

Allianz Research | 3 grudnia 2025 r.

Wielkie nadzieje, duży ślad węglowy: wyzwania dla lotnictwa, fundamentu światowej gospodarki

Lotnictwo – wyzwaniem nie jest brak rozwiązań, ale ich koszt (obecnie głównie alternatywnego paliwa SAF). Jak na razie jego koszt jest wyższy, niż niebagatelne opłaty z tytułu kwot węglowych. Może to szansa dla polskiego sektora lotniczego – inwestycje w lokalną produkcję SAF i ewentualnie - wodoru (jak ma to miejsce m.in. w Turcji i jest tam elementem rozwoju narodowych linii)?

CPK - jako odpowiedź na spodziewany wzrost ruchu lotniczego w Europie o 52% do 2050 roku, przy czym warto pamiętać o europejskiej specyfice: ponad 50% pasażerów w UE podróżuje samolotami na trasach krajowych lub w obrębie UE-27

Hazem Krichene
Starszy ekonomista
hazem.krichene@allianz.com

Maria Latorre
Specjalistka sektora B2B
maria.latorre@allianz-trade.com

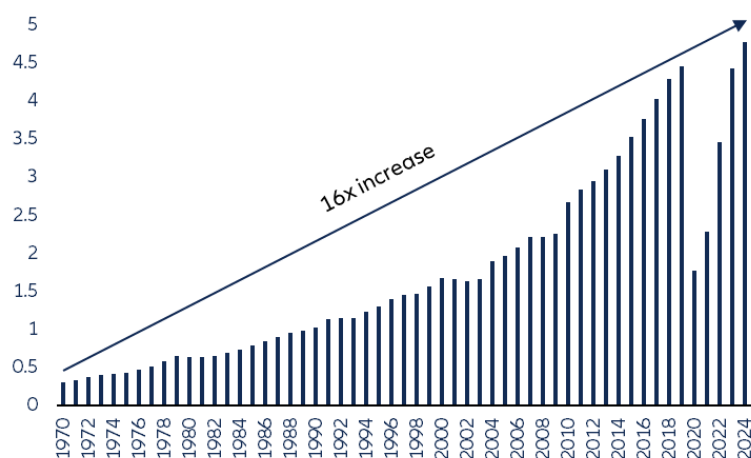
Jade Elisabeth Research
Asystentka ds. badań
jade.elisabeth@allianz.com

W skrócie:

- **Lotnictwo – fundament światowej gospodarki:** od 1970 roku liczba pokonywanych w skali roku kilometrów wzrosła w światowej awiacji prawie siedmiokrotnie, ponieważ połączenia lotnicze stały się podstawą globalizacji, turystyki i handlu. Globalna flota samolotów komercyjnych wzrosła z 14 000 samolotów na początku XXI wieku do około 30 300 aktywnych samolotów zarejestrowanych w połowie 2025 r.
- **Lotnictwo – prawo do przemieszczania się a nie przywilej nielicznych:** większe wrażenie od liczby samolotów czy przebytych kilometrów robi 13-krotny wzrost liczby pasażerów (w omawianym okresie, od 1970), co podkreśla strukturalną zmianę w transporcie lotniczym z przywileju nielicznych do środka transportu masowego obsługującego miliardy osób rocznie.
- **Masowość – to także większe wyzwanie dla środowiska:** Lotnictwo odpowiada za ok.6% emisji przyczyniających się do globalnego ocieplenia – to może nie decydujący, ale istotny wpływ
- **Postęp też się dokonał – spadek emisji CO₂ na kilometr przebyty w powietrzu o 66% od 1970:** ekspansja lotnictwa nastąpiła równolegle z dużym wzrostem efektywności energetycznej. Emisja CO₂ na kilometr przebyty w powietrzu spadła o około 66% od 1970 r., co świadczy o postępie technologicznym w zakresie projektowania samolotów, wydajności silników, zarządzania ruchem lotniczym i praktyk operacyjnych.
- **Współczesne samoloty zużywają obecnie około jednej trzeciej paliwa na pasażera na kilometr w porównaniu z samolotami z lat 70. XX wieku.** To rozdzielenie wzrostu ruchu lotniczego od intensywności emisji odzwierciedla ciągłe ulepszenia. T
- **Poprawa nie zachodzi w tempie wystarczającym do zrównoważenia wzrostu popytu** - chociaż każdy przebyty kilometr powoduje znacznie mniejszą emisję CO₂, to samo zwiększenie liczby lotów, tras i liczby pasażerów spowodowało, że łączna emisja osiągnęła rekordowy poziom. W efekcie ślad węglowy branży nadal rośnie, nawet jeśli staje się ona czystsza w przeliczeniu na jednostkę produkcji. od 1970 nastąpił wzrost emisji zanieczyszczeń generowanych przez branżę o 182%
- **Popyt na przewozy rośnie, ale czy spadnie jego dostępność?** Ponad 50% pasażerów w UE podróżuje samolotami na trasach krajowych lub w obrębie UE-27

