

**FEEDING A NATION: STATE PROCUREMENT EFFICIENCY  
AND INDIA'S FOOD SECURITY**

**WYŻYWIENIE NARODU: EFEKTYWNOŚĆ ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH  
W POSZCZEGÓLNYCH STANACH A BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCIOWE INDII**

OMBIR SINGH  
ANMOL KUMAR  
RAHUL

**Citation:** Singh, O., Kumar, A., & Rahul (2026). Feeding a Nation: State Procurement Efficiency and India's Food Security / Wyżywienie narodu: efektywność zamówień publicznych w poszczególnych stanach a bezpieczeństwo żywnościowe Indii. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 387(2), 88–111. <https://doi.org/10.30858/zer/216954>

**Abstract**

**Aim:** This study examines how state-level procurement performance shapes India's food security outcomes by assessing the linkage between procurement efficiency, minimum support prices (MSPs), and Public Distribution System (PDS) offtake across major grain-producing states.

**Material and methods:** Using a panel dataset spanning 2005–2023 for rice and wheat across Punjab, Haryana, and Uttar Pradesh, random- and fixed-effects panel regressions were estimated alongside diagnostic tests for heteroskedasticity, serial correlation, and multicollinearity. Procurement efficiency was quantified through the Procurement Efficiency Ratio (PER), Contribution Ratio (CR), and Gini coefficient to track inequality and concentration trends.

**Results:** Punjab and Haryana demonstrate strong MSP responsiveness, high efficiency, and disproportionately large contributions to national grain stocks. In contrast, Uttar Pradesh under-contributes despite its production dominance, reflecting institutional bottlenecks. The Gini coefficient increased from 0.48 to 0.63, indicating rising concentration and systemic risk. Panel regression results also show that procurement significantly drives national PDS distribution, with lagged effects.

**Conclusions:** Institutional capacity not production alone determines effective procurement. Strengthening procurement systems in lagging states, diversifying sourcing regions, and embedding efficiency monitoring mechanisms are critical for enhancing equity and resilience in India's food security architecture.


**Keywords:** production, regional disparities, public distribution system, minimum support price, food security.

**JEL codes:** C10, Q10, Q13.

The authors are affiliated with the Department of Economics Planning and Development School of Humanities and Social Sciences Gautam Buddha University, Greater Noida Uttar Pradesh, India, 201312.

Ombir Singh, PhD ([odahiya@gmail.com](mailto:odahiya@gmail.com)).  <https://orcid.org/0000-0003-2367-1862>

Anmol Kumar, ([anmolkumar3006@gmail.com](mailto:anmolkumar3006@gmail.com)).  <https://orcid.org/0009-0002-0349-7780>

Rahul PhD ([rahuleconomics00@gmail.com](mailto:rahuleconomics00@gmail.com)).  <https://orcid.org/0009-0004-9017-9282>

## Abstrakt

**Cel:** W niniejszym badaniu przeanalizowano, w jaki sposób zamówienia publiczne na poziomie poszczególnych stanów kształtują sytuację w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego Indii, oceniając powiązania między efektywnością zamówień publicznych, minimalnymi cenami wsparcia (MSP) i odbiorem w ramach publicznego systemu dystrybucji (PDS) w głównych stanach produkujących zboże.

**Materiał i metody:** Korzystając z danych panelowych obejmujących lata 2005–2023 dotyczących ryżu i pszenicy w Pendżabie, Harianie i Uttar Pradesh, oszacowano modele regresji panelowej z efektami losowymi i stałymi. Przeprowadzono także testy diagnostyczne w kierunku heteroskedastyczności, korelacji szeregowej oraz multikolinearności. Efektywność zamówień publicznych określono za pomocą wskaźnika efektywności zamówień (PER), wskaźnika wkładu (CR) oraz współczynnika Giniego, w celu monitorowania tendencji w zakresie nierówności i koncentracji.

**Wyniki:** Pendżab i Haryana wykazują silną zdolność reagowania na MSP, wysoką efektywność i nieproporcjonalnie duży wkład w krajowe zasoby zbóż. Z kolei Uttar Pradesh, pomimo dominującej pozycji w zakresie produkcji, wnosi zbyt mały wkład, co skutkuje wąskimi gardłami instytucjonalnymi. Współczynnik Giniego wzrósł z 0,48 do 0,63, co wskazuje na rosnącą koncentrację i ryzyko systemowe. Wyniki regresji panelowej pokazują również, że zamówienia publiczne znacząco wpływają na krajową dystrybucję w ramach PDS, z opóźnionymi efektami.

**Wnioski:** O efektywności zamówień publicznych decydują nie tylko produkcja, ale też zdolności instytucjonalne. Wzmocnienie systemów zamówień w słabiej rozwiniętych stanach, dywersyfikacja regionów zaopatrzenia i wdrożenie mechanizmów monitorowania efektywności mają kluczowe znaczenie dla zwiększenia równości i odporności w indyjskiej architekturze bezpieczeństwa żywnościowego.

**Słowa kluczowe:** produkcja, dysproporcje regionalne, publiczny system dystrybucji, minimalna cena wsparcia, bezpieczeństwo żywnościowe.

**Kody JEL:** C10, Q10, Q13.

## Introduction

Food security remains a central policy priority in India, with the Public Distribution System (PDS) serving as the primary mechanism for ensuring equitable access to staple food grains (Pingali & Sunder, 2009). Central to the PDS is the public procurement system, which operates through Minimum Support Prices (MSPs) to incentivize farmers and stabilize agricultural markets. Since the Green Revolution, MSPs have played a critical role in increasing production, safeguarding farm incomes, and mitigating price volatility (Gulati & Cummings, 2007). However, achieving food security now depends increasingly not just on procurement volumes but on the efficiency and inclusiveness of state procurement mechanisms. Persistent concerns about the efficiency, equity, and long-term sustainability of state-level procurement systems continue to challenge the effectiveness of the PDS. A growing body of evidence highlights a spatial concentration of procurement in Punjab and Haryana, where these states contribute disproportionately to central grain reserves despite Uttar Pradesh being the largest grain producer (Parliament of India, 2021). For instance, while Punjab and Haryana together account for only a moderate share of national production, they have

## Wstęp

Bezpieczeństwo żywnościowe pozostaje priorytetem polityki w Indiach, a publiczny system dystrybucji (PDS) służy jako podstawowy mechanizm zapewniający sprawiedliwy dostęp do podstawowych zbóż jadalnych (Pingali i Sunder, 2009). Centralnym elementem PDS jest system zamówień publicznych, który działa poprzez minimalne ceny wsparcia (MSP), aby wspierać rolników i ustabilizować rynki rolne. Od czasu zielonej rewolucji, MSP odgrywały kluczową rolę w zwiększaniu produkcji, zabezpieczaniu dochodów gospodarstw rolnych i łagodzeniu zmienności cen (Gulati i Cummings, 2007). Jednak osiągnięcie bezpieczeństwa żywnościowego zależy obecnie w coraz większym stopniu nie tylko od wielkości zamówień, lecz również od skuteczności i inkluzywności ich mechanizmów w poszczególnych stanach. Utrzymujące się obawy dotyczące wydajności, równości i długoterminowej stabilności systemów zamówień na poziomie poszczególnych stanów nadal stanowią wyzwanie dla skuteczności PDS. Coraz więcej dowodów wskazuje na przestrzenną koncentrację zamówień w Pendżabie i Harianie – które mają nieproporcjonalny wkład do centralnych rezerw zboża – mimo że Uttar Pradesh jest największym producentem zboża (Parliament of India, 2021). Pendżab i Haryana łącznie odpowiadają

historically contributed between 50–70% of wheat and 28–44% of rice procured under the PDS, based on long-term FCI data (Food Corporation of India, 2023). These disparities risk reinforcing regional inequalities and placing undue pressure on surplus-producing states. Moreover, underperformance in states like Uttar Pradesh reflects deeper structural constraints, including infrastructural bottlenecks, limited farmer awareness, and weak institutional capacity (Aditya et al., 2023).

This imbalance raises a fundamental policy question: how effectively do state procurement systems translate agricultural output into national food security outcomes? While prior research has examined individual aspects such as MSP effects, procurement efficiency, or distribution gaps, many studies analyze these dimensions separately rather than within a unified framework (Chintapalli, 2023; Aditya et al., 2021). As a result, a holistic assessment that integrates price incentives, efficiency ratios, and equity indicators is needed to better understand the dynamics of procurement performance and its national implications.

Building on this context, this study makes a novel contribution by integrating econometric modeling, efficiency analysis, and inequality metrics to provide a comprehensive assessment of India's procurement systems. The paper investigates three key dimensions: (i) the impact of MSPs on procurement performance, controlling production and crop dynamics; (ii) the extent to which state-level procurement contributes to national PDS distribution; and (iii) evolving trends in procurement efficiency and equity across Punjab, Haryana, and Uttar Pradesh. Unlike prior studies, which often examine the effects of MSPs or regional disparities in isolation, this research adopts a unified analytical framework that combines multiple methodological approaches. Drawing on a panel dataset spanning 2005 to 2023, the study applies robust econometric techniques including fixed and random-effects models, as well as diagnostic tests such as the Hausman and Breusch–Pagan together with inequality indicators like the Gini coefficient and Contribution Ratio. This combined approach not only assesses procurement performance but also explains how disparities shape national food security outcomes, contributing new evidence on evolving dynamics. The insights from empirical modelling therefore help explain why some states increasingly support the national food security system while others lag. By situating these findings within the framework of the National Food Security Act (NFSA), this research provides actionable policy recommendations to improve procurement equity

jedynie za umiarkowany udział w produkcji krajowej. Historycznie przyczyniały się one do produkcji 50–70% pszenicy i 28–44% ryżu zamawianego w ramach PDS, w oparciu o długoterminowe dane FCI (Food Corporation of India, 2023). Dysproporcje te mogą wzmacniać nierówności regionalne i wywierać nadmierną presję na stany z nadwyżką. Ponadto słabe wyniki w stanach takich jak Uttar Pradesh odzwierciedlają głębsze ograniczenia strukturalne, w tym wąskie gardła infrastrukturalne, ograniczoną świadomość rolników i słaby potencjał instytucjonalny (Aditya i in., 2023).

Ta nierównowaga rodzi fundamentalne pytanie polityczne: jak skutecznie stanowe systemy zamówień publicznych przekładają produkcję rolną na krajowe wyniki w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego? Podczas gdy wcześniejsze badania umożliwiały analizę poszczególnych aspektów, takich jak efekty MSP, efektywność zamówień lub luki w dystrybucji, wiele badań analizuje te wymiary osobno, a nie w ujednoczonych ramach (Chintapalli, 2023; Aditya i in., 2021). Potrzebna jest całościowa ocena, która uwzględni zachęty cenowe, wskaźniki efektywności i wskaźniki kapitałowe, aby lepiej zrozumieć dynamikę wyników w zakresie zamówień publicznych i ich krajowe implikacje.

Opierając się na tym kontekście, niniejsze badanie można uznać za nowatorskie ze względu na integrację modelowania ekonometrycznego, analizy efektywności i wskaźników nierówności w celu zapewnienia kompleksowej oceny indyjskich systemów zamówień publicznych. W artykule przeanalizowano trzy kluczowe wymiary: (i) wpływ MSP na wyniki w zakresie zamówień, przy jednoczesnej kontroli dynamiki produkcji i upraw; (ii) zakres, w jakim zamówienia na poziomie poszczególnych stanów przyczyniają się do krajowej dystrybucji w ramach PDS; oraz (iii) zmieniające się tendencje w zakresie efektywności i równości zamówień w Pendżabie, Harianie i Uttar Pradesh. W przeciwieństwie do wcześniejszych badań, w których często analizuje się skutki MSP lub dysproporcje regionalne oddzielnie, niniejsze badanie przyjmuje ujednoczone ramy analityczne, które łączą wiele podejść metodologicznych. Opierając się na zestawie danych panelowych obejmujących lata 2005–2023, w badaniu zastosowano dokładne techniki ekonometryczne, w tym modele o stałych i losowych efektach, a także testy diagnostyczne, takie jak Hausman i Breusch–Pagan, wraz ze wskaźnikami nierówności, takimi jak współczynnik Giniego i współczynnik wkładu. Takie podejście pozwala nie tylko ocenić wyniki w zakresie zamówień, ale także wyjaśnia, w jaki sposób różnice kształtują krajowe wyniki bezpieczeństwa żywnościowego, wnosząc nowe

and long-term sustainability. The results aim to guide interventions that will strengthen underperforming regions, diversify procurement strategies, and reduce systemic vulnerabilities in India's food security architecture. Accordingly, the study contributes both empirical evidence and policy-relevant insights for enhancing the resilience and inclusivity of India's grain procurement ecosystem.

The rest of the paper is structured as follows: Section 2 provides a review of relevant literature; Section 3 outlines the data sources and methodology; Section 4 presents the empirical findings; and Section 5 concludes with key policy implications.

