



# Tygodnik Gospodarczy PIE

19 października 2023 r.

# Transformacja energetyczna będzie kosztowna

## 130 USD/t CO<sub>2</sub>

wynosi zalecana cena emisji w 2030 r. dla krajów rozwijających się

## 2,5 pkt. proc.

wyniesie wzrost globalnego długu publicznego w relacji do PKB do 2028 r. w wyniku transformacji energetycznej

## 12,5 pkt. proc.

wyniesie wzrost globalnego długu publicznego w relacji do PKB do 2050 r. w wyniku transformacji energetycznej

### ► Międzynarodowy Fundusz Walutowy (MFW) prognozuje wzrost światowego długu w relacji do PKB w kolejnych latach. Główne obciążenia poniosą gospodarki rozwinięte oraz Chiny.

W dłuższej perspektywie dług będzie nadal rosł w związku z kosztami zielonej transformacji. Zaleceniem MFW jest wprowadzanie na całym świecie opłat za emisje CO<sub>2</sub> wraz z mobilizacją innych dochodów. W krajach rozwiniętych w 2030 r. opłaty za emisje powinny wynieść 130 USD/t, a w rozwijających się 45 USD/t. Rządy będą jednocześnie wprowadzać polityki ostonowe dla wrażliwych gospodarstw domowych. Niższe wydatki w sektorze paliw kopalnych częściowo zrównoważą wyższy popyt na kapitał w zielonym sektorze.

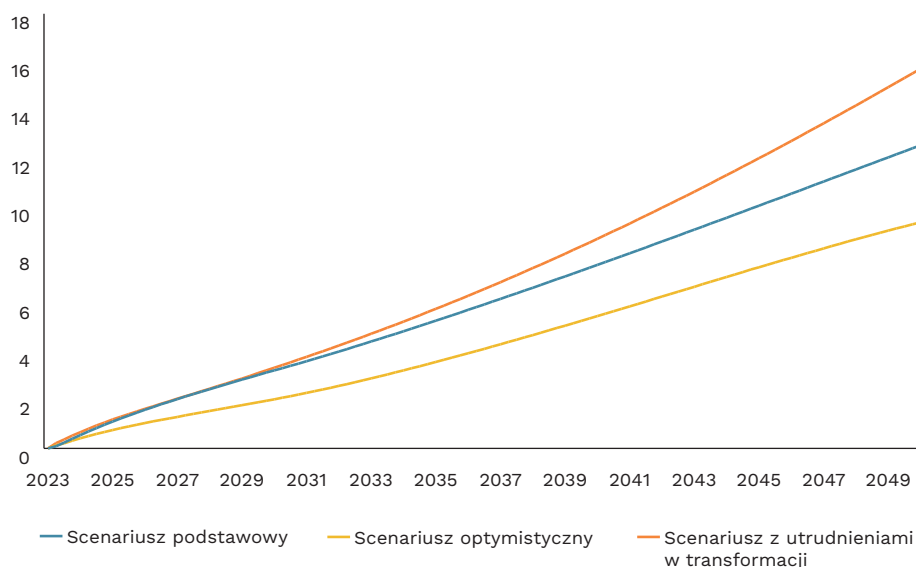
### ► Światowy dług publiczny będzie rosł w kolejnych latach. Najnowsze prognozy MFW

wskazują, że zadłużenie państw rozwiniętych od 2023 r. do 2028 r. wzrośnie ze 104,1 proc. do 116,0 proc. PKB (tj. o 12,2 pkt. proc.). Wśród gospodarek rozwiniętych dług przyrastać będzie głównie w USA, a wolniej w Europie. W Azji najszybciej wzrośnie zadłużenie Chin – prognoza wskazuje, że do 2028 r. podniesie się z 82,0 proc. do 104,3 proc., tj. o ponad 20 pkt. proc. Na tym tle wzrost zadłużenia pozostałych rynków wschodzących oraz państw rozwijających się będzie znacznie mniejszy. MFW szacuje, że zadłużenie tych grup w 2028 r. wyniesie kolejno 58 proc. oraz 42 proc. ich PKB.

### ► W dłuższej perspektywie wyzwaniem będzie sprawiedliwa i akceptowalna zielona transformacja.

Analitycy MFW wskazują, że polityka gospodarcza państw rozwiniętych będzie musiała równoważyć trzy priorytety: realizację dościsła do celów klimatycznych związanych z Porozumieniem Paryskim, zarządzanie kosztami budżetowymi oraz kosztami społecznymi związanymi z transformacją. MFW wskazuje, że niemożliwe jest odniesienie sukcesu w każdej z dziedzin, ponieważ cele wzajemnie się wykluczają. Działanie rządów polegać będzie na utrzymaniu równowagi pomiędzy tymi celami, co wymaga opracowania nowych polityk poza inwestycjami i opłatami za emisje. Prawdopodobnie potrzebne będzie też wsparcie dla państw rozwijających się.

Wykres 1. Wpływ zielonej transformacji na dług publiczny (proc. PKB) – scenariusze MFW



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych MFW.

