,512***	0,194***
T	0,192***	0,198***	0,316***
EC	-0,00028***	-0,00022***	-0,00007
EC²	6.01E-08***	4.95E-08***	1.84E-08
Const	-1,600***	0,329	3,518***
Punkt zwrotny	2329.45	2222.22	

Gdzie: CP - produkcja zbóż na hektar; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO₂ - emisja CO₂; REW - konsumpcja energii odnawialnej.

*** 1% poziom istotności, ** 5% poziom istotności

Kraje o najmniejszej wydajności w produkcji zbóż z hektara są w największym stopniu podatne na negatywne skutki związane ze zwiększaniem energii w produkcji rolnej (Q=0.25 oraz Q=0.50).

W krajach o wysokiej wydajności upraw wzrost zużycia energii nie wykazuje negatywnego wpływu na wydajność produkcji zbóż z hektara w początkowym okresie (Q=0,75).

Wyniki w kwantylach – emisja CO₂

Tabela 4. Wyniki estymacji panelowej regresji kwantylowej – wpływ emisji CO₂

Zmienna	Kwantyl		
	Q = 0,25	Q= 0,50	Q = 0,75
GDP	0,267***	0,306***	0,308***
LCU	0,088***	0,048***	0,002
P	0,668***	0,472***	0,161***
T	0,075**	0,159***	0,311***
CO ₂	0,00095***	0,00093***	0,00058***
CO ₂ ²	-5.32E-07***	-5.46E-07***	-3.30E-07***
Const	-0,351	1,114**	3,677***
Punkt zwrotny	892.86	866.66	878.78

Wzrost emisji CO₂ we wszystkich badanych kwantylach ma istotny wpływ na wydajność produkcji roślinnej zbóż.

Wzrost emisji CO₂ ma największy wpływ na produkcję zbóż z hektara w krajach o najmniejszej wydajności upraw (Q=0,25).

Najszybciej negatywnym efektem nadmiernej emisji CO₂ zostaną dotknięte kraje o umiarkowanej wydajności upraw (Q=0,50).

Gdzie: CP - produkcja zbóż na hektar; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO₂ - emisja CO₂; REW - konsumpcja energii odnawialnej.

*** 1% poziom istotności, ** 5% poziom istotności

Wyniki w kwantylach – energia odnawialna

Tabela 5. Wyniki estymacji panelowej regresji kwantylowej – wpływ energii odnawialnej

Zmienna	Kwantyl		
	Q = 0,25	Q= 0,5	Q = 0,75
GDP	0,317***	0,340***	0,337***
LCU	0,080***	0,056***	-0,003
P	0,710***	0,529***	0,214***
T	0,107***	0,183***	0,324***
REW	-0,220**	-0,272***	-0,051
REW²	0,034***	0,046***	0,005
Const	-0,630	0,722	0,856***
Punkt zwrotny	3.24	2.95	

Gdzie: CP - produkcja zbóż na hektar; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO2 - emisja CO2; REW - konsumpcja energii odnawialnej.

*** 1% poziom istotności, ** 5% poziom istotności

Wzrost zużycia energii odnawialnej największy wpływ ma na plony w krajach o niskiej wydajności upraw (Q=0,25).

Kraje o umiarkowanej wydajności upraw szybciej osiągają pozytywne skutki ze wzrostu udziału energii odnawialnej w produkcji zbóż z hektara (Q=0,50).

W krajach o wysokiej wydajności rolnictwa nie występuje istotny wpływ energii odnawialnej na wydajność produkcji zbóż z hektara.

Wyniki w kwantylach

Tabela 6. Wyniki estymacji panelowej regresji kwantylowej (analiza solidności)

Zmienna	Kwantyl		
	Q = 0,25	Q= 0,5	Q = 0,75
GDP	0,386***	0,354***	0,327***
LCU	0,107***	0,086***	0,011
P	0,530***	0,489***	0,214***
T	0,167***	0,180***	0,283*
ECP	-0,00030***	-0,00022***	-0,00012*
ECP ²	6.05E-08***	4.57E-08***	2.52E-08
CO2	0,000636**	0,000640**	0,000416**
CO2 ²	-4.16E-07**	-4.37E-07**	-2.80E-07**
REW	-0,2691**	-0,2658***	-0,0557
REW ²	0,0473**	0,0465***	0,0036
Const	-0,5128	0,4353	3,2629***

Gdzie: CP - produkcja zbóż na hektar; LCU - powierzchnia gruntów pod uprawę zbóż; P - przeciętne opady roczne; T - przeciętna temperatura roczna; EC - konsumpcja energii w sektorze rolnictwa; CO2 - emisja CO2; REW - konsumpcja energii odnawialnej.

*** 1% poziom istotności, ** 5% poziom istotności

Dyskusja

- Uzyskane wyniki potwierdzają, że wzrost gospodarczy jest czynnikiem wpływającym na wydajność produkcji zbóż w krajach Unii Europejskiej. W największym stopniu wzrost gospodarczy przyczynia się do wzrostu wydajności upraw zbóż z hektara, w krajach o niskiej i umiarkowanej wydajności (konwergencja). Uzyskane wnioski, są zgodne z Ali et al. (2019).