## Literature Review

India's food security system has evolved in tandem with agricultural price support and public procurement mechanisms. The Minimum Support Price (MSP), introduced during the Green Revolution, was designed to stabilize farm revenues and incentivize food grain production (Ganesh-Kumar et al, 2007). Over the decades, the MSP regime has expanded to cover various crops, yet its operational efficiency and distributional fairness remain widely debated (Pingali et al., 2017). Research indicates that while the MSP contributes to price stabilization and national food security, its benefits are unevenly distributed across states and farmer communities (Birthal et al., 2015; Jana, 2024). Regional procurement disparities are well documented. Punjab and Haryana, despite contributing a smaller share of India's total grain output, dominate procurement due to superior infrastructure and proactive state policies (OECD, 2018; Jana, 2024). In contrast, Uttar Pradesh, India's largest grain producer, contributes proportionately less to central procurement. These geographical imbalances raise concerns about the inclusivity and long-term sustainability of procurement-based food security policies (Kori, 2023; World Bank, 2010). State-focused procurement has also been linked to overexploitation of land and water resources, exacerbating environmental and socio-economic challenges

dowody dotyczące ewoluującej dynamiki. Dane dotyczące modelowania empirycznego pomagają zatem wyjaśnić, dlaczego niektóre stany w coraz większym stopniu wspierają krajowy system bezpieczeństwa żywnościowego, podczas gdy inne pozostają w tyle. Osadzając te ustalenia w ramach Ustawy o Krajowym Bezpieczeństwie Żywnościowym (NFSA), badanie to dostarcza praktycznych zaleceń politycznych, których wprowadzenie wpłynie na poprawę równości zamówień i długoterminowej stabilności. Wyniki mają na celu ukierunkowanie działań, które wzmocnią regiony o słabych wynikach, zdywersyfikują strategie zamówień i zmniejszą systemowe słabości w indyjskiej architekturze bezpieczeństwa żywnościowego. W związku z tym badanie zapewnia zarówno dowody empiryczne, jak i istotne z punktu widzenia polityki spostrzeżenia dotyczące zwiększenia odporności oraz inkluzywności indyjskiego ekosystemu zamówień publicznych na zboże.

Pozostała część artykułu ma następującą strukturę: część druga zawiera przegląd odpowiedniej literatury; część trzecia przedstawia źródła danych i metodologię; część czwarta przedstawia wyniki empiryczne, a część piąta podsumowuje kluczowe implikacje polityczne.

## Przegląd literatury

Indyjski system bezpieczeństwa żywnościowego ewoluował wraz z mechanizmami wsparcia cen rolnych i zamówień publicznych. Minimalna cena wsparcia (MSP), wprowadzona podczas zielonej rewolucji, została opracowana w celu ustabilizowania dochodów gospodarstw rolnych i zachęcenia do produkcji zbóż jadalnych (Ganesh-Kumar i in., 2007). Przez dziesięciolecia system MSP rozszerzył się na różne uprawy, ale jego skuteczność operacyjna i sprawiedliwość dystrybucji pozostają tematem dyskusji (Pingali i in., 2017). Badania wskazują, że chociaż MSP przyczynia się do stabilizacji cen i krajowego bezpieczeństwa żywnościowego, korzyści z niego płynące są nierównomiernie rozłożone w poszczególnych stanach i społecznościach rolników (Birthal i in., 2015; Jana, 2024). Regionalne różnice w zakresie zamówień są dobrze udokumentowane. Pendżab i Haryana, pomimo mniejszego udziału w całkowitej produkcji zboża w Indiach, dominują w zamówieniach ze względu na lepszą infrastrukturę i proaktywną politykę stanową (OECD, 2018; Jana, 2024). Z kolei Uttar Pradesh, największy producent zboża w Indiach, wnosi proporcjonalnie mniejszy wkład w zamówienia na szczeblu centralnym. Te nierówności geograficzne budzą obawy co do inkluzywności i długoterminowej stabilności polityki bezpieczeństwa żywnościowego opartej

(World Bank, 2010; Kori, 2023). Empirical findings on the relationship between MSP and procurement are mixed. Misra (2022) documents a positive correlation between increases in MSP and procurement volumes, while von Aditya (2017) emphasizes the mediating role of market infrastructure and farmer awareness. Thus, infrastructure, awareness, and institutional capacity mediate how MSP incentives translate into procurement outcomes. Access to procurement points remains uneven, with small and marginal farmers often excluded from fully benefiting from MSP schemes (Krishnaswamy, 2018; von Aditya, 2017). However, these analyses often treat procurement behavior, farmer welfare, and food security outcomes as separate elements rather than interdependent processes.

While these studies highlight important linkages, they seldom quantify how state procurement efficiency interacts with PDS outcomes, leaving the relationship empirically underexplored. Methodologically, panel data econometrics has been widely employed to examine the MSP-procurement nexus and regional policy effects. Conventional approaches such as fixed-effects and random-effects models remain fundamental for addressing unobserved heterogeneity and autocorrelation in longitudinal data (Baltagi, 2013; Wooldridge, 2010; Greene, 2018). Diagnostic tools like the Variance Inflation Factor (VIF), Breusch–Pagan, and Wooldridge tests are routinely applied to validate model robustness (Hsiao, 2014; Croissant & Millo, 2008). Beyond production and procurement, scholarly attention has also focused on the linkage between state-level procurement and national Public Distribution System (PDS) distribution. The PDS is a core component of India's food security architecture, with its effectiveness closely linked to procurement efficiency in surplus states. Drèze and Khera (2017) note that NFSA-led reforms improved transparency and targeting, yet uneven procurement performance continues to result in unequal PDS benefits across states (Kumar et al., 2017). To evaluate both efficiency and equity, researchers often apply indicators such as the Procurement Efficiency Ratio (PER), Contribution Ratio (CR), and inequality metrics like the Gini coefficient. These studies collectively caution against overreliance on a few procurement-dominant states and advocate for targeted policy interventions in underperforming regions. Most recently, Shresth et al. (2024) contend that persistent procurement imbalances may reinforce rural poverty and compromise national food security. However, most applications focus on either price incentives or efficiency metrics alone, rather than integrating procurement, equity, and distributional outcomes within one framework.

na zamówieniach (Kori, 2023; World Bank, 2010). Zamówienia skoncentrowane na poszczególnych stanach były powiązane także z nadmierną eksploatacją gruntów i zasobów wodnych, co zaostrzyło wyzwania środowiskowe i społeczno-gospodarcze (World Bank, 2010; Kori, 2023). Ustalenia empiryczne dotyczące związku między MSP a zamówieniami publicznymi są niejednoznaczne. Misra (2022) dokumentuje pozytywną korelację między wzrostem MSP a wielkością zamówień, podczas gdy von Aditya (2017) podkreśla pośredniczącą rolę infrastruktury rynkowej i świadomości rolników. Tak więc infrastruktura, świadomość i zdolności instytucjonalne pośredniczą w tym, jak zachęty MSP przekładają się na wyniki w zakresie zamówień. Dostęp do punktów zamówień publicznych pozostaje nierówny, a drobni i marginalni rolnicy często nie mogą w pełni korzystać z programów MSP (Krishnaswamy, 2018; von Aditya, 2017). Jednakże te analizy często traktują zachowania związane z zamówieniami publicznymi, dobrobyt rolników oraz wyniki w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego jako odrębne elementy, a nie jako procesy współzależne.

Chociaż badania te podkreślają ważne powiązania, rzadko określają ilościowo, w jaki sposób efektywność zamówień publicznych współdziała z wynikami PDS, pozostawiając tę relację empirycznie niezbadaną. Z metodologicznego punktu widzenia, ekonometria danych panelowych była szeroko stosowana do badania powiązań między MSP a zamówieniami publicznymi oraz skutków polityki regionalnej. Konwencjonalne podejścia, takie jak modele z ustalonymi i losowymi efektami, pozostają fundamentalne dla uwzględnienia nieobserwowanej heterogeniczności i autokorelacji w danych podłużnych (Baltagi, 2013; Wooldridge, 2010; Greene, 2018). Narzędzia diagnostyczne, takie jak współczynnik inflacji wariancji (VIF), testy Breuscha–Pagana i Wooldridge'a są rutynowo stosowane do walidacji odporności modelu (Hsiao, 2014; Croissant i Millo, 2008). Poza produkcją i zamówieniami publicznymi, badania naukowe koncentrowały się również na powiązaniu między zamówieniami publicznymi na poziomie poszczególnych stanów a krajową dystrybucją w ramach publicznego systemu dystrybucji (PDS). PDS jest kluczowym elementem indyjskiej architektury bezpieczeństwa żywnościowego, a jego skuteczność jest ściśle powiązana z efektywnością zamówień w stanach z nadwyżkami. Drèze i Khera (2017) zauważają, że reformy prowadzone na podstawie NFSA poprawiły przejrzystość i ukierunkowanie, ale nierówne wyniki w zakresie zamówień nadal skutkują nierównymi korzyściami

Few studies combine econometric modeling, state-level efficiency ratios, and inequality metrics to assess how procurement disparities shape national food security outcomes. This study addresses this gap by adopting a unified analytical framework that integrates these dimensions.

## Data and Methodology

This study provides the empirical results on Minimum Support Price (MSP) dynamics, state procurement of rice and wheat, and their effects on India's food security architecture in 2005–2023. The analysis is based on an evenly weighted panel dataset with 108 observations (18 years  $\times$  3 states  $\times$  2 crops), permitting strong tests of procurement trends as well as factors determining them.

This study employs a balanced panel dataset for the three agriculturally dominant Indian states of Punjab, Haryana, and Uttar Pradesh. These states were purposively selected due to their distinct procurement patterns within India's food security system. Punjab and Haryana, although relatively smaller in geographical size, have historically contributed disproportionately to central grain reserves compared to their share of national production. In contrast, Uttar Pradesh, despite being the largest grain-producing state, has a significantly lower procurement-to-production ratio, indicating structural inefficiencies and policy constraints (Birthal et al., 2015; Gulati & Cummings, 2007; Kori, 2023). These contrasts provide a natural comparative design for assessing efficiency, equity, and systemic imbalance in India's procurement system. The analysis focuses on two major staple crops – wheat and rice – which

płynącymi z PDS w różnych stanach (Kumar i in., 2017). Aby ocenić zarówno efektywność, jak i równość, badacze często stosują wskaźniki takie jak współczynnik efektywności zamówień (PER), współczynnik wkładu (CR) oraz wskaźniki nierówności, takie jak współczynnik Giniego. Badania te wspólnie przestrzegają przed nadmiernym poleganiem na kilku stanach dominujących w zakresie zamówień publicznych i opowiadają się za ukierunkowanymi interwencjami politycznymi w regionach o słabszych wynikach. Shresth i in. (2024) stwierdzili, że utrzymująca się nierównowaga w zamówieniach może zwiększać ubóstwo na obszarach wiejskich i zagrażać krajowemu bezpieczeństwu żywnościowemu. Jednak większość zastosowań koncentruje się albo na zachętach cenowych, albo na samych wskaźnikach efektywności, zamiast uwzględnić wyniki w zakresie zamówień, równości i dystrybucji w ramach jednej struktury.

Niewiele badań łączy modelowanie ekonometryczne, wskaźniki efektywności poszczególnych stanów i wskaźniki nierówności, aby ocenić, w jaki sposób różnice w zamówieniach kształtują krajowe wyniki w zakresie bezpieczeństwa żywnościowego. Niniejsze badanie wypełnia tę lukę, przyjmując ujednoczone ramy analityczne, które uwzględniają ww. metody.

## Dane i metodologia

Niniejsze badanie przedstawia empiryczne wyniki dotyczące dynamiki cen minimalnego wsparcia (MSP), zamówień na ryż i pszenicę w poszczególnych stanach oraz ich wpływu na strukturę bezpieczeństwa żywnościowego Indii w latach 2005–2023. Analiza opiera się na równomiernie ważonym zestawie danych panelowych ze 108 obserwacjami (18 lat  $\times$  3 stany  $\times$  2 uprawy), co pozwala na przeprowadzenie dokładnych testów tendencji w zakresie zamówień, a także czynników je determinujących.

W niniejszym badaniu wykorzystano zrównoważony zestaw danych panelowych dotyczących trzech dominujących pod względem rolnictwa indyjskich stanów: Pendżab, Haryana i Uttar Pradesh. Stany te wybrano celowo ze względu na ich odrębne schematy zamówień w ramach indyjskiego systemu bezpieczeństwa żywnościowego. Pendżab i Haryana, choć stosunkowo mniejsze pod względem geograficznym, w przeszłości wносиły nieproporcjonalnie duży wkład w centralne rezerwy zboża w porównaniu z ich udziałem w produkcji krajowej. Z kolei Uttar Pradesh, mimo że jest największym stanem produkującym zboże, ma znacznie niższy stosunek zamówień do produkcji, co wskazuje na nieefektywność strukturalną i ograniczenia polityczne (Birthal i in., 2015; Gulati i Cummings, 2007; Kori, 2023).

dominate procurement activities under the Food Corporation of India (FCI). Minimum Support Price (MSP) data were sourced from the Commission for Agricultural Costs and Prices (CACP), while procurement and offtake data were obtained from the Ministry of Consumer Affairs and FCI annual reports (Government of India, 2023). Production figures were collected from the Directorate of Economics and Statistics under the Ministry of Agriculture. Rice and wheat are selected because they account for more than 85% of total central procurement volumes under the PDS/NFSA framework and therefore represent the core commodities through which India's procurement efficiency and national food security outcomes are operationalised.