► **Wpływ transformacji na finanse publiczne do 2028 r. będzie umiarkowany.** MFW szacuje, że łączne nakłady związane z transformacją podniosą zadłużenie od 1,5 pkt. proc. do 2,5 pkt. proc. Dekompozycja wskazuje, że łączna wartość nakładów inwestycyjnych wyniesie 2 proc. PKB w państwach rozwiniętych oraz 4 proc. na rynkach wschodzących. Scenariusz zakłada większe transfery w bogatszych gospodarkach – sięgną one kolejno 1,5 proc. oraz 1 proc. PKB. Całość równoważyć ma wzrost przychodów z podatku węglowego, tj. wzrost cen oraz rozszerzanie zakresu praw do emisji.

► **Koszty mocno uwidoczną się w latach 2030-2050.** MFW przygotował długookresową projekcję zadłużenia. W głównych scenariuszach analitycy Funduszu wskazują, że w połowie bieżącego stulecia koszty związane z transformacją będą podnosić światowy dług publiczny od 9,3 proc. do 15,8 proc. Będzie to m.in. efekt słabszych wyników budżetu – fundusz szacuje, że średnio na świecie saldo budżetowe bez kosztów obsługi długu pogorszy się o ok. 0,4 proc. PKB. Głównym czynnikiem będą inwestycje – mają odpowiadać za 75 proc. zmian. Pozostałe koszty związane są z działaniami osłonowymi dla gospodarstw domowych. Długoterminowym szacunkom towarzyszy wysoka niepewność. Zagrożeniem są tzw. „wąskie gardła” – możliwe zakłócenia dostaw surowców krytycznych czy problemy z utrzymaniem aktywów paliw kopalnych.

(JR)

## Ludzie w wieku produkcyjnym są coraz starsi

### 40 proc.

wynosi prognozowany odsetek osób w wieku 45-64 lata wśród ludności w wieku produkcyjnym w 2023 r. w Polsce

### 48,4 proc.

wynosi prognozowany odsetek osób w wieku 45-64 lata wśród ludności w wieku produkcyjnym w 2040 r. w Polsce

► **Na świecie wzrasta zarówno liczba osób starszych, jak i ich udział w populacji.** Proces starzenia się społeczeństwa w pierwszej kolejności rozpoczął się w krajach o wysokim dochodzie, jednak, jak wskazuje [WHO](#), obecnie to w krajach o niskim i średnim dochodzie najbardziej widoczne są zmiany w rozkładzie wieku populacji. Według danych zgromadzonych przez [WHO](#), w 2020 r. liczba osób w wieku 60 lat i starszych przewyższyła liczbę dzieci w wieku poniżej 5 lat, a w latach 2015-2050 odsetek światowej populacji w wieku powyżej 60 lat wzrośnie z 12 proc. do 22 proc.

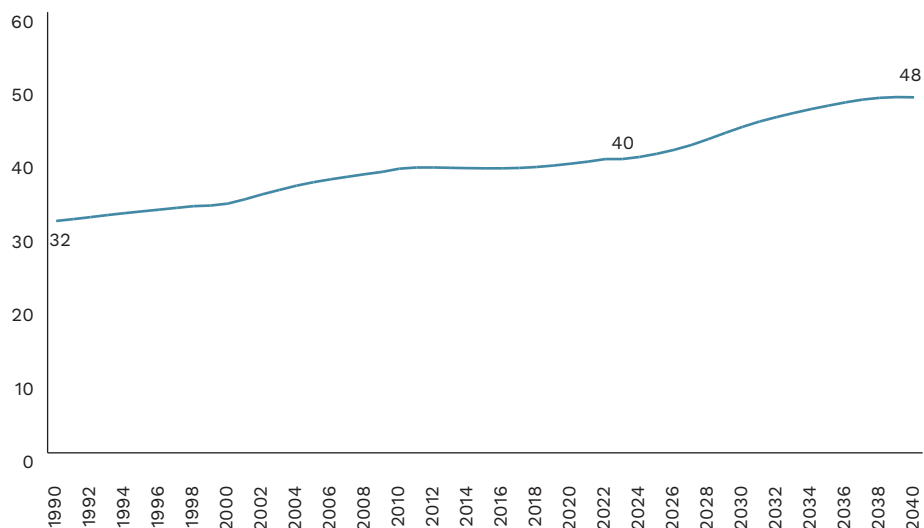
► **GUS potwierdza, że w Polsce obserwujemy także coraz szybciej postępujący proces starzenia się społeczeństwa.** Od 1990 r. wielkość współczynnika dzietności kształtuje się poniżej 2, a więc nie gwarantuje prostej zastępowalności pokoleń. Wzrasta też udział najstarszych w ogólnej populacji. W latach 2000-2022 odsetek osób w wieku poprodukcyjnym (kobiety – 60 lat i więcej, mężczyźni – 65 lat i więcej) w populacji zwiększył się z 15 proc. do ponad 23 proc.

