

# Geopolityka, zmiany klimatu i odporność łańcuchów dostaw

*Jacob L. Shapiro*

*Tłumaczenie: Maciej Bukowski*

**19.11.2021**



## Artykuł w skrócie:

- „Zmiany klimatu” i „łańcuchy dostaw” to pojęcia wyjątkowo złożone. Zmiany klimatyczne obejmują szereg zjawisk: wzorce opadów, temperaturę, emisję, zanieczyszczenie, erozję, pustynnienie, itp. Podobnie, „łańcuchy dostaw” to termin zbyt ogólny, aby mógł mieć wartość analityczną. Przykładowo, łańcuch dostaw pszenicy może mieć niewiele wspólnego z łańcuchem dostaw zaawansowanego mikroprocesora;
- celem niniejszej analizy jest wskazanie takiego podejścia analitycznego, które uwzględni zmiany klimatyczne w ocenie ryzyka geopolitycznego globalnych łańcuchów dostaw. Niniejszy tekst definiuje centralne koncepcje zmian klimatycznych, łańcuchów dostaw i geopolityki oraz zawiera ramy pozwalające zrozumieć, jak te zjawiska wzajemnie na siebie oddziałują;
- druga część analizy skupia się na dwóch studiach przypadków: pszenicy (towar szczególnie podatny na zmiany klimatyczne) i zaawansowanych półprzewodnikach (złożony, wytwarzany produkt zależny od wielu łańcuchów dostaw). Zastosowanie tego podejścia analitycznego ma na celu przedstawienie urzędnikom państwowym i specjalistom w zakresie łańcucha dostaw lepszego strategicznego podejścia do zarządzania konkretnymi ryzykami i możliwościami w obliczu tak dużych i nieporęcznych sił.

## Definicje pojęć

Analiza ludzkiego zachowania jest aktem najwyższej pychy. Samo pojęcie analizy wskazuje na zdolność ludzkiego umysłu do rozdzielenia szerokiego tematu na jego części składowe, jego zbadania, następnie ponownego złożenia. W przypadku statycznego przedmiotu – takiego jak produkt przemysłowy – analiza jest stosunkowo prosta. Można rozebrać maszyny na części składowe i, przy pewnej wprawie, nie powodując przy tym uszkodzeń urządzenia, złożyć je ponownie, by zrozumieć sposób, w jaki maszyna działa. Zastosowanie jednak metod analitycznych do tak dynamicznych dziedzin, jak geopolityka, zmiany klimatyczne czy też łańcuchy dostaw jest o wiele trudniejsze. Sama próba zredukowania tych złożonych procesów do słów spisanych na kartce papieru to walka z wiatrakami.

Słowo „analiza” pochodzi od starożytnego greckiego słowa, oznaczającego, w przybliżeniu, „rozluźnić się”. Ponieważ jednak w niniejszym opracowaniu studium podlegają dwa spośród najbardziej skomplikowanych i dynamicznych aspektów współczesnego życia – geopolityka

i zmiany klimatyczne – oraz temu, jak one wpływają na łańcuchy dostaw, warto na wstępie przywołać słowa Sokratesa: niewiedza jest początkiem mądrości. Najważniejszym aspektem analizy geopolitycznej jest w szczególności odrzucenie zarówno założeń, jak i pewników: zachowanie wystarczającej elastyczności intelektualnej i pewności siebie w obliczu nieoczekiwanego rozwoju sytuacji bez popadania w paraliż; niezakochywanie się we własnych pomysłach, choćby tych najbardziej eleganckich.

Geopolityka jest XIX-wieczną wywodzącą się z Europy nauką społeczną, zakładającą, że geografia wywiera znaczący wpływ na zachowanie państw<sup>1</sup>. Istota geopolityki jest zwodniczo prosta: państwo zawsze będzie dążyć do przetrwania i władzy w granicach geografii, a większość jego zachowań będzie napędzana przez wyżej wspomniane podstawowe instynkty, świadomie lub nie<sup>2</sup>. „Nauka” geopolityki polega na określeniu imperatywów i ograniczeń państwa<sup>3</sup>. Pierwsze jest tym, co naród musi zrobić, aby przetrwać, natomiast drugie to przeszkody, uniemożliwiające narodowi osiągnięcie jego imperatywów. Celem analizy geopolitycznej jest stworzenie dynamicznego, wyjaśniającego modelu, który pozwala przewidzieć międzynarodowe zachowanie polityczne poprzez zbadanie wzajemnego oddziaływania imperatywów i ograniczeń różnych państw w ujęciu netto.