Institutional differences in Agricultural Produce Market Committees (APMCs) across these states also shape procurement outcomes. Punjab and Haryana have more centralised and procurement-oriented mandi systems under the APMC structure, with assured purchase, aggregation centres, and clearer farmer-agent linkages. Uttar Pradesh has a more fragmented market structure, lower mandi density per farmer population, and weaker signaling between MSP announcements and farmer-level access to procurement. These varying APMC structures impact farmer participation incentives, transaction costs, and, therefore, procurement efficiency, hence justifying their inclusion in the analytical framing of the study.

To examine the relationship between MSP and public procurement levels, a panel regression model was employed using both Fixed Effects (FE) and Random Effects (RE) specifications. The adoption of panel data models becomes methodologically suitable for this study, wherein the procurement outcomes are changing over time and differ across states. In panel frameworks, the advantage of controlling for unobservable states-specific heterogeneity – like governance, institutional capacity, or political commitment – that can thereby not be captured through cross-sectional analysis is well reflected (Baltagi, 2008; Wooldridge, 2010). Fixed- and random-effects specifications are widely used within agricultural policy and food security research in which outcomes are shaped both through structural characteristics and temporal effects (Greene, 2018; Hsiao, 2014). Relatedly, BIRTHAL et al. (2015), ADITYA et al. (2021), and PANIGRAHI & PATHAK (2015) also conduct panel modeling to study market linkages and procurement performance. The approach adopted in the study is thus aligned with some established empirical practices and suitable for capturing state-level dynamics in procurement and distribution behavior. The general regression equation is as follows:

Te rozbieżności stanowią naturalną podstawę oceny efektywności, równości i nierównowagi systemowej w indyjskim systemie zamówień publicznych. Analiza koncentruje się na dwóch głównych roślinach podstawowych – pszenicy i ryżu – które dominują w działalności związanej z zamówieniami w ramach Food Corporation of India (FCI). Dane dotyczące minimalnej ceny wsparcia (MSP) pochodzą z Komisji ds. Kosztów i Cen Rolnych (CACP), natomiast dane dotyczące zamówień i odbioru uzyskano z rocznych sprawozdań Ministerstwa Spraw Konsumenckich i FCI (Government of India, 2023). Dane dotyczące produkcji pochodzą z Dyrekcji ds. Ekonomii i Statystyki Ministerstwa Rolnictwa. Wybrano ryż i pszenicę, ponieważ stanowią one ponad 85% całkowitej wielkości zamówień na szczeblu centralnym w ramach PDS/NFSA, a zatem reprezentują podstawowe towary, za pośrednictwem których osiąga się efektywność zamówień w Indiach i wyniki w zakresie krajowego bezpieczeństwa żywnościowego.

Różnice instytucjonalne w Komitetach ds. Rynku Produktów Rolnych (APMC) w tych stanach również kształtują wyniki w zakresie zamówień. Pendżab i Haryana dysponują bardziej scentralizowanymi i zorientowanymi na zamówienia systemami mandiw ramach struktury APMC, z zapewnionym zakupem, centrami agregacji i wyraźniejszymi powiązaniem między rolnikami a pośrednikami. Uttar Pradesh cechuje się bardziej rozdrobnioną strukturą rynku, niższą gęstością mandiw w przeliczeniu na populację rolników oraz słabszym powiązaniem między ogłoszeniami MSP a dostępem rolników do zamówień. Te zróżnicowane struktury APMC wpływają na zachęty do uczestnictwa rolników, koszty transakcyjne, a tym samym na efektywność zamówień, co uzasadnia ich włączenie w ramy analityczne badania.

Aby zbadać związek między MSP a poziomami zamówień publicznych, zastosowano panelowy model regresji, wykorzystując zarówno specyfikacje efektów stałych (FE), jak i efektów losowych (RE). Przyjęcie modeli danych panelowych staje się metodologicznie odpowiednie dla tego badania, w którym wyniki zamówień zmieniają się w czasie i różnią się w zależności od stanu. W ramach analiz panelowych dobrze uwidacznia się zaleta kontrolowania nieobserwowalnej, specyficznej dla poszczególnych stanów heterogeniczności – takiej jak zarządzanie, zdolności instytucjonalne czy zaangażowanie polityczne – której nie da się uchwycić w analizie przekrojowej (Baltagi, 2008; Wooldridge, 2010). Specyfikacje z efektami stałymi i losowymi są powszechnie stosowane w badaniach nad polityką rolną i bezpieczeństwem żywnościowym, w których wyniki kształtowane są zarówno przez cechy strukturalne, jak i efekty czasowe (Greene, 2018; Hsiao, 2014). W związku z tym

Birthal i in. (2015), Aditya i in. (2021) oraz Panigrahi i Pathak (2015) również przeprowadzają modelowanie panelowe, by zbadać powiązania rynkowe i wyniki w zakresie zamówień. Przyjęte w badaniu podejście jest zatem zgodne z ustalonymi praktykami empirycznymi i odpowiednie do uchwycenia dynamiki zjawisk związanych z zamówieniami i dystrybucją w poszczególnych stanach. Ogólne równanie regresji przedstawia się następująco:

$$Procurement_{it} = \beta_0 + \beta_1 MSP_{it} + \beta_2 Production_{it} + \beta_3 Crop_{it} + u_{it} \quad (1)$$

where:  $Procurement_{it}$  is the amount procured in state  $i$  in year  $t$ ,  $MSP_{it}$  is the minimum support price declared for the crop,  $Production_{it}$  is the total production of wheat or rice in the state-year,  $Crop_{it}$  is a dummy variable (1 if the crop is wheat, 0 if the crop is rice), and  $u_{it}$  is the error term. The Hausman test was used to determine whether the FE or RE estimator was more appropriate (Hsiao, 2014), and clustered robust standard errors were applied to account for potential heteroskedasticity and serial correlation (Wooldridge, 2010; Baltagi, 2013).

To assess how state-level procurement influences national Public Distribution System (PDS) offtake, the following model was estimated:

gdzie:  $Procurement_{it}$  oznacza ilość zamówioną w stanie  $i$  w roku  $t$ ,  $MSP_{it}$  to minimalna cena wsparcia ogłoszona dla uprawy,  $Production_{it}$  to całkowita produkcja pszenicy lub ryżu w stanie w danym roku,  $Crop_{it}$  to zmienna wskaźnikowa (1, jeśli uprawa to pszenica, 0, jeśli uprawa to ryż), a  $u_{it}$  to składnik losowy. Do określenia, który estymator – FE czy RE – jest bardziej odpowiedni, zastosowano test Hausmana (Hsiao, 2014), a w celu uwzględnienia potencjalnej heteroskedastyczności i korelacji szeregów czasowych zastosowano skumulowane odporne odchylenia standardowe (Wooldridge, 2010; Baltagi, 2013).

Aby ocenić, w jaki sposób zamówienia na poziomie poszczególnych stanów wpływają na odbiór w ramach krajowego publicznego systemu dystrybucji (PDS), oszacowano następujący model:

$$Offtake_t = \gamma_0 + \gamma_1 Procurement_{it} + \gamma_2 NFSAt + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

where:  $Offtake_t$  is the national PDS off-take,  $Procurement_{it}$  is the procurement from state  $i$  in period  $t$ ,  $NFSAt$  is a dummy variable for implementation of the NFSA (1 for post-2013, 0 otherwise),  $u_i$  denotes state-specific effects, and  $\epsilon_{it}$  is the idiosyncratic error term. A lagged model was also run to account for delayed impacts of procurement on national distribution, given by:

gdzie:  $Offtake_t$  oznacza krajowy odbiór w ramach PDS,  $Procurement_{it}$  to zamówienia ze stanu  $i$  w okresie  $t$ ,  $NFSAt$  to zmienna wskaźnikowa dla wdrożenia Ustawy o Krajowym Bezpieczeństwie Żywnościowym (NFSA, 1 dla okresu po 2013 r., 0 w przeciwnym razie),  $u_i$  oznacza efekty specyficzne dla stanu, a  $\epsilon_{it}$  to składnik losowy. Oszacowano także model opóźniony, aby uwzględnić opóźnione skutki zamówień na krajową dystrybucję, przedstawiony następująco:

$$Offtake_t = \delta_0 + \delta_1 Procurement_{t-1} + \delta_2 NFSAt + vit \quad (3)$$

where:  $Procurement_{t-1}$  refers to one-period lagged levels of procurement Kumar & Parappurathu (2014) and Misra (2022). To assess procurement efficiency and fairness among the three states, various performance measures were calculated. Procurement Efficiency Ratio (PER) was calculated as:

gdzie:  $Procurement_{t-1}$  odnosi się do poziomów zamówień z opóźnieniem jednego okresu (Kumar i Parappurathu, 2014; Misra, 2022). Aby ocenić efektywność i sprawiedliwość zamówień w trzech stanach, obliczono różne miary wydajności. Współczynnik efektywności zamówień (PER) obliczono jako:

$$PER_{it} = \left( \frac{Procurement_{it}}{Production_{it}} \right) \times 100 \quad (4)$$

where:  $PER_{it}$  indicates the percentage of production procured by the government in state  $i$  at year  $t$ . The higher PER indicates more efficient procurement in comparison to production levels. The Contribution Ratio (CR) was approximated to reflect the over- or under-representation of states in central procurement compared to their output. It is calculated as:

$$CR_{it} = \frac{\text{Procurement Share}_{it}}{\text{Production Share}_{it}} \quad (5)$$

where: Procurement  $Share_{it}$  is a state's procurement as a fraction of national procurement, and Production  $Share_{it}$  is a state's production as a fraction of national production. CR values higher than one reveal that a state contributes more to procurement than its relative production share, indicating a policy bias (Kumar & Parappurathu, 2014). Distributional inequality in procurement among states was examined using the Gini coefficient, given by:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|}{2n^2 \bar{x}} \quad (6)$$

where:  $x_i$  and  $x_j$  are states' procurement levels for states  $i$  and  $j$ ,  $n$  represents the number of states, and  $\bar{x}$  is the average procurement. More concentration of procurement in a small number of states is indicated by a greater value of Gini, highlighting public procurement operations' systemic inequality (Khera 2011). All econometric estimations, diagnostic tests, and visualizations – including trend analysis, heatmaps, and Lorenz curves – were conducted using R software (version 4.3.0), which offers robust tools for panel data analysis and visualization (Croissant & Millo, 2008). To ensure robustness, diagnostic tests were performed, including the Variance Inflation Factor (VIF) for multicollinearity, the Breusch–Pagan test for heteroskedasticity, and the Wooldridge test for serial correlation in panel data (Greene, 2018; Stock & Watson, 2012).

## Results and Discussion

### Descriptive Results – Procurement Responsiveness

Empirical analysis reflects that procurement responsiveness varies markedly across the states studied. The descriptive and regression-based trends clearly show high heterogeneity across the selected states. While the states of Punjab and Haryana are

gdzie:  $PER_{it}$  wskazuje procent produkcji zakupionej przez rząd w stanie  $i$  w roku  $t$ . Wyższa wartość PER oznacza bardziej efektywne zamówienia w porównaniu do poziomów produkcji. Współczynnik wkładu (CR) oszacowano w celu odzwierciedlenia nadmiernej lub niedostatecznej reprezentacji poszczególnych stanów w zamówieniach na szczeblu centralnym w porównaniu do ich produkcji. Oblicza się go jako:

gdzie: Procurement  $Share_{it}$  to udział zamówień danego stanu w zamówieniach krajowych, a Production  $Share_{it}$  to udział produkcji danego stanu w produkcji krajowej. Wartości CR większe niż jeden wskazują, że stan wnosi większy wkład w zamówienia niż wynikałoby to z jego względnego udziału w produkcji, co może wskazywać na stronniczość polityki (Kumar i Parappurathu, 2014). Nierówności dystrybucyjne w zamówieniach między stanami zbadano przy użyciu współczynnika Giniego, określonego jako:

gdzie:  $x_i$  i  $x_j$  to poziomy zamówień w stanach  $i$  oraz  $j$ ,  $n$  oznacza liczbę stanów, a  $\bar{x}$  to średni poziom zamówień. Większa koncentracja zamówień w niewielkiej liczbie stanów jest wskazywana przez wyższą wartość współczynnika Giniego, co podkreśla systemową nierówność w zamówieniach publicznych (Khera, 2011). Wszystkie estymacje ekonometryczne, testy diagnostyczne i wizualizacje – w tym analiza tendencji, mapy cieplne oraz krzywe Lorenza – zostały wykonane przy użyciu oprogramowania R (wersja 4.3.0), które oferuje solidne narzędzia do analizy danych panelowych i wizualizacji (Croissant i Millo, 2008). Aby zapewnić rzetelność, przeprowadzono testy diagnostyczne, w tym współczynnik inflacji wariacji (VIF) w odniesieniu do multikolinearności, test Breuscha–Pagana w odniesieniu do heteroskedastyczności oraz test Wooldridge'a w odniesieniu do korelacji szeregów czasowych w danych panelowych (Greene, 2018; Stock i Watson, 2012).