► **Wraz z postępowaniem procesu starzenia się społeczeństwa zmienia się także struktura wieku grupy produkcyjnej, a więc potencjalnej siły roboczej.** W krajach [OECD](#) zwiększa się udział osób w wieku 45-64 lata w ogóle ludności w wieku produkcyjnym (15-64 lata). W latach 1990-2023 wzrost ten wyniósł od 28 proc. do około 40 proc. Z danych historycznych oraz prognoz [OECD](#) wynika, że trend wzrostowy jest widoczny także w Polsce. W 1990 r. osoby w wieku 45-64 lata stanowiły 31,57 proc. populacji w wieku produkcyjnym. Jak wskazują prognozy, w 2023 r. ten odsetek wyniesie 40 proc., a w 2040 r. – 48,4 proc.

► **Rynek pracy nie wykorzystuje potencjału przedstawicieli tej grupy wiekowej.** W krajach [OECD](#) zatrudnienie jest najwyższe wśród osób liczących ok. 45 lat, a następnie gwałtownie spada po 50. roku życia. Badania ankietowe przeprowadzone wśród menadżerów z ośmiu wybranych krajów [OECD](#) dowodzą, że wciąż utrzymują się stereotypy ukazujące starszych

pracowników jako mniej zdolnych do nauki i adaptacji do nowych technologii. Ci sami ankietowani przyznają jednak, że zatrudniani przez nich pracownicy powyżej 45. roku życia radzą sobie równie dobrze, a niekiedy nawet lepiej niż ich młodsi koledzy. Badanie [PIE](#) potwierdza, że zjawisko dyskryminacji ze względu na wiek występuje także na polskim rynku pracy.

**Wykres 2. Odsetek osób w wieku 45-64 lata w ogólnej ludności w wieku produkcyjnym (w proc.)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych [OECD](#).

► **W związku z występującym problemem, OECD przedstawia rozwiązania, które mają na celu poprawę sytuacji starszych pracowników.** Organizacja rekomenduje, by pracownicy nie polegali jedynie na dotychczasowym doświadczeniu i korzystali z możliwości rozwoju umiejętności oraz zwiększali swoje szanse na zatrudnienie przy pomocy serwisów społecznościowych, jak np. LinkedIn. Ich działania powinny być dodatkowo wspierane przez pracodawców oraz osoby tworzące politykę publiczną tak, aby nieustannie zachęcać do rozwoju oraz niwelować występujące bariery. Współpraca w tym zakresie umożliwi wykorzystanie potencjału starszych pracowników w obliczu nieuchronnych przemian demograficznych.

(IR)

## Polacy angażują się w wolontariat

► **W I kwartale 2022 r. w wolontariat było zaangażowanych blisko 8,5 tys. osób zamieszkujących w Polsce, co stanowi 28,4 proc. populacji osób w wieku 15-89 lat.** Takie dane podał [GUS](#) w najnowszym komunikacie. Dokładny pomiar skali wolontariatu jest trudny, co podkreśla przygotowany dla ONZ raport *State of the World's Volunteerism* (2022). Na podstawie statystyk z lat 2010-2019 z kilkudziesięciu krajów wyliczono, że w ujęciu globalnym odsetek osób powyżej 15 lat angażujących się w wolontariat wynosi prawie 15 proc. ludności świata. W raporcie podkreślono, że większość wolontariatu jest organizowana indywidualnie.

► **Im starsi wolontariusze, tym więcej czasu poświęcają na prace społeczne.** Osoby w wieku 65-89 lat – średnio 13 godz. miesięcznie, osoby młodsze (15-24 lata) – 7 godz.

## 28,4 proc.

osób w wieku 15-89 lat na terenie Polski zaangażowało się w wolontariat w I kwartale 2022 r.