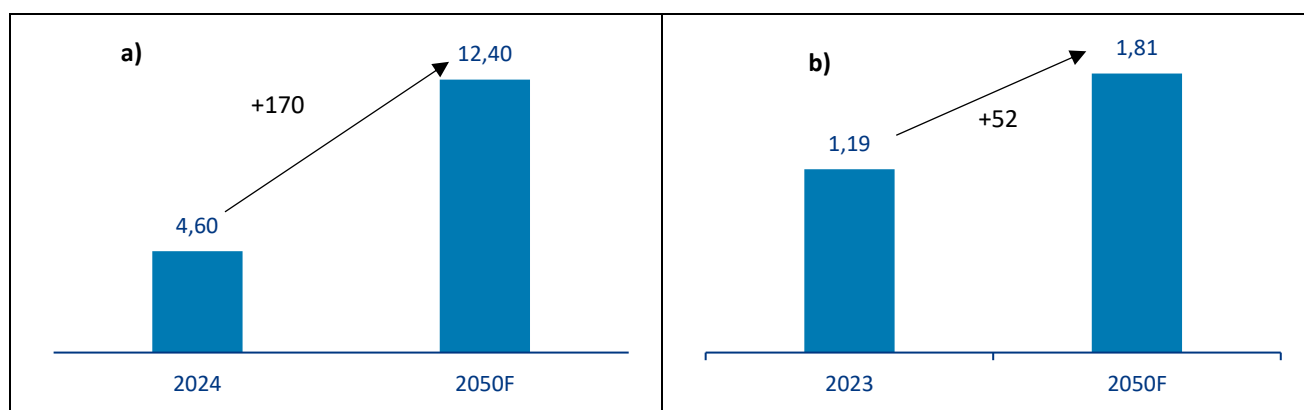
Popyt Liczba pasażerów korzystających z transportu lotniczego wzrosła z 0,4 mld w 1970 r. do prawie 5 mld w 2025 r., a globalny popyt ma osiągnąć 12,4 mld w 2050 r. W Europie wzrost będzie bardziej umiarkowany – z 1,19 mld pasażerów w 2023 r. do 1,81 mld w 2050 r. – ale nawet ten wzrost o 52% stanowi wyzwanie dla osiągnięcia zerowej emisji netto. Ponad 50% pasażerów w UE podróżuje samolotami na trasach krajowych lub w obrębie UE-27, a krótkie loty stanowią najłatwiejszą okazję do ograniczenia emisji: trasy poniżej 300 km stanowią 19% podróży krajowych, a trasy poniżej 500 km – 45%. W opinii Allianz Trade **kolej ma duże szanse zastąpić transport lotniczy na tych trasach, ale wymaga znacznej modernizacji.** W Europie planowana jest rozbudowa sieci kolei dużych i bardzo dużych prędkości z obecnych 12 000 km do prawie 49 400 km do 2050 r., co wymaga inwestycji o wartości ponad 890 mld EUR do 2050 r. Środki uzupełniające, takie jak podatki od biletów lotniczych, które zmniejszają popyt wewnątrz EOG o około 9%, mogą dodatkowo przyspieszyć sprawiedliwą i skuteczną zmianę rodzaju transportu.