## Wyniki i dyskusja

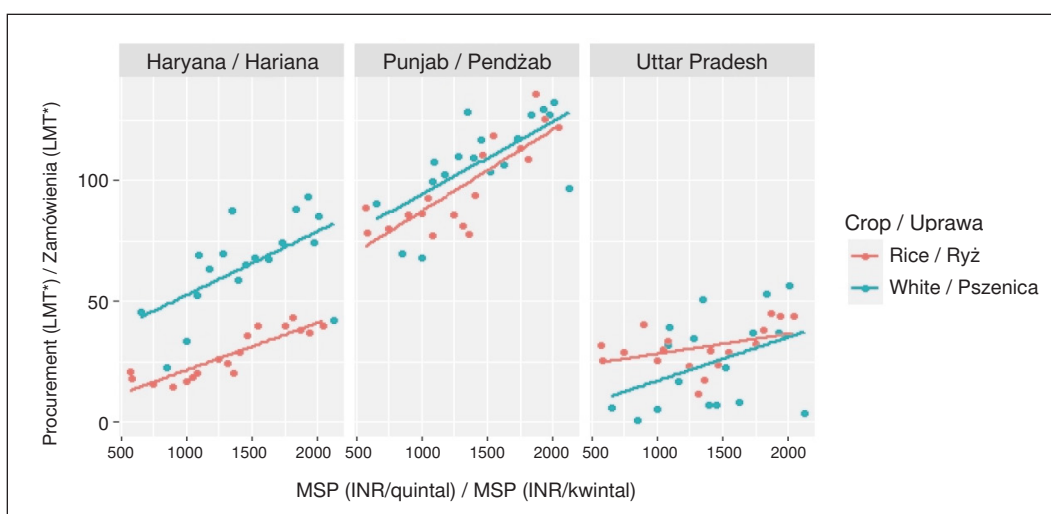
### Wyniki opisowe – Responsywność w zakresie zamówień publicznych

Analiza empiryczna pokazuje, że responsywność w zakresie zamówień publicznych znacząco się różni między badanymi stanami. Tendencje opisowe i oparte na regresji wyraźnie wskazują na dużą heterogeniczność wśród wybranych stanów.

characterized by a strong positive relationship between MSP and volumes procured, in Uttar Pradesh, this relationship is considerably weaker, especially for rice. The slopes of the regression lines indicate that procurement in the States of Punjab and Haryana is far more responsive to MSP compared with Uttar Pradesh, implying that price incentives function far more strongly in the former (Figure 1). These findings are partially supported by prior literature that suggests greater MSP transmission and farmer participation in states dominated by procurement (Kori, 2023; Gulati & Cummings, 2007).

Stany Pendżab i Haryana charakteryzują się silną dodatnią zależnością między MSP a wolumenami zamówień, podczas gdy w Uttar Pradesh ta zależność jest znacznie słabsza, szczególnie w przypadku ryżu. Nachylenia linii regresji wskazują, że zamówienia publiczne w stanach Pendżab i Haryana są o wiele bardziej wrażliwe na MSP w porównaniu z Uttar Pradesh, co sugeruje, że bodźce cenowe działają silniej w pierwszych dwóch stanach (wykr. 1). Ustalenia te są częściowo poparte wcześniejszą literaturą, która sugeruje większą transmisję MSP i udział rolników w stanach zdominowanych przez zamówienia (Kori, 2023; Gulati i Cummings, 2007).

**Figure 1. MSP versus procurement by state and crop**  
**Wykres 1. MSP a zamówienia według stanu i uprawy**



\* Lakh Metric Tonne / Tony lakh. 1 LMT = 100,000 t

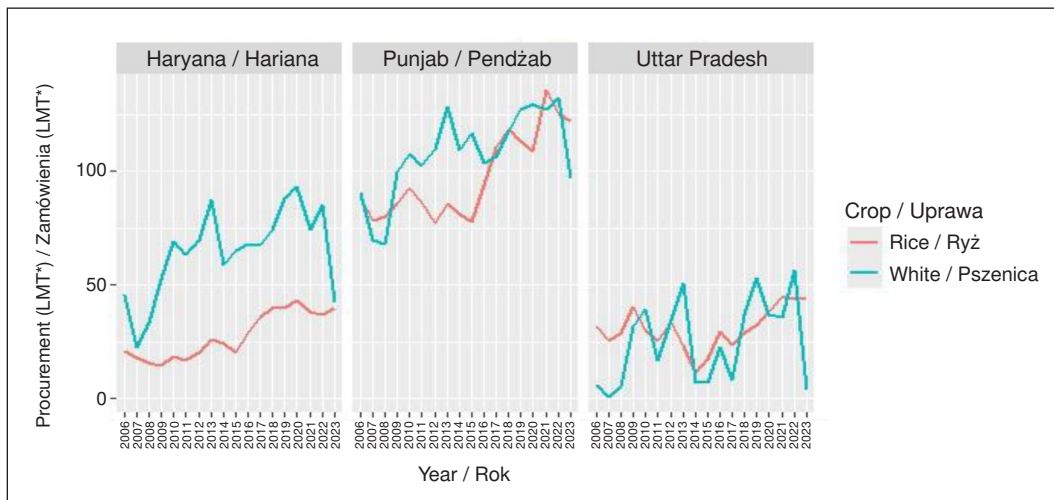
Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

Temporal trends reinforce such dynamics. Procurement in Punjab and Haryana reflects a consistent rising trend over the study period, especially for wheat, whereas Uttar Pradesh reflects unpredictable fluctuations in both rice and wheat procurement (Figure 2). These contrasts suggest variations in state-level procurement efficacy and identify infrastructural and institutional capacity as playing a crucial role in influencing procurement outcomes. In contrast to MSP trends (Figure 3), the data reflects the almost linear growth of MSPs, as well as procurement volumes, for Punjab and Haryana, and attest to the success of consistent policy initiative in surplus states. Uttar Pradesh's weaker MSP-procurement nexus indicates structural constraints, poor procurement infrastructure, and poor market access to farmers.

Tymczasowe tendencje wzmacniają taką dynamikę. Zamówienia publiczne w stanach Pendżab i Haryana wykazują konsekwentny wzrost w okresie badania, szczególnie w przypadku pszenicy, podczas gdy w Uttar Pradesh obserwuje się nieprzewidywalne wahania zarówno w zamówieniach ryżu, jak i pszenicy (wykr. 2). Te rozbieżności sugerują zróżnicowanie efektywności zamówień na poziomie stanów i wskazują, że infrastruktura oraz zdolności instytucjonalne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu wyników w zakresie zamówień. W przeciwieństwie do tendencji w zakresie MSP (wykr. 3), dane odzwierciedlają niemal liniowy wzrost MSP oraz wolumenów zamówień w stanach Pendżab i Haryana, potwierdzając skuteczność konsekwentnych inicjatyw politycznych w stanach z nadwyżkami. Z kolei słabsze powiązanie MSP z zamówieniami w stanie Uttar Pradesh wskazuje na ograniczenia strukturalne, słabą infrastrukturę zamówień oraz utrudniony dostęp rolników do rynku.

**Figure 2. Procurement trend over time by state and crop**  
**Wykres 2. Tendencje w zamówieniach w czasie według stanu i uprawy**



\* 1 LMT = 100,000 t

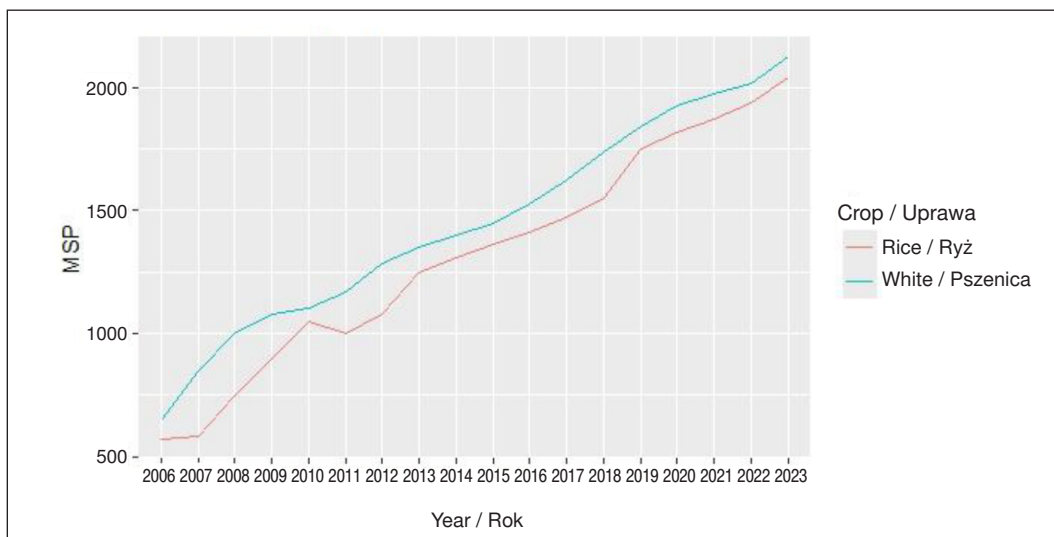
Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

This pattern indicates that stable procurement institutions enable smoother transmission of price incentives into procurement outcomes, whereas procurement volatility in Uttar Pradesh reflects weak institutional capacity and inadequate market access.

Schemat ten wskazuje, że stabilne instytucje zajmujące się zamówieniami umożliwiają płynniejsze przenoszenie bodźców cenowych na wyniki w zakresie zamówień, podczas gdy zmienność zamówień w Uttar Pradesh odzwierciedla słabe zdolności instytucjonalne oraz niedostateczny dostęp rolników do rynku.

**Figure 3. MSP trend over time by state and crop**  
**Wykres 3. Tendencje w zakresie MSP w czasie według stanu i uprawy**



Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

### Determinants of Procurement Performance – Production, Market Capacity, and Institutions

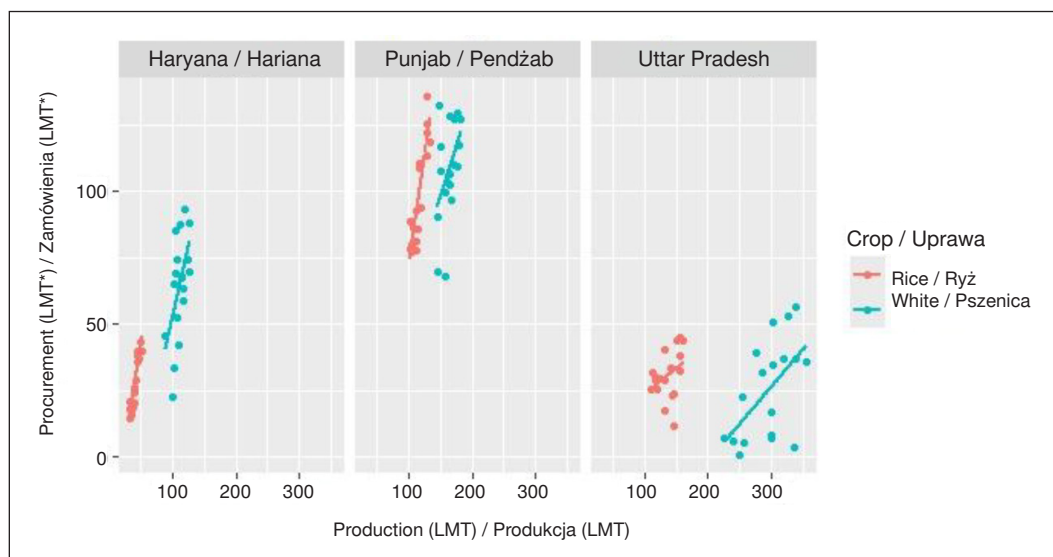
Extended analysis of production dynamics also shed more light on the procurement performance. Significant linear relationships between production and procurement in Punjab and Haryana suggest these states perform well in transforming agricultural production into public procurement. Nonetheless, the less strong relationship witnessed in Uttar Pradesh emphasizes concerns regarding operational inefficiencies and market linkages gaps (Figure 4). To investigate whether production dynamics determine procurement trends, Figure 4 shows production vs. procurement for each crop and state. The Figure shows strong linear correlation in Punjab and Haryana, reflecting that production levels effectively get converted into procurement. In Uttar Pradesh, the weaker relationship reflects possibly the existence of bottlenecks in the procurement infrastructure or market access.