## 30,3 proc.

wolontariuszy wykonuje proste prace nie wymagające kwalifikacji

## 70,3 proc.

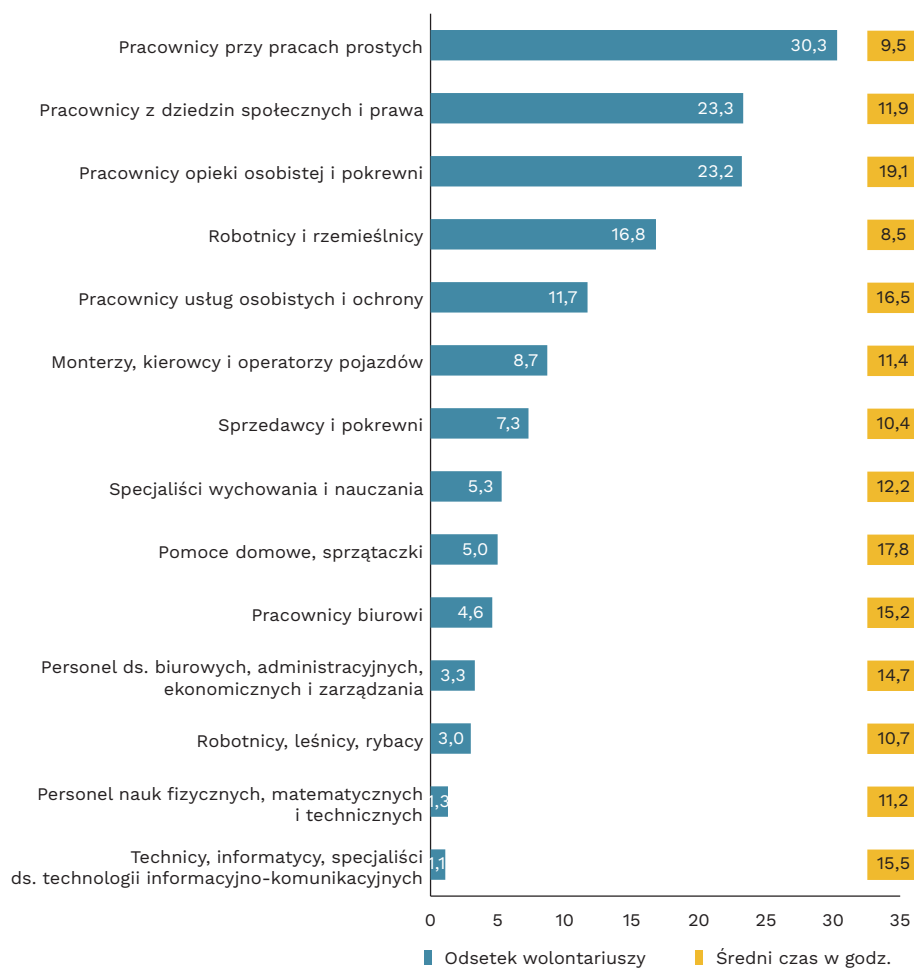
polskich gospodarstw domowych zaangażowało się w pomoc uchodźcom z Ukrainy

Największe zaangażowanie w wolontariat wykazały osoby z wykształceniem średnim zawodowym (11 godz. miesięcznie) oraz z wykształceniem wyższym – 10 godz. W ramach indywidualnego wolontariatu najczęściej świadczona była pomoc sąsiedzka (22 proc. wszystkich wolontariuszy), najrzadziej była to praca na rzecz środowiska naturalnego (1,9 proc.).

► **Prawie co trzeci wolontariusz (30,3 proc.) deklaruwał, że poświęcał swój wolny czas na wykonywanie prac prostych.** Natomiast blisko 1/4 wolontariuszy angażowała się w prace wymagające kwalifikacji z dziedzin społeczno-prawnych oraz w podobnej skali świadczona była nieodpłatna praca z zakresu opieki osobistej. **Średni czas poświęcany na pracę społeczną przez poszczególne osoby różnił się ze względu na rodzaj wykonywanych czynności.** Najbardziej czasochłonne były prace z zakresu opieki osobistej oraz dotyczące pomocy domowej.

► Z badania World Giving Index, przeprowadzanego corocznie przez Charities Aid Foundation, wynika, że w 2020 r. ponad 3 mld ludzi na świecie komuś pomogły. W Polsce wyjątkowym momentem organizowania pomocy na dużą skalę był wybuch wojny w Ukrainie. Odsetek polskich gospodarstw domowych, które udzieliły pomocy mieszkańcom Ukrainy w I kwartale 2022 r. wyniósł 70,3 proc. Dominowało przekazywanie darów rzeczowych oraz pomoc pieniężna.

**Wykres 3. Prace wykonywane przez wolontariuszy według grup zawodów oraz średni czas poświęcony na pracę w ciągu miesiąca w 4 tygodniach poprzedzających badanie GUS**



Uwaga: dane nie sumują się do 100 proc., ponieważ respondenci mogli wykazywać więcej niż jeden rodzaj pracy wykonywanej w ramach wolontariatu.

Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych GUS.

(UKG, KZ)

## „Złoty wodór” ze złóż naturalnych raczej nie wywoła gorączki, ale może obniżyć emisje

### 24 proc.

obecnej globalnej produkcji wodoru wynosi szacowany potencjał wydobycia wodoru ze złóż naturalnych