Pojęcie **zmian klimatu** jest oksymoronem. Klimat, ściśle mówiąc, nieustannie ulega zmianom. Podczas gdy czytelnik był pochłonięty lekturą pierwszych akapitów tej analizy, temperatura na zewnątrz mogła zmienić się o stopień, a wiatry mogły zmienić kierunek lub intensywność. „Zmiany klimatyczne” w dzisiejszym rozumieniu – negatywne, wielkoskalowe zmiany klimatyczne, m.in. wzrost średniej temperatury spowodowany nadmierną emisją dwutlenku węgla, wywołanego przemysłem i zachowaniem ludzkim – to stosunkowo niedawna idea<sup>4</sup>. Zmiany klimatu obejmują wszystko, począwszy od regularnie zmieniających się wzorców

---

<sup>1</sup> *Swedish-Germangeopolitics for a new century: Rudolf Kjellén's 'The State as a Living Organism'*, Cambridge University Press, <https://www.cambridge.org/core/journals/review-of-international-studies/article/abs/swedishgerman-geopolitics-for-a-new-century-rudolf-kjellens-the-state-as-a-living-organism/291349F31F11AE55879830AE38C90240>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>2</sup> *What is Geopolitics, and Why Does it Matter?*, Lykeion with Perch Perspectives <https://www.thelykeion.com/geopolitical-update/>, dostęp: 30.01.2022.

oraz *The Origins and Evolution of Geopolitics*, Journal of Conflict Resolution Vol. 4, No. 1, The Geography of Conflict, <https://www.jstor.org/stable/172582?refreqid=excelsior%3A85adc95348da28602e138174a9f922e8>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> *The Public and Climate Change*, American Institute of Physics, <http://history.aip.org/climate/public2.htm#S1988>, dostęp: 30.01.2022.

pogodowych, pustynnienia, cykli globalnego ocieplenia i ochłodzenia oraz szeregu innych zmiennych.

**Łańcuch dostaw**, zdefiniowany w najprostszy sposób, to „działania wymagane przez organizację w celu dostarczenia towarów lub usług do konsumenta”<sup>5</sup>. Łańcuchy dostaw stawały się coraz bardziej złożone od czasu, gdy pierwsza rewolucja przemysłowa nasmarowała koła globalnemu handlowi<sup>6</sup>. Odbudowa po II wojnie światowej znacznej części rozwiniętego świata, na podstawie zasad zaproponowanych w Bretton Woods, w połączeniu z amerykańsko-chińskim odprężeniem w latach 70-tych i ostatecznie upadkiem Związku Radzieckiego w 1991 r., zapoczątkowały bezprecedensową erę globalizacji. Obecnie globalny łańcuch dostaw pojedynczego produktu może być nieskończenie złożony, obejmując swym zakresem cały proces – od pozyskiwania surowców, siły roboczej i montażu w wielu krajach, aż po handel poza niezliczonymi granicami, zanim towar lub usługa zostaną dostarczone do docelowego klienta.

Świat przechodzi transformację pod względem geopolitycznym. Era względnej jednobiegunowej dominacji Stanów Zjednoczonych ustępuje miejsca wielobiegunowej, przypominającej dekady bezpośrednio poprzedzające I wojnę światową, tj. okres pełen wschodzących i upadających mocarstw, globalnej rywalizacji o zabezpieczenie dostępu do kluczowych surowców i zwiększonych napięć handlowych. Przyspieszenie określonych aspektów zmian klimatycznych spowodowanych działalnością człowieka prowadzi do coraz bardziej nieregularnych i nieprzewidywalnych zjawisk pogodowych. Prowadzi to również do nasilenia migracji transgranicznej i stanowi wyzwanie dla bezpieczeństwa żywnościowego, przejawiające się w protekcyjnej polityce handlowej dotyczącej produktów uznawanych za związane z bezpieczeństwem narodowym oraz w ponownym „wyścigu” o dostęp do energii, żywności i kluczowych surowców mineralnych.

Te długotrwałe procesy zostały przyspieszone wskutek globalnej pandemii COVID-19, będącej bezpośrednią konsekwencją zmian klimatycznych wynikających z tendencji do ocieplania się klimatu, prowadzących do wyraźnego wzrostu zakażeń mikrobiologicznych

---

<sup>5</sup> *What is a Supply Chain?*, Chartered Institute of Procurement and Supply, <https://www.cips.org/knowledge/procurement-topics-and-skills/supply-chain-management/what-is-a-supply-chain/#:~:text=In%20its%20simplest%20form%20a,to%20finished%20products%20or%20services>

<sup>6</sup> *Geopolitics 4.0*, Perch Perspectives, <https://perchperspectives.com/geopolitics-4-0/>, dostęp: 30.01.2022.