### Czynniki determinujące efektywność zamówień – produkcja, możliwości rynkowe i instytucje

Rozszerzona analiza dynamiki produkcji pozwala również lepiej zrozumieć efektywność zamówień. Znaczące liniowe zależności między produkcją a zamówieniami w stanach Pendżab i Haryana sugerują, że stany te dobrze przekształcają produkcję rolniczą w zamówienia publiczne. Niemniej jednak słabsza zależność obserwowana w Uttar Pradesh podkreśla obawy dotyczące nieefektywności operacyjnej i luk w powiązaniach rynkowych (wykr. 4). Aby zbadać, czy dynamika produkcji determinuje tendencje w zamówieniach, wykres 4 przedstawia zależność między produkcją a zamówieniami dla każdej uprawy i stanu. Wykres pokazuje silną korelację liniową w stanach Pendżab i Haryana, co wskazuje, że poziomy produkcji skutecznie przekładają się na zamówienia. W Uttar Pradesh słabsza zależność może odzwierciedlać istnienie wąskich gardeł w infrastrukturze zamówień lub w dostępie do rynku.

Figure 4. Production versus procurement by state and crop

Wykres 4. Produkcja a zamówienia według stanu i uprawy



\* 1 LMT = 100,000 t

Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

This gap reinforces the interpretation that procurement constraints arise not from insufficient production but from structural bottlenecks preventing effective farm-to-procurement conversion. Panel regression equations were estimated to provide measures of these associations. FE and RE models were compared. The Hausman specification test supported the RE model ( $\chi^2 = 0.00$ ,  $p = 1.000$ ),

Ta luka wzmacnia interpretację, że ograniczenia w zamówieniach wynikają nie z niewystarczającej produkcji, lecz ze strukturalnych wąskich gardeł, które uniemożliwiają skuteczne przekształcenie produkcji rolniczej w zamówienia. Oszacowano równania regresji panelowej, aby zmierzyć te zależności. Porównano modele FE i RE. Test specyfikacji Hausmana potwierdził model RE ( $\chi^2 = 0,00$ ;  $p = 1,000$ ),

indicating that the RE framework offers consistent and efficient estimates. The RE model, with robust standard errors for correction of heteroskedasticity and serial correlation, produced the estimates presented in Table 1 (Hsiao, 2014; Wooldridge, 2010).

wskazując, że ramy modelu RE zapewniają spójne i efektywne oszacowania. Model RE, z użyciem odpornych błędów standardowych w celu korekty heteroskedastyczności i korelacji szeregów czasowych, wygenerował oszacowania przedstawione w tabeli 1 (Hsiao, 2014; Wooldridge, 2010).

**Table 1. Random effects model results (robust standard errors)**

**Tabela 1. Wyniki modelu efektów losowych (odporne błędy standardowe)**

Variable / Zmienna	Coefficient / Współczynnik	Robust SE / Odporny błąd standardowy	t-Statistic / Statystyka t	p-Value / Wartość p
Intercept / Wyraz wolny	30.79	12.31	2.50	0.014*
MSP / MSP	0.026	0.0021	12.38	0.000***
Production / Produkcja	-0.135	0.069	-1.96	0.053.
Crop (Wheat) / Uprawa (pszenica)	22.67	13.14	1.73	0.087.

Notes: \*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ ,  $p < 0.1$  /

Uwagi: \*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ ,  $p < 0.1$

Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

The MSP coefficient ( $\beta = 0.026$ ,  $p < 0.001$ ) is positive and strongly significant, indicating that an increase of INR 1 (Indian Rupee) in MSP is correlated with an increase of 0.026 Lakh Metric Tonnes (= 100,000 t; LMT) in procurement, controlling for production and crop type. This emphasizes MSP's function as an important policy tool for stabilizing farm revenues and promoting participation in procurement programmes (Birthal et al., 2015; Dubey & Birthal, 2018).

Interestingly, production has a slightly negative coefficient ( $-0.135$ ,  $p \approx 0.05$ ), suggesting that greater output doesn't always result in proportionally greater procurement. This could be due to capacity overload in some surplus states or bureaucratic resistance in others, such as Uttar Pradesh. The positive dummy coefficient for wheat (22.67,  $p \approx 0.08$ ), suggests that wheat procurement is consistently higher than rice, possibly because of ease of logistics and past policy inclinations (Kumar & Parappurathu, 2014). MSP is set centrally by the Government of India, so while there is theoretically always the possibility of reverse causality – i.e., where expected procurement needs could drive MSP decisions – the impact of short-term state-level procurement volatility on MSP determination will be constrained by the centrality of MSP setting. In addition, controlling production quantities and type and using strong clustered standard errors reduces, to some extent, bias due to unobserved heterogeneity and serial correlation.

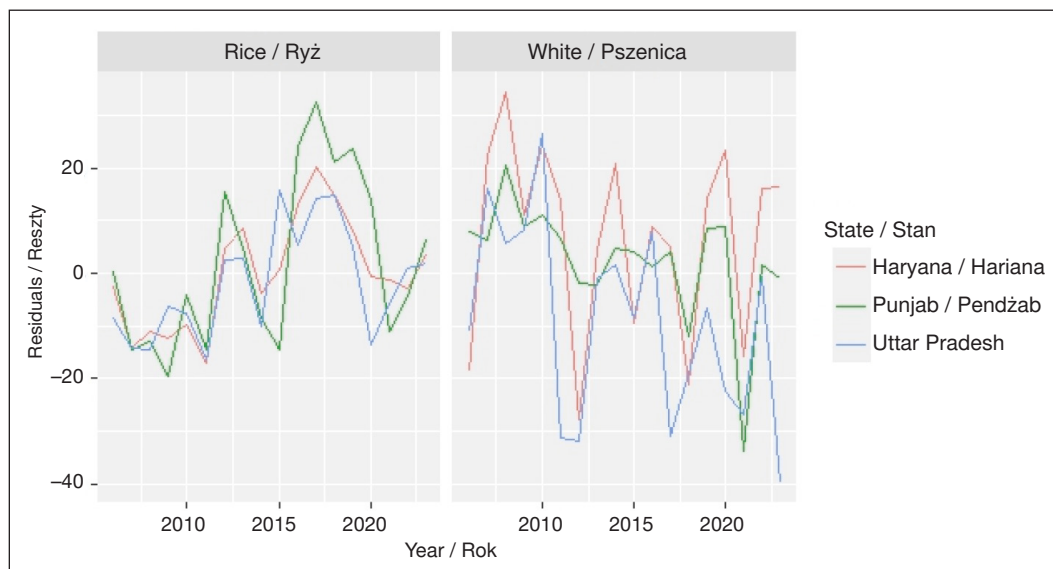
Współczynnik MSP ( $\beta = 0,026$ ;  $p < 0,001$ ) jest dodatni, co wskazuje, że wzrost MSP o 1 INR (rupię indyjską) wiąże się ze wzrostem zamówień o 0,026 ton lakh (= 100 000 t; LMT), przy uwzględnieniu produkcji i rodzaju uprawy. Podkreśla to funkcję MSP jako istotnego narzędzia polityki w stabilizowaniu dochodów rolników oraz wspieraniu udziału w programach zamówień publicznych (Birthal i in., 2015; Dubey i Birthal, 2018).

Co ciekawe, produkcja ma ujemny współczynnik ( $-0,135$ ;  $p \approx 0,05$ ), co sugeruje, że większa produkcja nie zawsze skutkuje proporcjonalnie większymi zamówieniami. Może to wynikać z przeciążenia zdolności w niektórych stanach z nadwyżkami lub z oporu biurokratycznego w innych, takich jak Uttar Pradesh. Dodatni współczynnik dla uprawy pszenicy (22,67;  $p \approx 0,08$ ) sugeruje, że zamówienia na pszenicę są konsekwentnie wyższe niż w przypadku ryżu, co może wynikać z łatwiejszej logistyki oraz wcześniejszych preferencji politycznych (Kumar i Parappurathu, 2014). Wysokość MSP określa rząd Indii, dlatego choć teoretycznie zawsze istnieje możliwość odwróconej zależności przyczynowo-skutkowej – tzn. sytuacji, w której oczekiwane potrzeby w zakresie zamówień mogą wpływać na decyzje dotyczące MSP – wpływ krótkoterminowej zmienności zamówień na poziomie poszczególnych stanów na ustalanie MSP będzie ograniczony przez centralny charakter jego określania. Ponadto kontrola wielkości produkcji i rodzaju upraw oraz zastosowanie odpornych skumulowanych błędów standardowych w pewnym stopniu redukuje błąd wynikający z nieobserwowanej heterogeniczności i korelacji szeregów czasowych.

The Random Effects model residuals, displayed in Figure 5 show no apparent patterns by year or state, suggesting model assumptions are valid and that estimates are sound.

Reszty modelu efektów losowych, przedstawione na wykresie 5, nie wykazują widocznych wzorców według roku ani stanu, co sugeruje, że założenia modelu są spełnione, a oszacowania są wiarygodne.

**Figure 5. Residuals from random effects model**  
**Wykres 5. Reszty modelu efektów losowych**



Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

As a check on the econometric results, routine diagnostic tests were conducted. Variance Inflation Factor (VIF) values were less than 2 for all of them, establishing the absence of multicollinearity. The Breusch–Pagan test for heteroskedasticity was insignificant ( $p = 0.1581$ ), thus suggesting homoscedastic residuals. Nevertheless, the test of serial correlation showed that there was significant autocorrelation ( $p < 0.001$ ). To correct this, robust standard errors clustered on the state level were used to ensure accurate inference. Based on the previous findings that concluded a high and positive correlation between the Minimum Support Price (MSP) and procurement levels in Punjab, Haryana, and Uttar Pradesh, the study now proceeds to investigate whether these state-level procurements effectively translate into national foodgrain distribution under the PDS of India. This dynamic is especially important in the context of the NFSA (2013) that sought to increase coverage and entitlements and hence impose new burdens on procurement and distribution systems (Gulati & Banerjee, 2021).

W ramach weryfikacji wyników ekonometrycznych przeprowadzono rutynowe testy diagnostyczne. Wartości współczynnika inflacji wariancji (VIF) były mniejsze niż 2 dla wszystkich zmiennych, co potwierdza brak multikolinearności. Test Breuscha–Pagana dla heteroskedastyczności był nieistotny ( $p = 0,1581$ ), co sugeruje homoskedastyczność reszt. Niemniej jednak test korelacji szeregów czasowych wykazał istotną autokorelację ( $p < 0,001$ ). W celu skorygowania tego zjawiska zastosowano odporne błędy standardowe skumulowane na poziomie stanów, aby zapewnić poprawne wnioskowanie. Na podstawie wcześniejszych ustaleń, które wykazały wysoką i dodatnią korelację między minimalną ceną wsparcia (MSP) a poziomami zamówień w stanach Pendźab, Haryana i Uttar Pradesh, badanie przystępuje teraz do analizy, czy te zamówienia na poziomie stanów skutecznie przekładają się na krajową dystrybucję zbóż w ramach PDS w Indiach. W tym kontekście dynamika ta jest szczególnie istotna ze względu na Ustawę o Krajowym Bezpieczeństwie Żywnościowym (NFSA) z 2013 r., która miała na celu zwiększenie zakresu świadczeń i uprawnień, a tym samym nałożenie nowych obciążeń na systemy zamówień i dystrybucji (Gulati & Banerjee, 2021).

### Econometric Results – Testing Drivers of Procurement

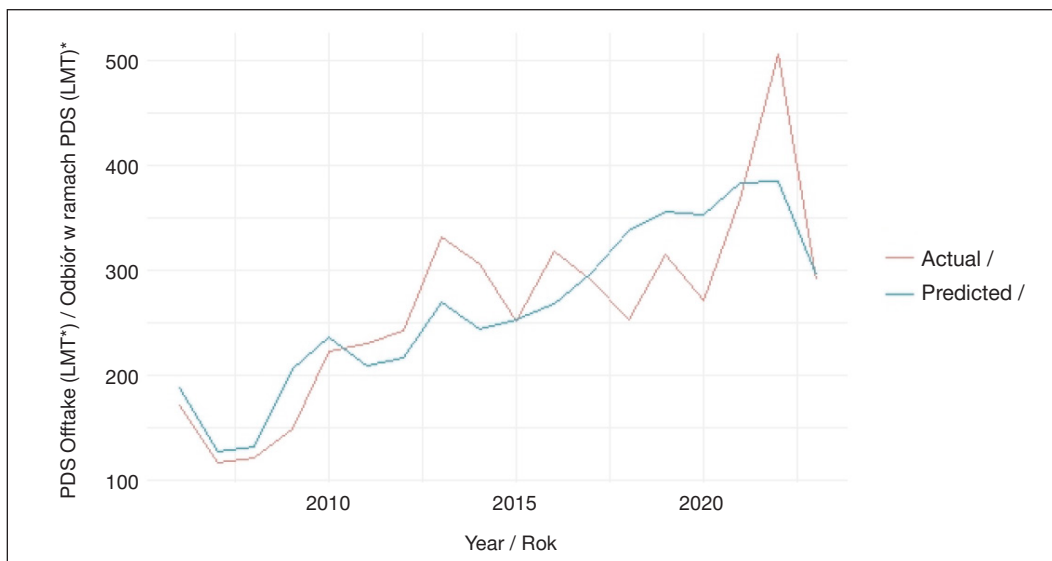
An initial appraisal of trends in national PDS off-take indicates unabashed growth during the study horizon, separated by policy reforms and production shocks. Figure 6 depicts the country actual vs. forecasted PDS off-take (2005–2023), which closely tracks the model projections except for some years, like 2010 and 2015, where the deviations happen to align with periods of drought and supply chain congestion. Progressing to state-level dynamics, Figure 7 shows actual vs. forecasted PDS off-take for Punjab, Haryana, and Uttar Pradesh. The plots indicate that Punjab and Haryana are always in stronger predictive alignment, while Uttar Pradesh is more volatile and shows residual variation, possibly indicating inefficiencies in converting procurement to national distribution.