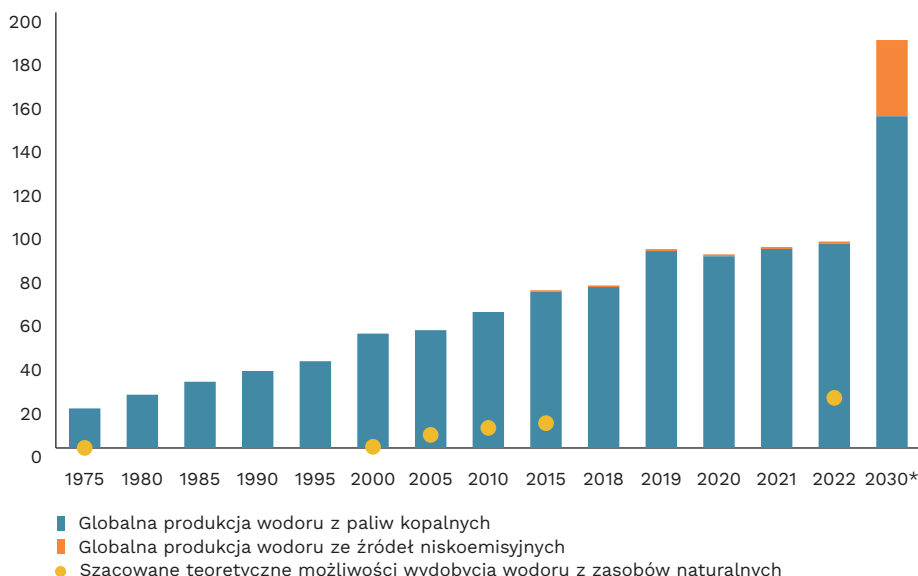
### 15 proc.

przewidywanej produkcji wodoru z paliw kopalnych w 2030 r. mogłoby zostać zastąpione przez „złoty wodór”

► „Złotym wodorem” nazywa się wodór pozyskiwany ze źródeł niskoemisyjnych. Największe naturalne złożo tego surowca odkryto we wrześniu 2023 r. we Francji i oszacowano je na **46 mln ton H<sub>2</sub>**. To ponad 4 razy więcej niż planowana produkcja wodoru ze źródeł odnawialnych w całej UE w 2030 r., wynosząca 10 mln ton. **To także równoważność 50 lat obecnej francuskiej produkcji wodoru**, w 97 proc. realizowanej technologią reformingu parowego paliw kopalnych i emitującej 11,5 mln ton CO<sub>2</sub> rocznie. **Wartość energetyczna odkrytego złoża to około 1546 TWh energii cieplnej, a więc równoważność 140 mld m<sup>3</sup> gazu ziemnego, czyli trzyletnia konsumpcja Francji tego surowca.** Francja, w przeszłości traktująca naturalny wodór jako surowiec o „znaczeniu anegdotycznym”, dołączyła do Australii, która od 2021 r. strategicznie podchodzi do poszukiwań i wydawania koncesji na wydobycie wodoru ze złóż naturalnych (przyznała 3 koncesje na jego poszukiwania, a ponad 30 jest rozpatrywanych).

► **Szacowany całkowity globalny potencjał wydobycia wodoru ze złóż wynosi około 23 mln ton rocznie.** Oceny dotyczące wielkości złóż rosną w ostatnich dekadach geometrycznie – w 2000 r. szacowano maksymalny potencjał wydobycia wodoru na 0,5 mln ton rocznie, w 2010 r. było to ponad 9 mln ton rocznie. Nieoszacowane pozostają także zasoby znajdujące się na dnie oceanów, dlatego potencjał wydobycia wodoru może w przyszłości wzrosnąć, co pokazało odkrycie znacznych złóż w Mali. **Obecne całkowite zasoby to jednak tylko około 24 proc. rocznej produkcji wodoru, w 99 proc. pochodzącej z paliw kopalnych.**

**Wykres 4. Globalna produkcja wodoru z paliw kopalnych i źródeł niskoemisyjnych oraz szacowany potencjał wydobycia wodoru ze złóż naturalnych (w mln ton)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej oraz szacunkowych danych z literatury przedmiotu<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Między innymi: doi: 10.1144/0060349, <https://doi.org/10.1016/j.earscrev.2020.103140>, <https://doi.org/10.31035/cg2022046>, <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2012.03.009>, <http://www.magniel.com/jse/B/vol0201B/vg040720.pdf>

► „Złoty wodór” ze złóż naturalnych nie zastąpi konieczności rozwoju jego produkcji ze źródeł odnawialnych, które według Międzynarodowej Agencji Energetycznej powinno do 2030 r. wzrosnąć do 35 mln ton rocznie. To jednak wciąż za mało, aby zaspokoić całkowity globalny popyt na wodór, który do 2030 r. ma wzrosnąć o ponad 60 proc., co wynika z konieczności osiągnięcia neutralności klimatycznej w 2050 r. Zgodnie z tymi przewidywaniami, w 2030 r. blisko 81 proc. wodoru będzie pochodzić z paliw kopalnych. Obecnie produkcja kilograma wodoru z paliw kopalnych oznacza ponad 12 kg emisji CO<sub>2</sub>. Niskoemisyjne wydobycie wodoru na poziomie 23 mln ton H<sub>2</sub> pozwoliłoby tym samym ograniczyć emisje związane z jego produkcją nawet o 276 mln ton CO<sub>2</sub> rocznie (ok. 70 proc. emisji polskiej gospodarki).