nabytych od zwierząt<sup>7</sup>. Przed pandemią Stany Zjednoczone rozpoczęły wojnę handlową z Chinami, ze względu na ich osiągnięcie dominującej pozycji w globalnych łańcuchach dostaw. COVID-19 doprowadził do nagłego uświadomienia ryzyka związanego z zależnością od jednego „węzła”, takiego jak Chiny, oprócz towarzyszącego ryzyka geopolitycznego i rosnących kosztów pracy. *Perch Perspectives* przewidziało w marcu 2020 r., że globalne firmy będą musiały stawić czoła skutkom dyslokacji, ponieważ zreformowały swoje łańcuchy dostaw, aby stały się bardziej odporne i mniej zależne od jednego kraju – prognoza ta wyraźnie sprawdziła się w ciągu ostatnich 12 miesięcy, a proces dyslokacji jest daleki od zakończenia<sup>8</sup>.

Ze względu na samą złożoność każdego z tych tematów, niemożliwe jest formułowanie ogólnych stwierdzeń na temat relacji pomiędzy geopolityką, zmianami klimatycznymi i łańcuchami dostaw. Jest to jeden z kardynalnych błędów analizy: próba uproszczenia tego, co jest złożone i dynamiczne. Zwiększanie odporności łańcuchów dostaw poprzez uwzględnianie zmiennych geopolitycznych i klimatycznych nie jest pytaniem, na które trzeba znaleźć prostą i uporządkowaną odpowiedź, ale problemem, który wymaga iteracyjnego i elastycznego podejścia. W związku z tym, zamiast szukać górnolotnych i niepotwierdzalnych twierdzeń – schematów myślowych, które są wrogiem użytecznej analizy – niniejszy artykuł zagłębia pokrótce dwa odmienne studia przypadków. Poprzez zastosowanie geopolitycznych technik analitycznych do wpływu zmian klimatycznych na łańcuchy dostaw pszenicy i półprzewodników nakreślany jest sposób, w jaki należy podchodzić do tych trudnych pytań, zamiast wyciągania wniosków na podstawie niewystarczających danych.

## Pszenica

Globalne ceny pszenicy są jednym z najbardziej efektywnych wskaźników geopolitycznych niepokojów. Weźmy, na przykład, suszę, która dotknęła Syrię i Irak w latach 2006-2009. Warunki w Syrii były szczególnie złe. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa opisała sytuację w 2007 r. jako „najgorszą suszę, jaka nawiedziła Syrię od czterech dekad”<sup>9</sup>. Wystąpiła ona w czasie, gdy światowe ceny żywności rosły w górę,

---

<sup>7</sup> *Public Health Threat of New, Reemerging, and Neglected Zoonoses in the Industrialized World*, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2874344/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>8</sup> *Long-Term Political Consequences of the COVID-19 Pandemic*, Perch Perspectives LinkedIn post, <https://www.linkedin.com/pulse/long-term-political-consequences-covid-19-pandemic-jacob-l-shapiro/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>9</sup> *Syria: Drought Appeal 2008*, FAO, <https://www.fao.org/emergencies/appeals/detail/en/c/149352/>, dostęp: 30.01.2022.

co doprowadziło do wzrostu cen i zakłóceń w dostawach w krajach Afryki Północnej i Bliskiego Wschodu, cierpiących na deficyt wody. Sytuacja ta osiągnęła punkt kumulacyjny w grudniu 2010 roku, kiedy to tunezyjski sprzedawca warzyw dokonał samospalenia w charakterze protestu przeciwko złym perspektywom i poczuciu upokorzenia ze strony władz<sup>10</sup>. To, co wydarzyło się później, jest już historią: Arabska Wiosna obaliła dyktatorów w Tunezji, Egipcie, Syrii i Libii; Państwo Islamskie powstało z popiołów i ogłosiło kalifat, który z kolei odegrał znaczącą rolę w krótkotrwałym porozumieniu nuklearnym USA-Iran. Migranci z regionu skierowali się ku ucieczce, co doprowadziło do kryzysu imigracyjnego w UE, a w konsekwencji, m.in., do Brexitu.

Te geopolityczne wydarzenia można w pewnym sensie powiązać z suszą w Syrii, która spustoszyła tę część kraju, gdzie uprawiano pszenicę. To z kolei było kontynuacją długotrwałego trendu pustoszenia na Bliskim Wschodzie, będącego tysiące lat temu kolebką cywilizacji. W rezultacie mieszkający we wsiach młodzi mężczyźni, nie mogąc utrzymać się z pracy na roli, zalali syryjskie miasta, tworząc grupę osób rozczarowanych, gotowych do walki z represyjnym reżimem politycznym i poszukujących ideologicznych ram, które nadałyby sens ich życiu<sup>11</sup>. Wiedza ta jest złowieszcza, jeśli weźmiemy pod uwagę, że światowe ceny żywności, a w szczególności ceny pszenicy, ponownie wzrastają. Podczas gdy światowe ceny pszenicy pozostają znacznie poniżej poziomów z lat 2008/09, pojawia się pytanie, czy w 2022 roku nastąpi powrót do poprzedniego trendu spadkowego, czy też wzrost cen w ostatnich dwóch latach był zapowiedzią trwałej hossy<sup>12</sup>.