Wykres 1: Zmiany w liczbie pasażerów transportu lotniczego w latach 1970–2025 w miliardach



Źródła: Bank Światowy, IATA, Allianz Trade Research

Wykres 2 Prognoza zmian liczby pasażerów transportu lotniczego do 2050 r. (w mld) na świecie (a) i w Europie (b)



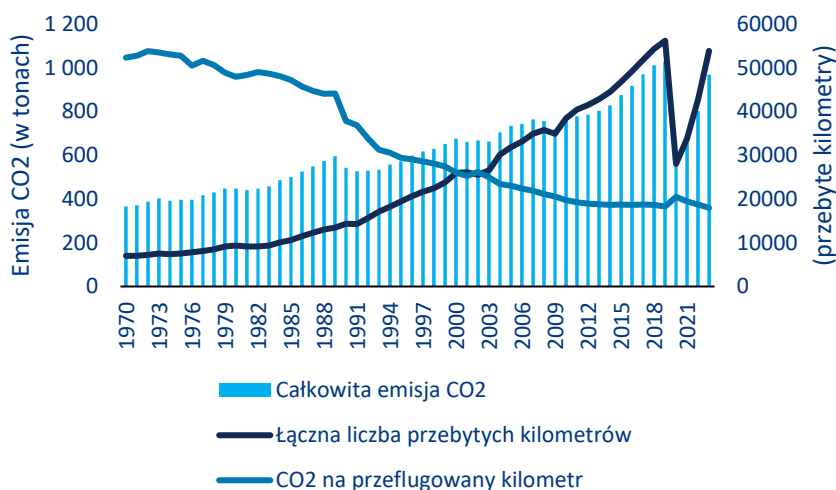
Źródło: ICAO, EuroControl, Allianz Trade Research

Lotnictwo pozostaje fundamentem naszej zglobalizowanej gospodarki, zmniejszając odległości i przyspieszając przepływ ludzi i towarów, umożliwiając tym samym rozwój turystyki i handlu. Jest to jednak również jedna z branż, w których najtrudniej jest osiągnąć globalne cele neutralności klimatycznej do 2050 r. W 2023 r. lotnictwo wyprodukowało około 1 gigatonę CO₂, co stanowi około 2,5% wszystkich emisji CO₂ spowodowanych przez człowieka, uwzględniając w tym zmianę użytkowania gruntów. Po uwzględnieniu wpływu innych czynników niż CO₂, takich jak smugi kondensacyjne i tlenki azotu, udział sektora w globalnym ociepleniu wzrasta do około 6%, co podkreśla skalę wyzwania.

Ograniczenie emisji wymaga kompleksowego zestawu środków obejmujących technologie, paliwa, działalność operacyjną i politykę. W opinii Allianz Trade kluczowym filarem jest wdrożenie zrównoważonych paliw lotniczych (SAF), które mogą obniżyć emisję CO₂ o 60–90% i są kompatybilne z istniejącą flotą. Jednak obecne wdrożenie jest znacznie poniżej wymagań celów klimatycznych: w 2024 r. SAF zaspokajały jedynie 0,3% globalnego zapotrzebowania na paliwo lotnicze, co wynikało z ograniczonych zasobów surowców odnawialnych, wysokich kosztów produkcji i powolnej rozbudowy infrastruktury. Zwiększenie skali stosowania SAF będzie wymagało znacznych inwestycji w energię odnawialną, zróżnicowane surowce i zakłady produkcyjne na dużą skalę, wspierane przez jasne i stabilne wytyczne polityczne. Jednak dowody naukowe wskazują również, że same SAF nie są w stanie zapewnić pełnej neutralności klimatycznej, ponieważ czynniki inne niż CO₂ – smugi kondensacyjne, NO_x i para wodna – nadal przyczyniają się do ocieplenia klimatu. SAF pozostają niezbędne, ale muszą być uzupełnione szerszymi środkami technologicznymi,