(KL)

## Kłęski żywiołowe problemem dla rolnictwa na świecie

**400**

kłęsk żywiołowych notuje się na świecie w ciągu roku

**123 mld USD**

wynoszą straty światowego rolnictwa spowodowane katastrofami naturalnymi rocznie

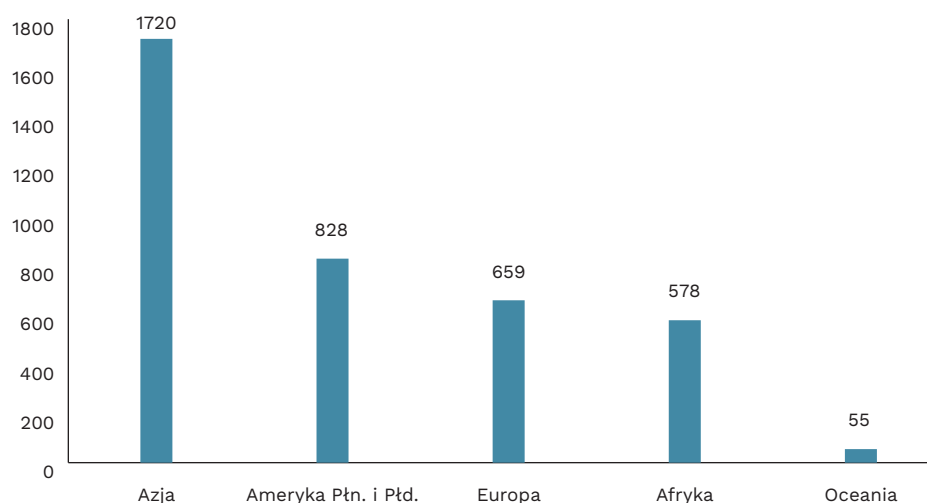
**za ponad 25 proc.**

strat w rolnictwie odpowiadają ekstremalne temperatury

► W ostatnich 50 latach częstotliwość ekstremalnych zjawisk naturalnych zwiększyła się czterokrotnie. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) wylicza, że w latach 70, w ciągu roku na świecie notowano średnio 100 kłęsk żywiołowych. W ostatnich latach zjawiska powodujące nadzwyczajne zniszczenia oraz straty w światowym rolnictwie zwiększyły swoją częstotliwość występowania do około 400 rocznie.

► Ekstremalne temperatury są przyczyną ponad 25 proc. strat w światowym rolnictwie. W ostatnich 30 latach (1991-2021) odpowiadały za największą część strat w produkcji rolnej. W pierwszej trójce znalazły się ponadto susze (niecałe 20 proc.) oraz powodzie (nieco ponad 15 proc.). Produkcja rolna jest najmocniej narażona na anomalie temperatury. W latach 2007-2022 ok. 23 proc. strat spowodowanych kłęskami żywiołowymi dotyczyło rolnictwa, a 77 proc. pozostałych sektorów gospodarki. To nieproporcjonalnie dużo w stosunku do skali aktywności gospodarczej – rolnictwo odpowiada za około 4 proc. wartości dodanej w skali globu.

**Wykres 5. Straty w produkcji rolnej według kontynentów w latach 1991-2021 (w mld USD)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych FAO.

► **Światowe straty rolnictwa wyniosły 3,8 bln USD w ostatnich 30 latach.** Średnio w ciągu roku było to 123 mld USD. Tendencja jest jednak rosnąca, a wzrost dotyczy pięciu głównych kategorii produktów rolniczych: zbóż, owoców i warzyw, mięsa i nabiału. Najmocniej cierpi Azja. Ten rejon świata poniósł 45 proc. globalnych strat w latach 1991-2021. Odpowiada to kwocie 1720 mld USD. Rolnictwo w obu Amerykach doznało szkód o wartości 828 mld USD, co odpowiada za 22 proc. światowych zniszczeń. Europa i Afryka utraciły odpowiednio 659 mld USD (17 proc.) i 578 mld USD (15 proc.). Pod względem relacji strat do PKB najmocniej dotknięta została Afryka – niemal 4 proc.

► **W 2022 r. 9,2 proc. światowej populacji było zagrożone głodem.** ONZ szacuje, że może to być nawet 783 mln osób. Oznacza to wzrost liczby osób głodujących o 122 mln w porównaniu z 2019 r., w którym odsetek ten wynosił 7,9 proc. Zmiany klimatu, konflikty zbrojne oraz utrzymujące się na świecie skutki pandemii COVID-19 to główne czynniki wpływające na globalny problem głodu oraz wyżywienia.

(JL)

## Trudna sytuacja gospodarcza radykalizuje Argentynę

**121,7 proc.**

wyniesie inflacja w Argentynie w 2023 r.

**o 2,5 proc.**

zmniejszy się PKB Argentyny w 2023 r.

**40,1 proc.**

wyniósł wskaźnik ubóstwa w Argentynie w I połowie 2023 r.

► **Sytuacja gospodarcza w Argentynie uległa pogorszeniu w 2023 r. – PKB zmniejszy się o 2,5 proc., a inflacja, według szacunków MFW, wyniesie 121,7 proc.** Jest to najwyższy wskaźnik inflacji od 1991 r. Największy spadek aktywności gospodarczej zanotowano w sektorze rolnym (-40,2 proc. r/r za II kwartał br.), spowodowany m.in. wyjątkową suszą, nie notowaną od ok. 60 lat. Straty w eksporcie produktów rolnych wynoszą ok. 20 mld USD w porównaniu z 2022 r.