Perspektywy dla światowych cen pszenicy w krótkim czasie są wyższe, o czym świadczy nałożenie podatków eksportowych na pszenicę przez największego światowego eksportera, Rosję<sup>13</sup>. Jednak nawet tutaj obraz nie jest jasny. Niektórzy eksperci uważają, że Rosja jest gotowa „wygrać” światowy kryzys klimatyczny<sup>14</sup>. Uzasadnienie tego jest dość proste: globalne ocieplenie doprowadzi do wzrostu temperatur w Arktyce. Ze względu na to, Rosja jest krajem o największym na świecie terytorium arktycznym, nagle otrzyma dywidendę z tytułu zmian

---

<sup>10</sup> *Wheat Prices critical for 2022*, The Strategic Funds, <https://www.thestrategicfunds.com/pr/wheat-prices-critical-for-2022/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>11</sup> *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*, PNAS, <https://www.pnas.org/content/112/11/3241>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>12</sup> *Supra*, 10.

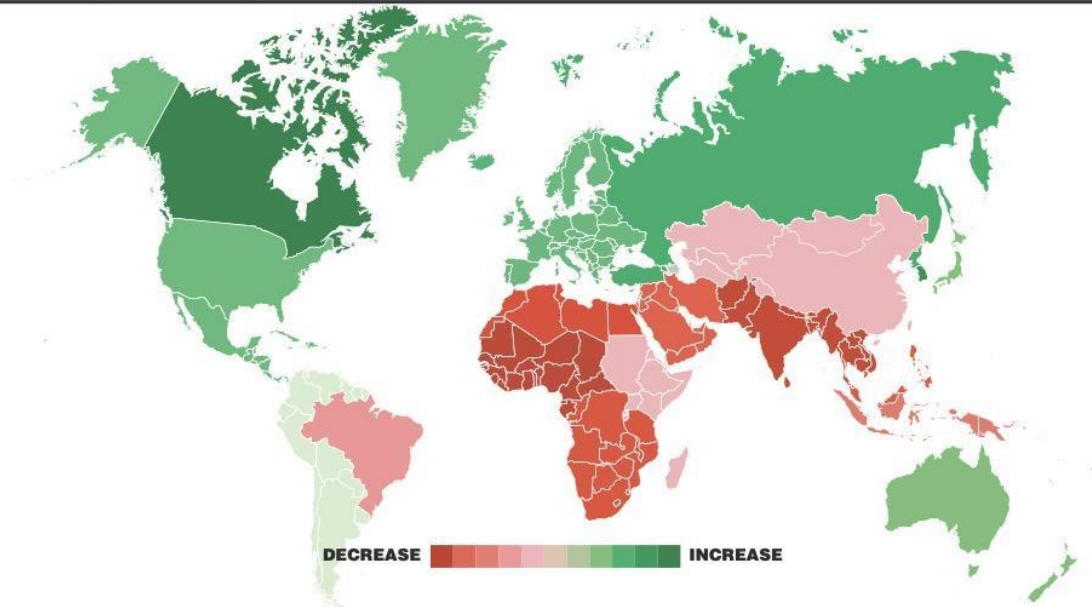
<sup>13</sup> *Russia floating wheat export tax falls as quota period approaches*, S&P Global, <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/agriculture/012122-russia-floating-wheat-export-tax-falls-as-quota-period-approaches>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>14</sup> *How Russia Wins the Climate Crisis*, New York Times, <https://www.nytimes.com/interactive/2020/12/16/magazine/russia-climate-migration-crisis.html>

klimatu, kiedy Syberia stanie się żyznym spichlerzem. Mapa ONZ przewidująca zmiany w ogólnej produkcji rolnej do 2050 r. pokazuje wzrost Rosji w porównaniu z większością pozostałej części Azji. W innym badaniu przewiduje się nie tylko podniesienie produkcji pszenicy w Rosji, ale także wzrost jej udziału w rynku światowym, ze względu na spadek udziału w rynku konkurencyjnych eksporterów spowodowany zmianami klimatycznymi.<sup>15</sup>