operacyjnymi i regulacyjnymi. Poprawa efektywności, taka jak wycofanie starszych samolotów, wprowadzenie modeli bardziej aerodynamicznych i oszczędnych, zmniejszenie masy kabiny i wprowadzenie elektrycznego kołowania, dodatkowo zmniejsza zużycie paliwa. Równolegle nowatorskie technologie napędowe – samoloty napędzane wodorem, akumulatorami elektrycznymi i hybrydowymi silnikami elektrycznymi – oferują długoterminowy potencjał transformacyjny, choć wymagają znacznych postępów w zakresie infrastruktury i systemów energetycznych.

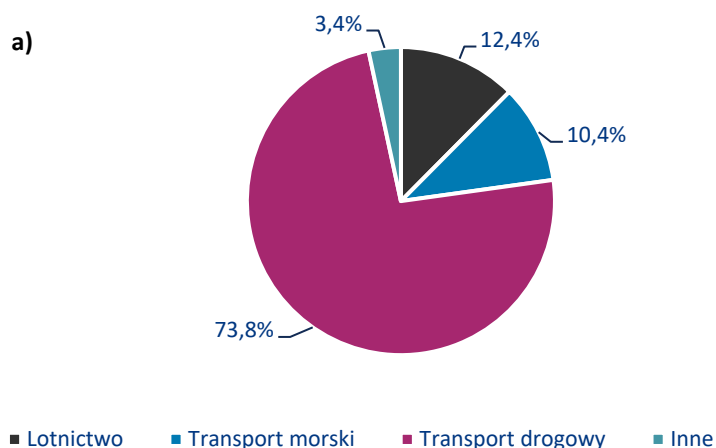
Wykres 3: Zmiany emisji CO₂, popytu na loty i wydajności samolotów (1970–2023)