► **W Argentynie nastąpił też gwałtowny, największy od czasu pandemii, wzrost poziomu ubóstwa.** W I połowie 2023 r. wskaźnik ubóstwa wzrósł o 6,4 pkt. proc. r/r i osiągnął poziom 40,1 proc. Towarzyszył temu także wzrost ubóstwa skrajnego z 8,2 proc. do 9,3 proc.

► **Trudności gospodarcze Argentyny wpływają na radykalizację postulatów przedstawianych przed wyborami prezydenckimi, które odbędą się 22.10.br. Do głównych postulatów poprawy sytuacji należą m.in. dolaryzacja gospodarki lub wprowadzenie wirtualnej waluty.** Projekt dolaryzacji zaproponowany został przez zwycięzcę prawyborów, które odbyły się w sierpniu – Javierę Milei ze skrajnie prawicowej koalicji La Libertad Avanza. Propozycja oparta jest na przekonaniu, że odpowiedzialny za obecną sytuację jest wyłącznie rząd i Milei jako prezydent zamierza drastycznie zmniejszyć wydatki rządowe. Dolaryzacja ma natomiast pomóc w zarządzaniu oczekiwaniami inflacyjnymi oraz odciąć od możliwości budżetowego finansowania monetarnego poprzez likwidację banku centralnego. Gospodarka Argentyny jest od lat nieformalnie zdolaryzowana. Jednak zdaniem MFW, nie jest gotowa na taką zmianę i dolaryzacja nie zastąpi rozsądnej polityki makroekonomicznej.

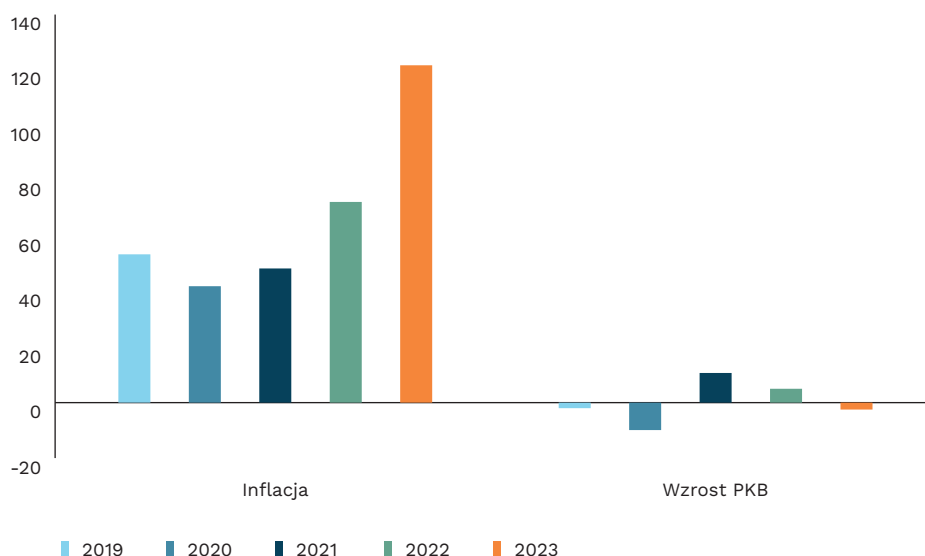
► **Dodruk pieniądza w Argentynie jest wysoki – w ciągu roku od lipca 2022 r. podaż agregatu M3 wzrosła o 106 proc.** Wartość ta prawdopodobnie wzrośnie po zwiększeniu przedwyborczych wydatków rządowych i sprowadzeniu nowych pieniędzy dodrukowanych w Chinach. Inicjatorem tych działań jest m.in. Sergio Massa – drugi ważny kandydat na prezydenta i jednocześnie obecny minister finansów. Doprowadził on m.in. do zniesienia podatku dochodowego dla większości pracowników formalnie zatrudnionych (oprócz zarabiających powyżej ok. 5 tys. USD miesięcznie). Zaoferował także program, tzw. Plan Platita, polegający na przekazaniu pracownikom nieformalnym i emerytom (ok. 2-3 mln osób)



łącznie po 256 USD płatne w dwóch ratach w październiku i listopadzie br. Program ten obejmuje też zwolnienia podatkowe dla najbiedniejszych.

► **Wprowadzenie wirtualnej waluty to również pomysł Massy, identyfikującego źródło problemów gospodarczych raczej w działaniach uczestników rynku.** Cyfrowe argentyńskie peso ma ograniczyć uchylanie się od płacenia podatków, które wynosi ok. 50 proc. i w rezultacie wyeliminować deficyt budżetowy.

**Wykres 6. Wzrost PKB i inflacja w Argentynie w latach 2017-2023 (w proc.)**



Źródło: opracowanie własne PIE na podstawie danych MFW.