## Changes in Agricultural Production 2050

Section 1 Global Forces



Source: Food and Agricultural Organization

6

Wbrew powyższemu, analitycy są równie przekonani, że rosyjskie możliwości produkcji pszenicy wcale nie skorzystają na zmianach klimatycznych – a wręcz przeciwnie. Według CSIS, „dramatyczne zmiany w globalnych wzorcach pogodowych, przyspieszone przez ocieplenie wód arktycznych i zmniejszającą się pokrywą lodową, mogą spowodować nasilenie się suszy w bogatych, południowych regionach Rosji, będących rolniczym « spichlerzem », obejmujących Stavropol i Rostów. Może to stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego i zagrozić głównemu rosyjskiemu towarowi eksportowemu: pszenicy”. Ponadto „choć zmiany klimatyczne zwiększą powierzchnię gruntów ornych w Rosji na jej północnych szerokościach geograficznych”, poprawa ta nie zrekompensuje strat w produkcji w tradycyjnych regionach uprawnych Rosji, w których w ciągu ostatnich kilku lat grunty orne skurczyły się o tysiące akrów<sup>16</sup>. Nie jest przypadkiem, że rosyjska agresja wobec Ukrainy –

<sup>15</sup> *The Weaponization of Wheat Climate Change and Russian Agricultural Power*, PIPS White Paper 10.4, [https://www.wm.edu/offices/global-research/research-labs/pips/\\_documents/pips/2017-2018/nelson.collin.summary.pdf](https://www.wm.edu/offices/global-research/research-labs/pips/_documents/pips/2017-2018/nelson.collin.summary.pdf), dostęp: 30.01.2022.

<sup>16</sup> *Climate Change Will Reshape Russia*, CSIS, <https://www.csis.org/analysis/climate-change-will-reshape-russia>, dostęp: 30.01.2022.

piątego co do wielkości eksportera pszenicy na świecie – stała się poważniejsza właśnie wtedy, gdy bezpieczeństwo żywnościowe Rosji stało się bardziej niepewne. Prezydent Rosji Władimir Putin bez wątpienia pamięta negatywny wpływ, jaki na ZSRR miała zależność od importu zagranicznych zbóż – zwłaszcza amerykańskiej pszenicy<sup>17</sup>.

Oprócz wyzwań stawianych przez globalne ocieplenie i pustynnienie, światowe ceny pszenicy są również podatne na bardziej prozaiczne i przewidywalne globalne wzorce pogodowe. Przez ostatnie 12 miesięcy większość Ameryki Południowej zmagala się z jedną z najgorszych susz w historii – Narodowy System Meteorologiczny Brazylii określił ją jako najgorszą w Brazylii od 111 lat<sup>18</sup>. Susza ta ma więcej wspólnego z występowaniem na Oceanie Spokojnym zjawiska *La Niña*, tzw. double-dip<sup>19</sup>. Podczas *La Niña* wiatry powierzchniowe na całym tropikalnym Pacyfiku są silniejsze niż zwykle, a większość tropikalnego Oceanu Spokojnego jest chłodniejsza niż zazwyczaj. *La Niña* prowadzi do wzrostu prawdopodobieństwa intensywnych opadów nad południowo-wschodnią Azją, chłodniejszych i suchszych warunków w zachodniej części Ameryki Północnej i Południowej oraz większej liczby huraganów w basenie Oceanu Atlantyckiego. W związku z tym fenomenem kraje takie jak Brazylia i Paragwaj już skorygowały w dół prognozy zbiorów upraw. Ponadto niski poziom rzeki Parana utrudnia południowoamerykańskim rolnikom transport ich plonów na rynek.

Włączenie geopolityki i zmian klimatycznych jest zatem konieczne do lepszego zrozumienia globalnego łańcucha dostaw pszenicy. Przyszłość produkcji i cen pszenicy zawsze zależała od zjawisk pogodowych, takich jak *La Niña*. Zmiany klimatyczne wywołane przez działalność człowieka i rywalizacja geopolityczna wprowadzają jednak nowe zmienne, które muszą być włączone do modelu analitycznego. Z punktu widzenia głównych producentów pszenicy, takich jak Rosja i Kanada, zmiany klimatyczne mogą przynieść znaczące korzyści w postaci większej dostępności gruntów ornych, ale nawet optymistyczne prognozy muszą być złagodzone spadkiem plonów w tradycyjnych koszykach chleba i bardziej nieregularnymi wzorcami pogodowymi. Główni konsumenci, np. Indie, Chiny, Arabia Saudyjska i większość państw Afryki Subsaharyjskiej, podejmują odmienne próby zwiększenia bezpieczeństwa