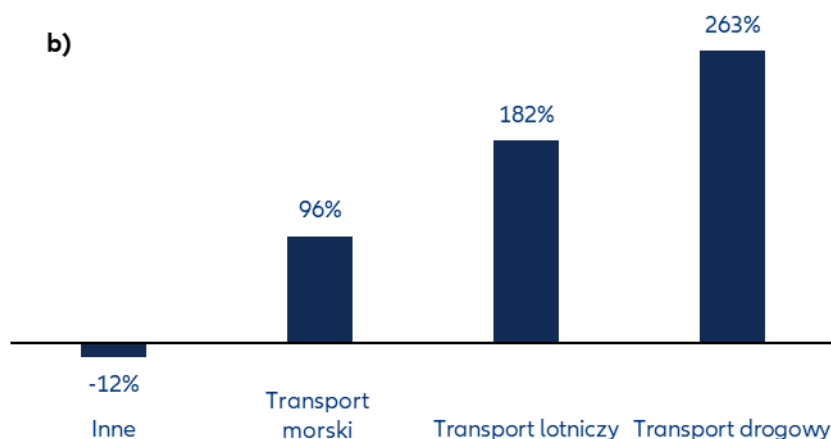


Źródła: EDGAR, Allianz Trade Research

Mechanizmy rynkowe (kwoty/kredyty węglowe) mogą również pomóc w wypełnieniu luki węglowej. Z jednej strony CORSIA pozwala liniom lotniczym kompensować rosnący udział emisji międzynarodowych, przy czym koszty wzrosną z nieistotnego poziomu w fazie pilotażowej (7–20 USD/tonę CO₂) do potencjalnie 100 USD/tonę do 2027 r., co stanowi obciążenie finansowe w wysokości do 9,5 mld USD (26% zysków netto sektora) w miarę rozszerzania się uczestnictwa i zaostrzania obowiązków. Z drugiej strony, system EU ETS nakłada surowsze, skoncentrowane na Europie obowiązki, wymagając od linii lotniczych zakupu uprawnień, których prognozowane zapotrzebowanie do 2030 r. wyniesie 70 mln uprawnień po cenie 80–150 EUR/tonę, co przekłada się na koszty w wysokości 5,6–10 mld EUR. **Chociaż kwoty węglowe pozostają tańsze niż przyjęcie SAF, w opinii Allianz Trade oczekuje się, że ich skumulowany koszt wzrośnie, wpływając na marże operacyjne lub ceny biletów.** Ogólnie rzecz biorąc, te mechanizmy rynkowe pełnią rolę narzędzi przejściowych, umożliwiając liniom lotniczym kompensację nieuniknionych emisji, jednocześnie zachęcając do długoterminowych inwestycji w SAF i technologie niskoemisyjne, wspierając zarówno zgodność z przepisami, jak i zrównoważony rozwój sektora.

Wykres 4: Emisje z lotnictwa w porównaniu z innymi rodzajami transportu: a) udział w całkowitej emisji z transportu w 2024 r.; b) wzrost emisji według rodzaju transportu, 1970–2024





Źródła: EDGAR, Allianz Research

Wysiłki te będą wymagały około 5,1 bln USD inwestycji do 2050 r. Znaczna część tej kwoty zostanie przeznaczona na energię odnawialną (40%) do zasilania (wytworzenia) paliw syntetycznych oraz przyszłych samolotów wodorowych lub elektrycznych. Kolejne 38% musi wesprzeć zwiększenie produkcji SAF, podczas gdy wychwytywanie CO₂ i elektrolizery stanowią 16%, a samoloty nowej generacji pozostałe 6%. Pomimo ogromu nakładów, transformacja jest korzystna z ekonomicznego punktu widzenia. Bez działań łagodzących sektor ten musiałby ponieść łączne koszty związane z emisją dwutlenku węgla w wysokości prawie 8 bln USD w związku z rosnącymi cenami emisji. Ścieżka transformacji obniża tę kwotę do 2,6 bln USD, eliminując ekspozycję na ceny emisji po 2045 r. i wzmacniając długoterminową konkurencyjność oraz odporność regulacyjną.

Dekarbonizacja lotnictwa zależy również od przyspieszenia modernizacji samolotów i wprowadzenia innowacji nowej generacji. Przy globalnym wycofaniu floty wynoszącym zaledwie 1,7% w 2024 r. i wskaźniku odnowienia wynoszącym 3,7%, średni wiek samolotów osiągnął rekordowy poziom 15 lat, a zaległości w dostawach sięgnęły 17 000 sztuk, wydłużając czas oczekiwania z dwóch do trzech lat do prawie sześciu. Modernizacja starszych samolotów – poprzez ulepszenia kabiny, awioniki, silników i aerodynamiki, takie jak winglety (które od 2000 r. pozwoliły zmniejszyć emisję CO₂ o ponad 100 mln ton) – zapewnia krótkoterminowy wzrost wydajności, ale znacząca dekarbonizacja wymaga nowych samolotów. Obecna technologia mogłaby zmniejszyć zużycie paliwa i emisje o około 20% do 2050 r., ale tylko pod warunkiem, że producenci przyspieszą produkcję, zdywersyfikują dostawców, usprawnią certyfikację i zapewnią wsparcie rządowe. Wiodący producenci OEM inwestują znaczne środki w badania i rozwój platform kompatybilnych z SAF, napędów hybrydowo-elektrycznych i wodorowych oraz zaawansowanej aerodynamiki. Jednak stosunek nakładów inwestycyjnych do przychodów pozostaje niski i wynosi 3–5%, pomimo wzrostu o +8% w ciągu ostatniej dekady i +67% od najniższego poziomu odnotowanego podczas pandemii. Aby osiągnąć znaczną poprawę efektywności i dostosować się do celów zerowej emisji netto, niezbędne są znacznie wyższe inwestycje, które pozwolą wprowadzić do użytku energooszczędne samoloty nowej generacji w skali i tempie wymaganym przez branżę – i planetę.