(KS)

## Sztuczna inteligencja lepsza niż ludzie w wyścigach dronów

**60 proc.**

wyścigów przeciwko światowym mistrzom wygrały drony z systemem Swift

**20 proc.**

przeznaczonych wyników z osiągnięcia przez sztuczną inteligencję gorszego czasu w wyścigu

**100 km/h**

przekraczają drony podczas wyścigów

► **Sztuczna inteligencja pokonała mistrzów w wyścigach przy wykorzystaniu dronów** – wynika z artykułu opublikowanego w „Nature”. Wyścigi dronów to dyscyplina wymagająca od zdalnie sterujących pilotów wykonywania precyzyjnych manewrów, sięgających fizycznych granic maszyn, przy prędkościach przekraczających 100 km/h i dużym przyspieszeniu. Autonomiczny system Swift może ścigać się czterowirnikowymi dronami na poziomie mistrzów świata tej dyscypliny wyłącznie na podstawie obliczeń i wskaźników z instrumentów pokładowych. Swift konkurował z trzema mistrzami w tej dyscyplinie, w tym z dwoma mistrzami międzynarodowych lig i kilkakrotnie pokonał ich wszystkich w wyścigach, a także osiągnął najkrótszy zanotowany czas przelotu.

► **System Swift opiera się na module percepcji, który przetwarza odczyty odbierane przez czujniki oraz na module polityki sterowania.** Moduł percepcji wykorzystuje wielowymiarowe informacje wizualne, zbierane przez kamerę pokładową, oraz wewnętrzne, zbierane przez instrumenty pokładowe, do wytworzenia specyficznego dla zadania niskowymiarowego kodu. Moduł polityki sterowania przekształca otrzymany kod w polecenia dla drona. System łączy w sobie głębokie uczenie maszynowe ze wzmocnieniem w symulacji oraz

dane zebrane w realnym świecie. Pozwala to na optymalizację polityki sterowania poprzez złączenie rozbieżności między warunkami występującymi w symulacji, w której model był szkolony, a rzeczywistymi warunkami podczas wyścigu.

► **Swift wygrał 15 z 25 wyścigów, a tylko 20 proc. jego przegranych wynikało z bycia wolniejszym od ludzkiego pilota.** Aż 80 proc. porażek systemu Swift wynikało z kolizji z innym dronem lub z elementem toru wyścigowego. Znaczną przewagą systemu autonomicznego nad ludzkimi pilotami była możliwość nawigowania na podstawie danych inercyjnych oraz wizualnego pomiaru odległości względem otoczenia, zamiast kierowania się do celu dzięki obrazowi z kamery pokładowej. Takie rozwiązania pozwoliły dronom z systemem Swift osiągać wyższe prędkości i wybierać krótsze trasy podczas wyścigów.

► **Systemy wytrenowane dzięki głębokiemu uczeniu ze wzmocnieniem osiągały już wyniki przewyższające ludzkie w złożonych i konkurencyjnych grach, np. szachach, Dota 2 czy Gran Turismo, natomiast do tej pory było to ograniczone przede wszystkim do środowisk symulacyjnych.** Osiągnięcie mistrzowskich rezultatów w warunkach fizycznych stanowi nadal wyzwanie dla sztucznej inteligencji. Jednym z kluczowych problemów jest niska odporność systemów autonomicznych na zmiany zachodzące w rzeczywistym środowisku. Badania nad rozwiązaniami wykraczającymi poza symulacje, jak te opisane powyżej, mają kluczowe znaczenie dla rozwoju pojazdów autonomicznych i tworzą nowe możliwości oraz podstawy dla przyszłości tej technologii.

(JW)

Autorzy: Urszula Kłosiewicz-Górecka, Kamil Lipiński, Jędrzej Lubasiński, Iga Rozbicka, Jakub Rybacki, Katarzyna Sierocińska, Jakub Witczak, Katarzyna Zybortowicz

## Polski Instytut Ekonomiczny

Polski Instytut Ekonomiczny to publiczny *think tank* ekonomiczny z historią sięgającą 1928 roku. Jego obszary badawcze to przede wszystkim makroekonomia, energetyka i klimat, handel zagraniczny, foresight gospodarczy, gospodarka cyfrowa i ekonomia behawioralna. Instytut przygotowuje raporty, analizy i rekomendacje dotyczące kluczowych obszarów gospodarki oraz życia społecznego w Polsce, z uwzględnieniem sytuacji międzynarodowej.

Wydarzenia i dane przedstawione w niniejszej publikacji pochodzą i bazują na źródłach zewnętrznych, stąd nie gwarantujemy ich poprawności. Mogą one być ponadto niekompletne albo skrócone. Wszystkie opinie i prognozy zawarte w niniejszej publikacji są wyrazem oceny ekspertów PIE w dniu ich publikacji i mogą ulec zmianie bez zapowiedzi. Niniejszy dokument jest jedynie materiałem informacyjnym do użytku odbiorcy.

© Copyright by Polski Instytut Ekonomiczny