<sup>17</sup> *U.S.-Soviet Trade in the 1980s*, RAND, <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/notes/2009/N2682.pdf>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>18</sup> *Coffee, Water and the Latin America "EU"?*, LatamPolitik, <https://latampolitik.substack.com/p/latampolitik-coffee-water-and-the>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>19</sup> *El Niño and La Niña: Frequently asked questions*, Climate.Gov, <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions>, dostęp: 30.01.2022.



dostaw. Niedawne protesty indyjskich rolników w związku z bardzo potrzebną reformą tamtejszych rynków rolnych wywołały znaczące niepokoje i sugerują, że Indie będą kupować więcej pszenicy w przyszłości<sup>20</sup>. Nie wiadomo jeszcze, czy saudyjskie złudzenia co do wielkości wykorzystania hydroponiki sprawią, że pustynie zakwitną<sup>21</sup>. Jednym z imperatywów Chin jest ustabilizowanie krajowej produkcji zboża, co jest trudne zawsze, gdy pogoda nie sprzyja (jak podczas powodzi w lipcu 2021 r.)<sup>22</sup>. Natomiast problem Afryki nie polega na braku zasobów naturalnych, ale na tym, że jej krajom brakuje sposobu zarządzania, stabilności i infrastruktury niezbędnych do wykorzystania tych zasobów, wskutek czego kraje Afryki Subsaharyjskiej uzyskują zaledwie 20-30% możliwych plonów<sup>23</sup>.

W rezultacie analiza geopolityczna jest krytycznym narzędziem dla inwestorów, rolników i agrobiznesu, które muszą włączyć do swoich prognoz cenowych i ram projekcji. Podstawowym imperatywem geopolitycznym importerów pszenicy jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw, podczas gdy imperatywem eksporterów jest zwiększenie eksportu przy jednoczesnym zachowaniu wystarczającej ilości dla konsumpcji krajowej. Ograniczenia tych imperatywów są splecione ze zmianami klimatycznymi, zarówno dynamiką standardowych wzorców pogodowych, jak i przyspieszeniem zjawisk spowodowanych przez człowieka, takich jak pustoszenie, ocieplenie i nieregularne, ale bardziej śmiertelne burze. Nigdzie nie jest to bardziej znaczące niż w Indiach, gdzie pora monsunowa staje się coraz silniejsza i bardziej nieregularna, co podważa wieki przyjętej wiedzy<sup>24</sup>. Zawirowania te nieuchronnie będą miały wpływ na politykę wewnętrzną i, jak w przypadku Arabskiej Wiosny, mogą mieć pochodne efekty drugiego i trzeciego rzędu, które sprawiają, że śledzenie takich zmiennych jest krytycznie ważne dla podmiotów mających pośrednie interesy w kluczowych krajach w łańcuchu dostaw pszenicy.

---

<sup>20</sup> *The Future of India Depends on its Farmers*, Perch Perspectives, <https://perchperspectives.com/the-future-of-india-depends-on-its-farmers/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>21</sup> *Hydroponic farming boosts prospects of sustainable agriculture in Saudi Arabia*, Horti Daily, <https://www.hortidaily.com/article/9391880/hydroponic-farming-boosts-prospects-of-sustainable-agriculture-in-saudi-arabia/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>22</sup> *Now China's Wheat Imports are Surging too as Rain Spoils Harvest*, Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-07-02/now-china-s-wheat-imports-are-surging-too-as-rain-spoils-harvest>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>23</sup> *Yield gap study highlights potential for higher crop yields in Africa*, University of Nebraska-Lincoln News, <https://news.unl.edu/newsrooms/unltoday/article/yield-gap-study-highlights-potential-for-higher-crop-yields-in-africa/>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>24</sup> *Climate Change Is Making Indian Monsoon Seasons More Chaotic*, Columbia Climate School, <https://news.climate.columbia.edu/2021/04/14/climate-change-indian-monsoon/>, dostęp: 30.01.2022.

Ramy te zostały nakreślone w sposób celowo szeroki, ponieważ konkretne interesy danego podmiotu określają, jakie imperatywy i ograniczenia będą miały największe znaczenie. Połączenie analizy geopolitycznej ze świadomością zmian klimatycznych i odpornością łańcucha dostaw jest zadaniem wymagającym chirurgicznej precyzji. Powyższe rozważania wskazują na makroelementy, które należy śledzić i stanowią przybliżoną podstawę do tego, jak myśleć o wprowadzaniu tych zmiennych do modelu, ale ich skuteczność zależy od dostosowania wpływu tych zmiennych do konkretnych i możliwych do sprawdzenia prognoz, co przekształca model geopolityczny z myślenia życzeniowego w dynamiczne i stale aktualizowane narzędzie pozwalające wyprzedzać zakłócenia w łańcuchu dostaw.