Na podstawie uzyskanych wyników została pozytywnie zweryfikowana hipoteza H1

- Uzyskane wyniki potwierdzają, że czynniki klimatyczne, takie jak opady czy temperatura mają znaczący i pozytywny wpływ na produkcję zbóż z hektara w krajach Unii Europejskiej, co jest zgodne z wynikami badań Attiaoui & Boufateh (2019), Nasrullah et al. (2021). Zmiany te w największym stopniu wpływają na wielkość plonów w krajach o niskiej i umiarkowanej wydajności uprawy zbóż.

Na podstawie uzyskanych wyników została pozytywnie zweryfikowana hipoteza H2

Dyskusja

- Emisja CO₂ ma nieliniowy wpływ na produkcję zbóż w krajach Unii Europejskiej. W początkowym etapie wzrost CO₂ może przyczyniać się do poprawy wydajności plonów, jednak w długim okresie zaczynają oddziaływać negatywne efekty i produkcja zbóż spada. Wyniki są niezgodne z dotychczasowymi badaniami Chandio, Jiang, Rehman et al. (2020), Kumar et al. (2021) oraz Onour (2019). Wskazane badania nie uwzględniały jednak nieliniowego wpływu emisji CO₂ na produkcję roślinną w długim okresie.

Na podstawie uzyskanych wyników została pozytywnie zweryfikowana hipoteza H3

- Uzyskane wyniki potwierdzają, że wzrost zużycia energii, w tym energii odnawialnej, ma pozytywny, choć nieliniowy wpływ na wzrost plonów. Wzrost zużycia energii w największym stopniu oddziałuje na produktywność krajów o niskiej i umiarkowanej wydajności. Wyniki te są zgodne z badaniami Chandio i in. (2018) oraz Aydoğan i Vardar (2020).

Na podstawie uzyskanych wyników została pozytywnie zweryfikowana hipoteza H4

Podsumowanie (1)

- Wzrost gospodarczy ma większy wpływ na produkcję zbóż w krajach o niskich plonach – dzięki rozwojowi gospodarek rolnictwo może uzyskiwać większe plony.
- Wzrost powierzchni upraw ma największe znaczenie w krajach o niskiej wydajności upraw, w krajach z wysokimi plonami nie oddziałuje na wielkość produkcji zbóż z hektara.
- Opady w największym stopniu wpływają na wydajność upraw w krajach o niskiej i umiarkowanej produkcji zbóż z hektara, natomiast w krajach w wysokiej wydajności nie mają dużego znaczenia (lepsze systemy nawadniania i technologia upraw).

Podsumowanie (2)

- Temperatura wpływa w największym stopniu na uprawy w krajach o wysokiej wydajności upraw, a w najmniejszym stopniu na produkcję zbóż w krajach o niskich plonach.
- Wzrost zużycia energii i energii odnawialnej w rolnictwie stanowi większe wyzwanie dla krajów o niskich i umiarkowanych wydajnościach upraw.
- Wzrost emisji CO₂ najszybciej wpłynie na produkcję zbóż w krajach o umiarkowanej wydajności upraw.

Implikacje (1)

- Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego Europy konieczna jest **redukcja CO2** w celu zwiększenia stabilności warunków klimatycznych.
- W części krajów UE w celu zwiększenia produkcji zbóż konieczne jest **zwiększenie wykorzystania zabiegów agrotechnicznych**, ale na ich potrzeby należy wykorzystywać energię odnawialną.
- Kraje o niskiej i umiarkowanej wydajności upraw powinny skupić się na **wdrażaniu postępu technologicznego** oraz walką z globalnym ociepleniem, ponieważ są najbardziej podatne na skutki globalnego ocieplenia (co stoi obecnie w sprzeczności z postawami rolników z części krajów UE protestujących przeciwko wprowadzaniu założeń Zielonego Ładu w rolnictwie).



Implikacje (2)

- Konieczne są **programy osłonowe dla producentów zbóż** finansowane z budżetu państwa w ramach wsparcia rolnictwa oraz transferów finansowych z programów pomocowych UE dla rolnictwa.
- Należy prowadzić **działania w zakresie edukacji społeczeństwa**, w szczególności mieszkańców wsi i rolników w zakresie skutków nadmiernej emisji CO₂ i negatywnych skutków zmian klimatycznych dla rolnictwa.
- Zaleca się **wdrożenie programów zmierzających do wzrostu wydajności produkcji zbóż**, a także wykorzystania większych zasobów odnawialnych źródeł energii (podejmowanie prac badawczo-rozwojowych finansowanych m.in. ze środków pomocowych UE i wprowadzanie nowych rozwiązań w tym zakresie w krajach członkowskich).



Ograniczenia i przyszłe kierunki badań

- Uwzględnienie temperatur i opadów jako zmiennych nieliniowych
- Ocena wpływu zmienności opadów i temperatury na wielkość produkcji w poszczególnych krajach UE z uwzględnieniem takich czynników jak np. jakość gleby
- Uwzględnienie wpływu krótkookresowego analizowanych w tym badaniu czynników na wielkość produkcji zbóż i bezpieczeństwo żywnościowe krajów unijnych poprzez wykorzystanie modeli ARDL CS
- Badania dla poszczególnych krajów w celu uchwycenia różnic związanych z procesem gospodarowania



Dziękujemy za uwagę!