### Wyniki ekonometryczne – badanie czynników wpływających na zamówienia

Wstępna ocena tendencji w krajowym odbiorze w ramach PDS wskazuje na wyraźny wzrost w badanym okresie, rozdzielony reformami polityki i szokami produkcyjnymi. Wykres 6 przedstawia rzeczywisty oraz prognozowany odbiór w ramach PDS w kraju (2005–2023), która w dużej mierze odpowiada projekcjom modelu, z wyjątkiem niektórych lat, takich jak 2010 i 2015, kiedy odchylenia pokrywają się z okresami suszy i zatorów w łańcuchu dostaw. Przechodząc do dynamiki na poziomie stanów, wykres 7 pokazuje rzeczywisty oraz prognozowany odbiór w ramach PDS w odniesieniu do stanów Pendżab, Hariana i Uttar Pradesh. Wykresy wskazują, że Pendżab i Hariana wykazują zawsze silniejsze dopasowanie predykcyjne, podczas gdy Uttar Pradesh jest bardziej niestabilny i ujawnia zmienność resztkową, co może wskazywać na nieskuteczność w przekształcaniu zamówień w krajową dystrybucję.

**Figure 6. Actual vs. forecasted PDS off-take (2005–2023)**

**Wykres 6. Rzeczywisty i prognozowany odbiór w ramach PDS (2005–2023)**



\* 1 LMT = 100,000 t

Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

These patterns demonstrate that procurement strength in surplus states translates predictably into national grain distribution, whereas weaker state contribution creates volatility, implying vulnerability in PDS stability. To empirically test this relationship, several econometric models were estimated. The first pooled OLS regression [ $R^2 = 0.54$ ], while simple, did not include control for unobserved heterogeneity

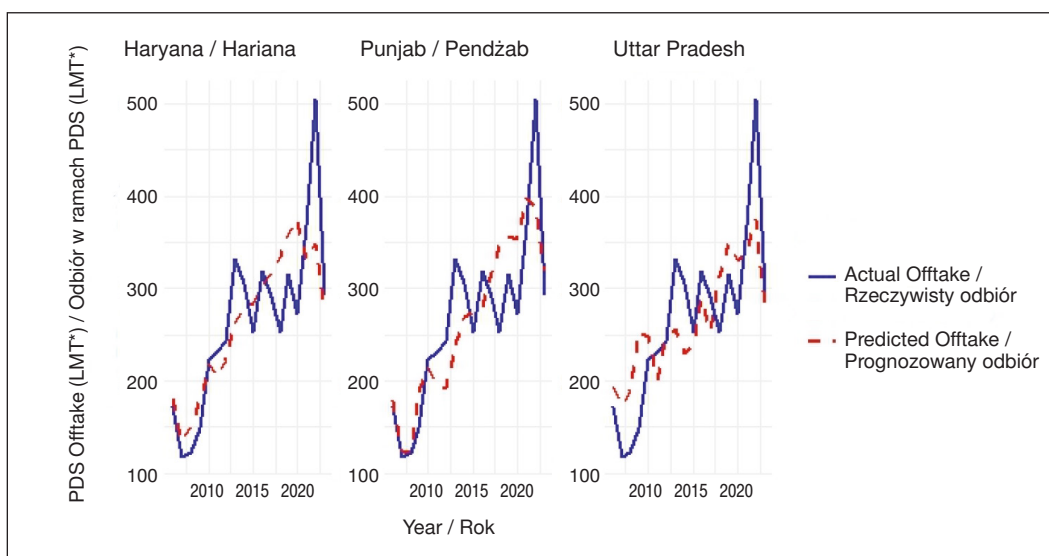
Wzorce te pokazują, że siła zamówień w stanach z nadwyżkami przekłada się przewidywalnie na krajową dystrybucję zbóż, podczas gdy słabszy wkład stanów generuje zmienność, co sugeruje podatność stabilności PDS. Aby empirycznie zweryfikować ten związek, oszacowano kilka modeli ekonometrycznych. Pierwsza regresja OLS dla połączonych danych ( $R^2 = 0,54$ ), choć prosta, nie uwzględniała

and detected multicollinearity between Punjab and Haryana procurement variables. Therefore, a fixed effects panel regression model ( $R^2 = 0.627$ ) was employed in accordance with the Hausman test ( $\chi^2 = 25.7$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ), affirming consistency compared to random effects. Fixed effects model estimates, as presented in Table 2, show that overall procurement has a significant impact on national PDS offtake, with each 1 LMT rise in procurement contributing to a 1.76 LMT increase in distribution ( $p < 0.001$ ). Besides, the NFSA dummy variable was extremely significant ( $\beta = 71.03$ ,  $p < 0.001$ ), highlighting the structural effect of the Act in increasing distribution levels after 2013.

mało widocznej heterogeniczności oraz wykryła kolinearność między zmiennymi zamówień dla Pendżabu i Hariana. Dlatego zastosowano panelowy model regresji z efektami stałymi ( $R^2 = 0,672$ ) zgodnie z testem Hausmana ( $\chi^2 = 25,7$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ), potwierdzając jego spójność w porównaniu z modelem efektów losowych. Wyniki modelu z efektami stałymi, przedstawione w tabeli 2, pokazują, że całkowite zamówienia mają istotny wpływ na krajowy odbiór w ramach PDS, przy czym każdy wzrost zamówień o 1 LMT przyczynia się do wzrostu dystrybucji o 1,76 LMT ( $p < 0,001$ ). Ponadto zmienna wskaźnikowa NFSA była wysoce istotna ( $\beta = 71,03$ ;  $p < 0,001$ ), podkreślając strukturalny efekt ustawy w zwiększaniu poziomu dystrybucji po 2013 r.

**Figure 7. Actual vs. forecasted PDS offtake by states**

**Wykres 7. Rzeczywisty oraz prognozowany odbiór w ramach PDS według stanów**



\* 1 LMT = 100,000 t

Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

**Table 2. Panel Regression Results – procurement and national PDS offtake (2005–2023)**

**Tabela 2. Wyniki regresji panelowej – zamówienia a krajowy odbiór w ramach PDS (2005–2023)**

Variable / Zmienna	Coefficient / Współczynnik	Std. Error / Błąd standardowy	t-Statistic / Statystyka t	p-Value / Wartość p
Intercept / Wyraz wolny	53.21	14.87	3.57	0.0009**
Procurement (current) / Zamówienia (bieżące)	1.76	0.32	5.50	<0.001***
Procurement (lagged) / Zamówienia (opóźnione)	1.55	0.44	3.52	0.0004**
NFSA Dummy (Post-2013) / Zmienna wskaźnikowa NFSA (po 2013 r.)	71.03	15.42	4.60	<0.001***

Source: own calculations with R software.

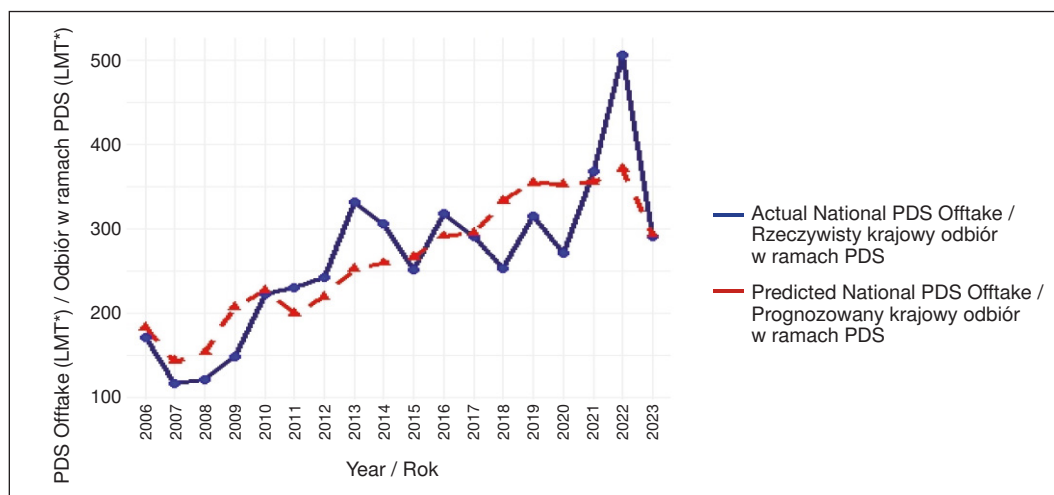
Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

Given that, distribution tends to be slower than procurement on account of administratively driven and logistical of prior year procurement on the current year distribution. Crop-wise fixed effects models also confirm that wheat procurement from Punjab and Haryana has a stronger and more robust effect on national delays, a lagged fixed effects model was used to control temporal processes. The lagged procurement variable continues to be very significant ( $\beta = 1.55$ ,  $p = 0.004$ ), as evident from Figure 8, indicating that a 1 LMT increase in procurement in the previous year leads to a 1.55 LMT increase in distribution in the current year. This confirms the presence of a meaningful time delay between procurement and distribution and underscores the importance of forward-looking planning in food security operations.

Biorąc pod uwagę, że dystrybucja zwykle przebiega wolniej niż zamówienia, ze względu na uwarunkowania administracyjne oraz logistykę, zamówienia z poprzedniego roku wpływają na dystrybucję w roku bieżącym. Modele z efektami stałymi według upraw również potwierdzają, że zamówienia na pszenicę z Pendżabu i Hariana mają silniejszy i bardziej trwały wpływ na krajowe opóźnienia, dlatego zastosowano model z opóźnionymi efektami stałymi, aby kontrolować procesy czasowe. Zmienna opóźnionych zamówień pozostaje wysoce istotna ( $\beta = 1,55$ ;  $p = 0,004$ ), co widać na wykresie 8, co wskazuje, że wzrost zamówień o 1 LMT w roku poprzednim prowadzi do wzrostu dystrybucji o 1,55 LMT w roku bieżącym. Potwierdza to istnienie istotnego opóźnienia czasowego między zamówieniami a dystrybucją i podkreśla znaczenie planowania perspektywicznego w operacjach związanych z bezpieczeństwem żywnościowym.

**Figure 8. Lagged national PDS offtake – actual vs predicted**

**Wykres 8. Opóźniony krajowy odbiór w ramach PDS – rzeczywisty a prognozowany**



\* 1 LMT = 100,000 t

Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

Model diagnostics validate the stability of these results. Multicollinearity tests showed considerable correlation between Punjab and Haryana procurement indicators (VIF = 10.2 for Punjab, 5.6 for Haryana), as would be anticipated due to their similar procurement policies and agro-climatic conditions. Heteroskedasticity was not observed in the Breusch–Pagan test ( $p = 0.073$ ), but serial correlation according to the Wooldridge test ( $p < 0.01$ ). To deal with these problems, strong standard errors that were clustered by state were used, making statistical inference more reliable. These results underscore the pivotal position of procurement in surplus states

Diagnostyka modelu potwierdza stabilność tych wyników. Testy kolinearności wykazały znaczną korelację między wskaźnikami zamówień stanów Pendżab i Hariana (VIF = 10,2 – Pendżab; 5,6 – Hariana), co było spodziewane ze względu na podobne polityki zamówień oraz warunki agroklimatyczne. Test Breuscha–Pagana nie wykazał heteroskedastyczności ( $p = 0,073$ ), natomiast test Wooldridge’a wskazał na istotną autokorelację ( $p < 0,01$ ). Aby poradzić sobie z tymi problemami, zastosowano silne błędy standardowe, grupowane według stanów, co zwiększa wiarygodność wnioskowania statystycznego. Wyniki te podkreślają kluczową rolę zamówień

in ensuring national food security as well as highlighting systemic weaknesses. Punjab and Haryana's heavy dependency is a cause of concern regarding regional concentration risks, a warning repeated by Pingali et al. (2019), while Uttar Pradesh's inconsistent performance indicates potential untapped due to institutional and infrastructural constraints. Policy implications of this analysis are the geographic diversification of procurement to states like Chhattisgarh and Odisha, investment in storage and logistics to reduce temporal mismatches, and reform in lagging states designed to make distribution systems more equitable and resilient.

This entrenched dominance of Punjab and Haryana reflects deeper political economy dynamics, where historically strong procurement institutions and farmer unions in these states have influenced policy implementation. Moreover, concentrating procurement in water-intensive regions raises sustainability concerns, as these areas are already experiencing groundwater depletion and climate stress. Addressing these structural constraints is crucial for achieving geographic diversification and enhancing climate resilience in India's food security system.