### **Półprzewodniki**

Narażenie pszenicy na ryzyko geopolityczne i zmiany klimatyczne jest stosunkowo proste. Pszenica jest towarem rolnym. Jest sadzona w ziemi, zbierana i transportowana w inne miejsce. Jej uprawa i wzrost są cykliczne, a plony zależą od konkretnych warunków pogodowych. Chociaż istnieje kilka ważnych czynników wpływających na łańcuch dostaw pszenicy – z których najważniejszym jest nawóz – czynniki te nie są ezoteryczne i można je łatwo śledzić. Tego samego nie można powiedzieć o półprzewodnikach, dlatego też posłużą one jako drugie studium przypadku.

Półprzewodniki są ucieleśnieniem ery globalizacji. Są to produkty bardzo skomplikowane zarówno w projektowaniu, jak i wytwarzaniu; pociągają za sobą ogromne nakłady inwestycyjne i mają duży ślad energetyczny. Co więcej, globalny łańcuch dostaw półprzewodników jest wąski i wysoce zintegrowany. Stany Zjednoczone, Tajwan, Korea Południowa, Japonia, Chiny i Unia Europejska dysponują specjalistycznym potencjałem na poszczególnych etapach łańcucha dostaw półprzewodników, jednak żaden kraj nie jest w stanie samodzielnie odtworzyć całego łańcucha dostaw półprzewodników. Przykładem tej skrajnej zależności od poszczególnych węzłów łańcucha dostaw jest około 54-procentowy udział Tajwanu w światowym rynku odlewniczym oraz 100-procentowy udział firmy ASML w rynku systemów litografii w technologii ekstremalnego ultrafioletu (EUV), krytycznie istotnej dla

wytwarzania najbardziej zaawansowanych półprzewodników<sup>25</sup>. Dość powiedzieć, że procesor smartfonu przekroczy 10 różnych granic państwowych, zanim trafi na rynek<sup>26</sup>.

Dominacja Tajwanu na światowym rynku odlewniczym sama w sobie naraża łańcuch dostaw półprzewodników na szczególne i ogromne ryzyko geopolityczne. Długoterminowym celem Chin jest ponowne zintegrowanie Tajwanu z kontynentem, podczas gdy Stany Zjednoczone i ich sojusznicy, m.in. Japonia i Australia, chcą utrzymać *status quo* Tajwanu jako czegoś mniej niż suwerennego, niezależnego kraju, ale bardziej niż zbuntowanej prowincji, którą Chiny mogą ostatecznie wchłonąć, jak Hongkong. Nie jest to jednak jedyny czynnik geopolityczny wpływający na łańcuch dostaw półprzewodników. Trwający spór handlowy między Japonią a Koreą Południową, który rozpoczął się w 2019 r., ma również ogromne implikacje dla łańcucha dostaw półprzewodników, prowadząc do zakłóceń w globalnym łańcuchu dostaw i zachęcając koreańskich producentów układów scalonych do rozwoju pionowego, a nie uzależnienia od japońskich dostawców<sup>27</sup>. Można też rozważyć nową strategię Unii Europejskiej w zakresie danych i suwerenności cyfrowej, co jest wyraźnym wskaźnikiem, że ryzyko geopolityczne dla łańcucha dostaw półprzewodników nie ogranicza się tylko do Azji<sup>28</sup>.

Wpływ zmian klimatycznych na łańcuchy dostaw półprzewodników nie jest tak oczywisty, jak ryzyko geopolityczne; nie jest jednak mniej istotny. Po pierwsze, produkcja półprzewodników zużywa z każdym rokiem coraz więcej energii elektrycznej na całym świecie. Zależny od podaży układów scalonych sektor technologii informacyjnych i komunikacyjnych (IT) może odpowiadać za 7 procent światowego zapotrzebowania na energię do 2030 roku, co sprawia, że łańcuch dostaw półprzewodników jest narażony zarówno na geopolitykę w obszarze energii, jak i na szersze przejście z węglowodorów na źródła odnawialne ze względu na politykę

<sup>25</sup> *Taiwan's bargaining chips?*, TechCrunch, <https://techcrunch.com/2021/12/02/taiwans-bargaining-chips/?guccounter=1#:~:text=A%20detailed%20breakdown%20shows%20that,the%20global%20foundry%20market%20share>, dostęp: 30.01.2022, oraz *ASML: Not Just A Monopoly In EUV Lithography*, SeekingAlpha, <https://seekingalpha.com/article/4354007-asml-not-just-monopoly-in-euv-lithography>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>26</sup> *Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era*, Boston Consulting Group and Semiconductor Industry Association report, [https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf), dostęp: 30.01.2022.