Tabela : Zrównoważone paliwa lotnicze, ich kluczowe zalety i główne wyzwania

Rodzaj SAF	Surowiec i proces produkcji	Kluczowe zalety	Główne wyzwania	Gotowość technologiczna i rynkowa (2025)
Estry i kwasy tłuszczowe poddane hydrrorafinacji (HEFA-SPK)	Hydrrorafinacja surowców lipidowych (oleje roślinne, zużyty olej spożywczy, tłuszcze zwierzęce, oleje talowe). Tlen jest usuwany, a węglowodory są krakowane do alkanów o zakresie stosowania w silnikach odrzutowych.	Najbardziej dojrzała ścieżka SAF; redukcja emisji gazów cieplarnianych nawet o 80%; kompatybilność z paliwami konwencjonalnymi; niska zawartość siarki i węglowodorów aromatycznych.	Ograniczona dostępność zrównoważonych surowców lipidowych; konkurencja z sektorami spożywczym/biodiesla; wysokie zapotrzebowanie na wodór.	TRL 9 (skala komercyjna); limit mieszanki: 50%; koszt ~2–3× paliwo lotnicze pochodzenia kopalnego.
Syntetyczna parafina kerosenowa Fischer-Tropsch (FT-SPK / FT-SPK-A)	Gazyfikacja biomasy, odpadów komunalnych lub gazu ziemnego do syntezy (CO + H ₂), a następnie synteza Fischera-Tropscha do ciekłych węglowodorów.	Bezsiarkowa; wysoka stabilność termiczna; możliwość wykorzystania różnych surowców; potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych do 90%.	Kapitałochłonne; wymagają dużych zakładów; złożone oczyszczanie gazu; wydajność węglowa <60% bez CCUS.	TRL 8–9; limit mieszanki: 50%; nadaje się do integracji z PtL.
Izo-parafiny syntetyczne (SIP / HFS-SIP)	Fermentacja cukrów (trzcina cukrowa, kukurydza, biomasa celulozowa) przy użyciu zmodyfikowanych mikroorganizmów w celu produkcji farnezanu (izoparafiny).	Odnawialna droga biochemiczna; niska temperatura krzepnięcia; czyste spalanie; potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych do 70%.	Wysoki koszt surowca cukrowego; ślad ekologiczny związany z użytkowaniem gruntów; ograniczona skalowalność i wydajność; produkcja na małą skalę.	TRL 7–8 (demonstracja); limit mieszanki: 10%; produkcja w dużej mierze wstrzymana ze względów ekonomicznych.
Alkohol do paliwa lotniczego (ATJ-SPK)	Przekształcanie etanolu, izobutanolu lub metanolu w paliwo lotnicze poprzez dehydratację, oligomeryzację i hydrrorafinację.	Elastyczne surowce; kompatybilność z istniejącą infrastrukturą etanolową; redukcja emisji gazów cieplarnianych o 60–85%.	Wysokie koszty konwersji; zależność od surowców alkoholowych o niskiej emisji dwutlenku węgla; trwająca optymalizacja katalizatora.	TRL 8–9; mieszanka do 50%; skalowanie 2026–2030.
Power-to-Liquids (PtL / e-SAF / FT-SPK-A)	Synteza wodoru odnawialnego (poprzez elektrolizę) i wychwyconego CO ₂ w syntetyczne węglowodory przy użyciu metod Fischera-Tropscha lub metanol-do-paliwa lotniczego.	Emisje w cyklu życia bliskie zeru; pełna kompatybilność z obecną infrastrukturą; niezbędne dla długoterminowego osiągnięcia zerowej emisji netto w lotnictwie.	Bardzo energochłonne (5–8 MWh/t paliwa); kosztowne pozyskiwanie odnawialnego H ₂ i CO ₂ ; ograniczona skala demonstracyjna.	TRL 6–8; limit mieszanki: 50%; przedmiot mandatu ReFuelEU.