### *State Procurement and National PDS Distribution*

These insights provide a strong foundation for the subsequent analysis of procurement efficiency and equity using performance indices to guide evidence-based policy reforms. With data for 2005–2023, we calculated three measures: the Procurement Efficiency Ratio (PER), Contribution Ratio (CR), and Gini coefficient. Punjab has the highest average PER of 75.0%, while Haryana has 61.8% and Uttar Pradesh's performance is poor at a mere 15.2%, a pattern that can be seen in the heatmap of efficiency (Figure 9). This reflects Punjab's strong capacity for production to procurement conversion compared to Uttar Pradesh's ineffectiveness.

The CR itself highlights this imbalance further: Punjab over-contributes in proportion to its output (mean  $CR = 1.85$ ), Haryana is in line ( $CR = 1.03$ ), while Uttar Pradesh under-contributes ( $CR = 0.25$ ). Figure 10 plots these non-convergent trends, reaffirming the concentration imbalance in procurement. In addition, increasing regional inequality in state procurement indicated by the Gini coefficient Figure 11 rose from 0.48 in 2006 to 0.63 in 2023,

w stanach z nadwyżkami w zapewnieniu krajowego bezpieczeństwa żywnościowego, a jednocześnie uwiadczniają systemowe słabości. Silna zależność stanów Pendżab i Haryana budzi obawy dotyczące ryzyka koncentracji regionalnej, ostrzeżenie powtarzane przez Pingali i in. (2019), podczas gdy niestabilna wydajność Uttar Pradesh wskazuje na niewykorzystany potencjał wynikający z ograniczeń instytucjonalnych i infrastrukturalnych. Implikacje polityczne tej analizy obejmują geograficzną dywersyfikację zamówień do stanów takich jak Chhattisgarh i Odisha, inwestycje w magazynowanie i logistykę w celu zmniejszenia opóźnień czasowych oraz reformę w stanach opóźnionych, mającą sprawić, by systemy odbioru w ramach PDS były bardziej sprawiedliwe i odporne.

Utrwalona dominacja Pendżabu i Haryana odzwierciedla głębsze mechanizmy polityki gospodarczej, w których historycznie silne instytucje zamówień i związki rolników w tych stanach wpływały na realizację polityki. Ponadto koncentracja zamówień w regionach wymagających dużych zasobów wodnych rodzi obawy dotyczące zrównoważonego rozwoju, gdyż obszary te już doświadczają wyczerpywania wód gruntowych i stresu klimatycznego. Rozwiązanie tych ograniczeń strukturalnych jest kluczowe dla osiągnięcia geograficznej dywersyfikacji oraz zwiększenia odporności klimatycznej w systemie bezpieczeństwa żywnościowego Indii.

### *Zamówienia stanowe a odbiór w ramach PDS*

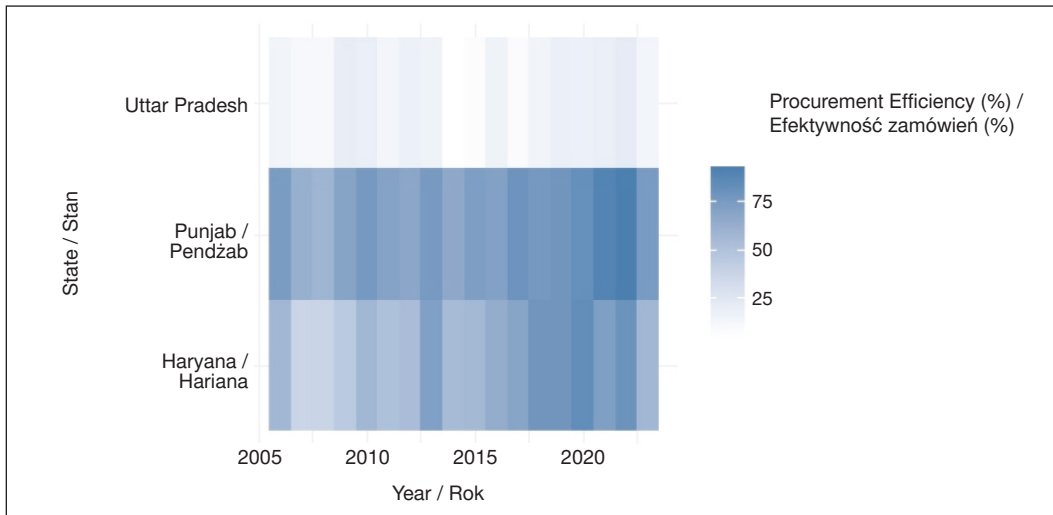
Te spostrzeżenia stanowią podstawę dalszej analizy efektywności i równości zamówień, wykorzystując wskaźniki wydajności w celu ukierunkowania reform polityki opartej na dowodach. Na podstawie danych z lat 2005–2023 obliczono trzy miary: współczynnik efektywności zamówień (PER), współczynnik wkładu (CR) oraz współczynnik Giniego. Pendżab odznacza się najwyższym średnim PER wynoszącym 75,0%, Haryana – 61,8%, a wydajność Uttar Pradesh jest niska, wynosząc zaledwie 15,2% – schemat ten można zaobserwować na mapie cieplej efektywności (wykr. 9). Odzworowuje to silną zdolność Pendżabu do przekształcania produkcji w zamówienia w porównaniu z nieefektywnością Uttar Pradesh.

Sam CR jeszcze bardziej podkreśla tę nierównowagę: Pendżab wnosi nadmierny wkład w stosunku do swojej produkcji (średni  $CR = 1,85$ ), Haryana pozostaje w równowadze ( $CR = 1,03$ ), natomiast Uttar Pradesh wnosi zbyt mały wkład ( $CR = 0,25$ ). Wykres 10 przedstawia te tendencje, potwierdzając nierównowagę koncentracji w zamówieniach. Ponadto, rosnąca nierówność regionalna

indicating increasing reliance on Punjab and Haryana. This is a cause for concern regarding structural vulnerability since increased dependence on a concentrated procurement base exposes the system to localized shocks.

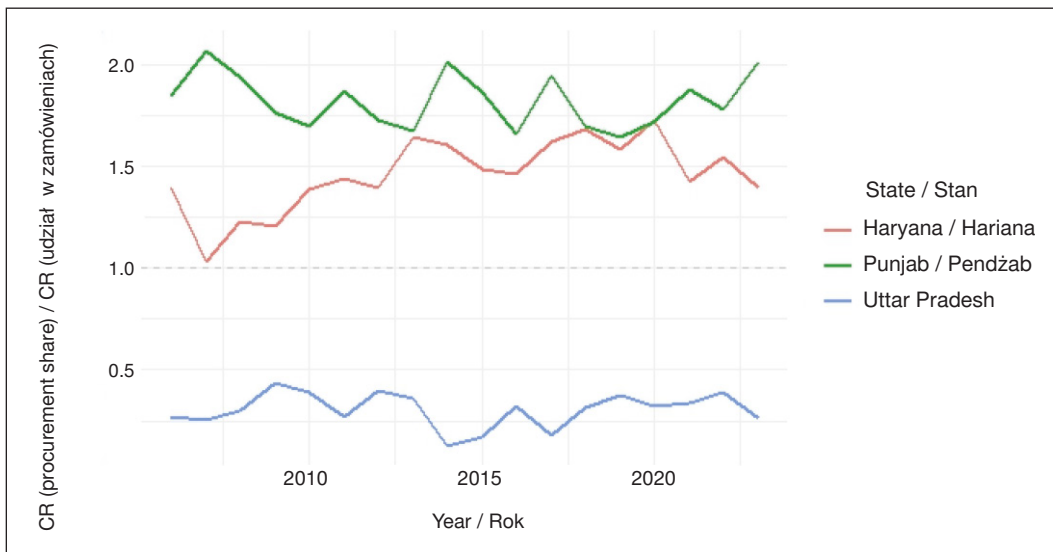
w zamówieniach stanowych, wskazywana przez współczynnik Giniego (wykr. 11), wzrosła z 0,48 w 2006 r. do 0,63 w 2023 r., co wskazuje na rosnącą zależność od Pendżabu i Haryana. Jest to powód do niepokoju w zakresie podatności strukturalnej, ponieważ zwiększona zależność od skoncentrowanej bazy zamówień naraża system na lokalne wstrząsy.

**Figure 9. Heatmap of procurement efficiency by state and year**  
**Wykres 9. Mapa cieplna efektywności zamówień według stanu i roku**



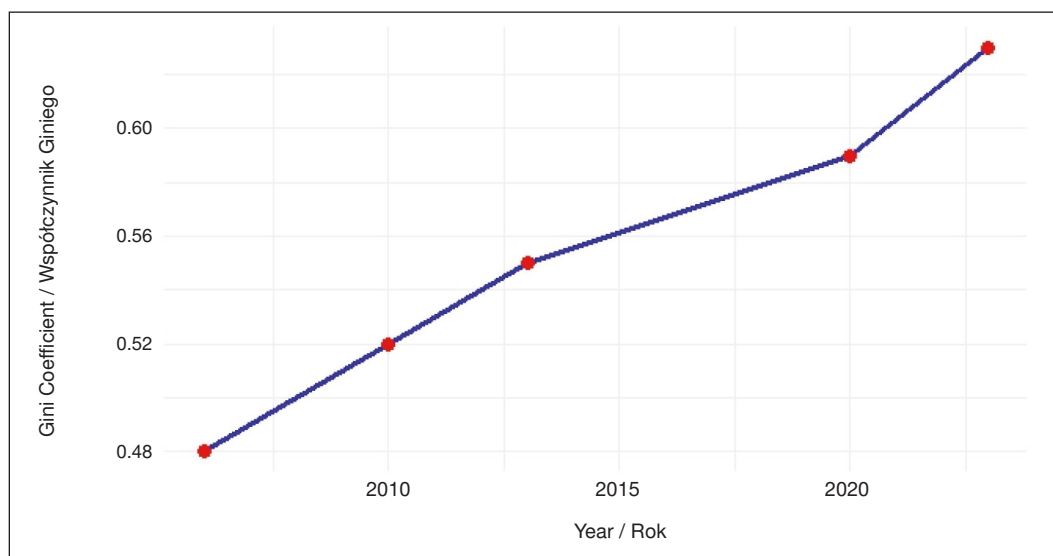
Source: own calculations with R software.  
 Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

**Figure 10. Contribution ratio**  
**Wykres 10. Współczynnik wkładu**



Source: own calculations with R software.  
 Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

**Figure.11. Gini coefficient**  
**Wykres 11. Współczynnik Giniego**



Source: own calculations with R software.

Źródło: obliczenia własne za pomocą oprogramowania R.

The rising inequality trend highlights both concentration risk and unrealized procurement potential in underperforming regions, supporting the need for diversification policies. These results confirm a two-fold challenge: while Punjab and Haryana are procurement giants, excessive dependence on them increases system risk, and under-participation by Uttar Pradesh weakens national food security on an equitable basis. Resolving these imbalances will involve focused infrastructure investment, farm-stakeholder outreach, and ongoing monitoring by PER, CR, and Gini indicators to inform procurement policy across Eastern and Northern India. Overall, the analysis demonstrates that institutional capacity matters more than output alone in explaining procurement outcomes. States with entrenched procurement systems influence national food security disproportionately, exposing systemic risks. Strengthening procurement institutions in lagging states, especially in eastern India, is therefore central to building inclusive and resilient food supply chains.

Rosnąca tendencja nierówności podkreśla zarówno ryzyko koncentracji, jak i niewykorzystany potencjał zamówień w słabiej funkcjonujących regionach, co uzasadnia potrzebę polityki dywersyfikacji. Wyniki te potwierdzają dwójaki problem: Pendżab i Haryana odgrywają dominującą rolę w zamówieniach publicznych, a nadmierna zależność od nich zwiększa ryzyko systemowe, natomiast niedostateczny udział Uttar Pradesh osłabia krajowe bezpieczeństwo żywnościowe. Rozwiązanie tych nierówności będzie wymagało ukierunkowanych inwestycji w infrastrukturę, współpracy z rolnikami oraz stałego monitorowania za pomocą wskaźników PER, CR i Giniego w celu wspierania polityki zamówień publicznych w Indiach wschodnich i północnych. Analiza pokazuje, że zdolność instytucjonalna ma większe znaczenie niż sama produkcja w obrazowaniu i interpretowaniu wyników związanych z zamówieniami. Stany z ugruntowanymi systemami zamówień wpływają na krajowe bezpieczeństwo żywnościowe w sposób nieproporcjonalny, zwiększając ryzyko systemowe. Wzmacnianie instytucji zajmujących się zamówieniami publicznymi w opóźnionych stanach, szczególnie w Indiach wschodnich, jest zatem kluczowe dla budowy inkluzywnych i odpornych łańcuchów dostaw żywności.

## Conclusion

This paper investigates the interlinked relationships between MSPs, state-level procurement performance, and the Indian national food security system between 2005 and 2023. The study unveils high levels of regional disparity: Punjab and Haryana systematically translate agricultural output into procurement, register the highest Procurement Efficiency Ratios, and make disproportionate contributions to India's national grain stocks. In sharp contrast, Uttar Pradesh, the largest producer of food grains, has persistently weak procurement performance on account of institutional gaps and market access constraints. Increasing inequality in the contributions of states, as reflected by the rising Gini coefficient, points to increasing concentration risk in the procurement system. While MSP is strongly positively associated with procurement volumes, the weaker production-procurement linkage in Uttar Pradesh suggests that high output does not necessarily translate into higher procurement unless aided by well-functioning market institutions.