Oleje z alg / oleje z alg poddane procesowi hydrowodroalkilacji (HAO-SPK)	Uprawa mikroalg, ekstrakcja lipidów, a następnie hydrowodroalkilacja do węglowodorów nadających się do stosowania w silnikach odrzutowych.	Wysokie teoretyczne wydajności; wykorzystanie gruntów nieuprawnych; duży potencjał pochłaniania CO ₂ .	Wysokie zużycie energii i składników odżywczych; kosztowna uprawa; wyzwania związane ze skalowalnością.	TRL 5–7; od etapu pilotażowego do demonstracyjnego; brak certyfikatu ASTM; potencjalny spadek kosztów dzięki fotobioreaktorom.
---	--	---	---	--

Źródła: Khujamberdiev i Cho (2024)¹, Allianz Trade Research

Kontakt z Allianz Trade

Grzegorz Błachnio

+48 601 056 830

grzegorz.blachnio@allianz-trade.com

Kontakt z multiAN PR

Artur Niewrzędowski

+ 48 509 433 874

artur.niewrzedowski@multian.pl

Oceny te, jak zawsze, podlegają zastrzeżeniom zawartym poniżej.

STWIERDZENIA DOTYCZĄCE PRZYSZŁOŚCI

Oświadczenia zawarte w niniejszym dokumencie mogą zawierać prognozy, stwierdzenia dotyczące przyszłych oczekiwań i inne stwierdzenia dotyczące przyszłości, które opierają się na aktualnych poglądach i założeniach kierownictwa i wiążą się ze znanymi i nieznanymi ryzykami oraz niepewnością. Rzeczywiste wyniki, osiągnięcia lub wydarzenia mogą znacznie różnić się od tych wyrażonych lub sugerowanych w takich stwierdzeniach dotyczących przyszłości.

Odchylenia takie mogą wynikać między innymi z (i) zmian ogólnych warunków gospodarczych i sytuacji konkurencyjnej, w szczególności w podstawowej działalności i na podstawowych rynkach Grupy Allianz, (ii) wyników rynków finansowych (w szczególności zmienności rynkowej, płynności i zdarzeń kredytowych), (iii) częstotliwości i dotkliwości zdarzeń objętych ubezpieczeniem, w tym katastrof naturalnych, oraz rozwoju kosztów szkód, (iv) poziomów i trendów śmiertelności i zachorowalności, (v) poziomów trwałości, (vi) w szczególności w działalności bankowej, zakresu niewypłacalności kredytowej, (vii) poziomów stóp procentowych, (viii) kursów walutowych, w tym kursu EUR/USD, (ix) zmian przepisów ustawowych i wykonawczych, w tym przepisów podatkowych, (x) wpływu przejęć, w tym związanych z nimi kwestii integracyjnych, oraz działań reorganizacyjnych, oraz (xi) ogólne czynniki konkurencyjne, w każdym przypadku w skali lokalnej, regionalnej, krajowej i/lub globalnej. Wiele z tych czynników może być bardziej prawdopodobnych lub wyraźniejszych w wyniku działań terrorystycznych i ich konsekwencji.

BRAK OBOWIĄZKU AKTUALIZACJI

Spółka nie ma obowiązku aktualizowania żadnych informacji ani stwierdzeń dotyczących przyszłości zawartych w niniejszym dokumencie, z wyjątkiem informacji, których ujawnienie jest wymagane przez prawo.

Allianz Trade jest znakiem towarowym używanym do oznaczenia szeregu usług świadczonych przez Euler Hermes.

¹ [Biopaliwa w lotnictwie: badanie wpływu zrównoważonych paliw lotniczych na silniki samolotowe](#)