Taken together, these findings indicate that procurement effectiveness is a function of institutional capacity more than of production levels alone. In light of these empirical findings, several policy priorities stand out: first, strengthening procurement infrastructure in lagging regions – through expanded decentralized procurement models, improved mandi systems, and integration of digital platforms for farmer registration and delivery – can address weak production-procurement conversion; second, the institutionalization of monitoring tools like the PER and CR at the level of procurement administration allows evidence-based reforms, improves accountability, and enables targeted state support; and finally, the integration of climate-resilient practices at the level of crop diversification and water-saving technologies is crucial for sustaining procurement in ecologically stressed surplus regions, as well as building longer-term resilience in India's food security architecture.

## Limitations and Future Research Directions

Even as this analysis builds meaningful insights into procurement performance and MSP responsiveness, it is based on state level aggregates that mask intra-state disparities in farmer access and reach of institutional services. Further, the lack of household-level food

## Wnioski

W niniejszym artykule przeanalizowano powiązania między MSP, poziomem efektywności zamówień w poszczególnych stanach a krajowym systemem bezpieczeństwa żywnościowego Indii w latach 2005–2023. Badanie ujawniło wysoki poziom dysproporcji regionalnych: Pendżab i Hariana systematycznie osiągają najwyższe wskaźniki efektywności zamówień (PER) i wnoszą nadmierny wkład w krajowe zapasy zbóż Indii. Z kolei Uttar Pradesh, największy producent zbóż jadalnych, wykazuje trwałe słabe wyniki w zakresie zamówień, z powodu braków instytucjonalnych i ograniczonego dostępu do rynku. Zwiększające się nierówności we wkładach poszczególnych stanów, odzwierciedlone przez rosnący współczynnik Giniego, wskazują na coraz większe ryzyko koncentracji w systemie zamówień. Chociaż MSP jest silnie skorelowana z wielkością zamówień, słabsza zależność między produkcją a zamówieniami w Uttar Pradesh sugeruje, że wysoka produkcja nie zawsze przekłada się na wyższe zamówienia, jeśli brakuje dobrze funkcjonujących instytucji rynkowych.

Podsumowując, wyniki badań sugerują, że skuteczność zamówień zależy bardziej od zdolności instytucjonalnych niż od samych poziomów produkcji. W świetle tych ustaleń empirycznych, kilka priorytetów politycznych staje się oczywistych: w pierwszej kolejności, wzmocnienie infrastruktury zamówień w opóźnionych regionach – poprzez rozszerzone modele zdecentralizowanych zamówień, ulepszone systemy mandi oraz integrację cyfrowych platform do rejestracji i dostaw rolników – może poprawić słabą konwersję produkcji na zamówienia; w drugiej kolejności, instytucjonalizacja narzędzi monitorowania, takich jak PER i CR, na poziomie administracji zamówień umożliwi reformy oparte na dowodach, poprawia rozliczalność i pozwala na ukierunkowane wsparcia stanowego; wreszcie, integracja praktyk odpornych na zmianę klimatu, obejmująca dywersyfikację upraw i technologie oszczędzania wody, są kluczowe dla utrzymania zamówień w ekologicznie obciążonych regionach z nadwyżkami oraz budowania długoterminowej odporności w indyjskim systemie bezpieczeństwa żywnościowego.

## Ograniczenia i kierunki przyszłych badań

Chociaż niniejsza analiza dostarcza istotnych informacji na temat wyników w zakresie zamówień i reakcji na MSP, opiera się na danych zbiorczych na poziomie stanów, które maskują wewnątrzstanowe różnice w dostępie rolników do instytucji i zakresie

security data limits mapping of procurement outcomes to nutritional impacts directly. Any perceived endogeneity between MSP setting and procurement behavior might be accounted for in the future using instrumental variable or system-GMM techniques. Moreover, further work on the emergent procurement contributions of Chhattisgarh, Odisha, and Madhya Pradesh, along with understanding climate variability, price support alternatives, and public-private partnerships, has the potential to deepen the knowledge of how the diversification and strengthening of procurement systems can better support an equitable and climate-resilient food security framework in India.

świadczeń instytucjonalnych. Ponadto brak danych dotyczących bezpieczeństwa żywnościowego na poziomie gospodarstw domowych ogranicza możliwość bezpośredniego powiązania wyników w zakresie zamówień z ich wpływem na wartość odżywczą. Jakkolwiek potencjalne endogeniczne powiązania między ustalaniem MSP a zachowaniami w zakresie zamówień mogłyby być uwzględnione w przyszłych badaniach przy użyciu metod zmiennych instrumentalnych lub systemu GMM. Dalsze badania nad pojawiającym się wkładem stanów takich jak Chhattisgarh, Odisha i Madhya Pradesh w zamówienia, wraz ze zrozumieniem zmienności klimatycznej, alternatyw wsparcia cenowego oraz partnerstw publiczno-prywatnych, mogą poszerzyć wiedzę o sposobach dywersyfikacji i wzmocnienia systemów zamówień, które będą wspierać sprawiedliwie i odpornie klimatycznie funkcjonujące ramy bezpieczeństwa żywnościowego w Indiach.

## References / Bibliografia

- Aditya, K.S., Praveen, K.V., Subash, S.P., & Nithyashree, M.L. (2023). Does a Farmer's Knowledge of Minimum Support Price (MSP) Affect the Farm-Gate Price? *Journal of Economics and Development*, 25(3), 419–435. <https://doi.org/10.1108/JED-04-2023-0079>
- Aditya, K.S., Subash, S.P., Praveen, K.V., Nithyashree, M.L., & Ashok Gulati (2017). Awareness About Minimum Support Price and its Impact on Diversification Decision of Farmers in India: Msp Awareness and Crop Diversification. *Asia & the Pacific Policy Studies*, 4(3), 514–526. <https://doi.org/10.1002/app5.197>
- Baltagi, B.H. (2013). *Econometric Analysis of Panel Data* (5th ed.). Wiley.
- Birthal, P., Roy, D., & Negi, D.S. (2015, June 25). *Agricultural Diversification and Poverty in India*. IFPRI Discussion Paper, 1446. <https://ssrn.com/abstract=2631752>
- Birthal, P.S., Taneja, V.K., & Dubey, S.K. (2018). Operationalizing the Pro-Poor Potential of Livestock: Issues and Strategies. *Agricultural Economics Research Review*, 31(1), 45–56.
- Chintapalli, P. (2023). Optimal Multi-Period Crop Procurement and Distribution Policy with Minimum Support Prices. *Socio-Economic Planning Sciences*, 89, 101671. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101671>
- Croissant, Y., & Millo, G. (2008). Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1–43. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
- Das, A., Kumar, S., Kasala, K., Nedumaran, S., Paithankar, P., Kumar, A., Jain, A., & Avinandan, V. (2025). Effects of Climate Change on Food Security and Nutrition in India: A Systematic Review. *Current Research in Environmental Sustainability*, 9, 100286. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2025.100286>
- Deaton, A., & Drèze, J. (2009). Food and Nutrition in India: Facts and Interpretations. *Economic & Political Weekly*, 44(7), 42–65. <https://www.epw.in/journal/2009/07/special-articles/food-and-nutrition-india-facts-and-interpretations.html>
- Dev, S.M., & Sharma, A.N. (2010). *Food Security in India: Performance, Challenges and Policies*. Oxfam India Working Paper Series, VII.
- Downing, A.S., Kumar, M., Andersson, A., Causevic, A., Gustafsson, Ö., Joshi, N.U., Krishnamurthy, C. K.B., Scholten, B., & Crona, B. (2022). Unlocking the Unsustainable Rice-Wheat System of Indian Punjab: Assessing Alternatives to Crop-Residue Burning from a Systems Perspective. *Ecological Economics*, 195, 107364. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107364>
- Drèze, J., & Khera, R. (2013). Rural Poverty and the Public Distribution System. *Economic and Political Weekly*, 48(45–46), 55–60.
- Drèze, J., & Khera, R. (2017). Recent Social Security Initiatives in India. *World Development*, 98, 555–572. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.035>
- Food Corporation of India. (2023). *Annual Report 2022–23: Procurement and Distribution*. Government of India.
- Ganesh-Kumar, A., Gulati, A., & Cummings, R.W., Jr. (2007). *Foodgrains Policy and Management in India: Responding to Today's Challenges and Opportunities*. International Food Policy Research Institute.
- Greene, W.H. (2018). *Econometric Analysis* (8th ed.). Pearson.
- Gulati, A., Roy, R., & Saini, S. (Eds.). (2021). *Revitalizing Indian Agriculture and Boosting Farmer Incomes*. Indian Studies in Business and Economics. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-9335-2>
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of Panel Data* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Jana, S. (2024). Legal Guarantee of Minimum Support Price (MSP) and Regional Disparities. MPRA Paper, 122389. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/122389/>
- Khera, R. (2011). India's Public Distribution System: Utilisation and Impact. *The Journal of Development Studies*, 47(7), 1038–1060. <https://doi.org/10.1080/00220388.2010.506917>
- Kori, N.S. (2023). *The Impact of MSP on Crop Residue Burning in Punjab and Haryana*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4771217](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4771217)
- Krishnaswamy, V. (2018). *Agricultural Procurement and the Challenge of Inclusive Access in India*. Centre for Policy Research.
- Kumar, A., Parappurathu, S., & Babu, S. C. (2016). Public Distribution System in Bihar, India: Implications For Food Security. *Journal of Agricultural & Food Information*, 17(4), 189–206. <https://doi.org/10.1080/10496505.2016.1206018>
- Kumar, P., & Parappurathu, S. (2014). Inequalities in Agricultural Growth Across Regions in India: A Decomposition Analysis. *Agricultural Economics Research Review*, 27(1), 1–12.
- Mehrotra, S. (2019). *India's Employment Crisis: Rising Education Levels and Falling Non-Agricultural Job Growth*. Centre for Sustainable Employment Working Paper, 9. Azim Premji University. <https://azimpremjiuniversity.edu.in/publications/2019/cse-working-paper-series/indias-employment-crisis--rising-education-levels-and-falling-non-agricultural-job-growth>

- Misra, K. (2022). *Understanding Price Variation in Agricultural Commodities in India: MSP and Procurement*. University of Massachusetts Amherst Working Paper.
- National Food Security Act (NFSA). (2013). *Ministry of Consumer Affairs, Food & Public Distribution*. Government of India.
- NITI Aayog. (2020). *Strategy for Doubling Farmers' Income: Policy Reforms in Agricultural Marketing*. Government of India.
- OECD. (2018). *Agricultural Policies in India*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/publications/agricultural-policies-in-india-9789264302334-en.htm>
- Panigrahi, S., & Pathak, G. (2015). Securing Food Through the Public Distribution System: Evidence from Odisha. *Global Social Welfare*, 5(2), 117–123. <https://doi.org/10.1007/s40609-015-0040-2>
- Parliament of India. (2021). *Procurement, Storage and Distribution of Foodgrains by Food Corporation of India* (17th Lok Sabha, Report, 145). Standing Committee on Food, Consumer Affairs and Public Distribution. <https://prsindia.org/policy/report-summaries/procurement-storage-and-distribution-of-foodgrains-by-fci>
- Pingali, P., Aiyar, A., Abraham, M., & Rahman, A. (2019). Economic Growth, Agriculture and Food Systems: Explaining Regional Diversity. In: P. Pingali, A. Aiyar, M. Abraham, & A. Rahman (Eds.), *Transforming Food Systems For a Rising India* (pp. 21–50). Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14409-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14409-8_2)
- Pingali, P., & Sunder, P. (2009). *From Green to Evergreen Revolution: Improving the Impact of Green Revolution Technologies in India*. International Association of Agricultural Economists Conference.
- Pingali, P., Mitra, B., Rahman, A. (2017). The Bumpy Road from Food to Nutrition Security – Slow Evolution of India's Food Policy. *Global Food Security*, 15, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.05.002>
- Singh, S., Sekhon, M.K., & Kumar, S. (2021). Staggered Public Procurement of Food Grains in Punjab: New Policy Regime. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 91(10), 1385–1390. <https://doi.org/10.56093/ijas.v91i10.117517>
- Stock, J.H., & Watson, M.W. (2012). *Introduction to Econometrics* (3rd ed.). Pearson.
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.
- World Bank. (2010). *Deep Wells and Prudence: Towards Pragmatic Action for Addressing Groundwater Overexploitation in India*. World Bank Publications.
- World Bank. (2015). *India: Transforming Agriculture for Inclusive Growth*. World Bank Group.

Submission date / Data nadesłania: 5.11.2025.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 2.12.2025.

Acceptance date / Data akceptacji: 13.01.2026.

© 2026 Singh, O., Kumar, A., & Rahul. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Singh, O., Kumar, A. i Rahul. (2026). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