<sup>27</sup> *Understanding the South Korea-Japan Trade Dispute and Its Impacts on U.S. Foreign Policy*, ITIF, <https://itif.org/publications/2020/01/16/understanding-south-korea-japan-trade-dispute-and-its-impacts-us-foreign#:~:text=As%20a%20U.S.%20International%20Trade,sourcing%20from%20Japanese%20suppliers%2C%20not>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>28</sup> *Digital sovereignty for Europe*, EPRS Ideas Paper, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS\\_BRI\(2020\)651992\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651992/EPRS_BRI(2020)651992_EN.pdf), dostęp: 30.01.2022.

klimatyczną<sup>29</sup>. Nawet jeśli produkcja półprzewodników staje się coraz bardziej wydajna, zarówno pod względem zużycia energii, jak i emisji dwutlenku węgla, jej ogólny ślad stale rośnie ze względu na zwiększony popyt spowodowany rewolucją Internetu Rzeczy (IoT), powszechnym wprowadzeniem sieci bezprzewodowych piątej generacji oraz zwiększoną automatyzacją procesów produkcyjnych na całym świecie.

A to wszystko przed uwzględnieniem zasobów naturalnych, które są potrzebne do produkcji półprzewodników takich jak miedź, lit, krzem i inne surowce mineralne. Woda jest również kluczowym czynnikiem w produkcji półprzewodników, co dobitnie pokazała zeszłoroczna susza na Tajwanie. Zużycie wody przez *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company* (TSMC) wzrosło pięciokrotnie tylko w ciągu ostatniej dekady – w 2019 roku przedsiębiorstwo zużyło tyle wody, ile jest potrzebne do napełnienia 79 000 basenów olimpijskich. Stanowi to prawie 5 procent całkowitego zużycia energii na Tajwanie<sup>30</sup>. Niedobór wody na Tajwanie ostatecznie doprowadził do tego, że TSMC kupował wodę na ciężarówki i wysyłał ją do odlewni, nawet gdy rząd Tajwanu nałożył surowe ograniczenia na dostawy wody dla reszty populacji<sup>31</sup>. Innymi słowy, zaopatrzenie Tajwanu w wodę wydaje się być tak samo istotne dla przyszłości globalnych łańcuchów dostaw półprzewodników, jak średnia temperatura i opady deszczu w regionach rosyjskiego spichlerza będą ważne dla globalnego łańcucha dostaw pszenicy w przyszłości.

Podobnie jak w przypadku pszenicy, różnorodność i złożoność łańcucha dostaw półprzewodników nie pozwala na formułowanie ogólnych stwierdzeń. W dłuższej perspektywie Chiny, USA, UE i inne podmioty będą dążyć do zbudowania samowystarczalnych lokalnych łańcuchów dostaw, ale zajmie to lata, jeśli nie dziesięciolecia, a także pochłonie biliony dolarów wstępnych inwestycji, powodując znaczny wzrost cen półprzewodników<sup>32</sup>. W międzyczasie świat utknął z takim łańcuchem dostaw półprzewodników, jaki ma, co z perspektywy analitycznej będzie oznaczało zróżnicowane kwestie, w zależności od systemu lub komponentu, o którym mowa. Łańcuch dostaw

---

<sup>29</sup> *Chasing Carbon: The Elusive Environmental*

*Footprint of Computing*, paper by Harvard University, Facebook Inc. and Arizona State University, <https://arxiv.org/pdf/2011.02839.pdf>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>30</sup> *The Chip Industry has a Problem with its Giant Carbon Footprint*, Bloomberg,

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-04-08/the-chip-industry-has-a-problem-with-its-giant-carbon-footprint>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>31</sup> *Chipmakers in drought-hit Taiwan order water trucks to prepare for 'the worst'*, Reuters,

<https://www.reuters.com/article/us-taiwan-drought-semiconductors/chipmakers-in-drought-hit-taiwan-order-water-trucks-to-prepare-for-the-worst-idUSKBN2AO0G3>, dostęp: 30.01.2022.

<sup>32</sup> *Supra*, 26.

fotorezystu, rynek zdominowany przez Japonię, różni się znacznie od łańcucha dostaw produkowanych w Niemczech zwierciadeł, które rzucają światło na płytki półprzewodników (tzw. wafle krzemowe) w celu nadania im kształtu<sup>33</sup>.

Jak na ironię, specjalizacja geograficzna łańcucha dostaw półprzewodników zmniejsza ryzyko szerszych globalnych konfliktów lub wojen, ponieważ dopóki kraje nie staną się bardziej samowystarczalne, nie mogą sobie pozwolić na prostą utratę dostępu do łańcucha dostaw półprzewodników. Dlatego właśnie jedną z najważniejszych rzeczy, jaką musi robić każdy specjalista ds. łańcucha dostaw w branży półprzewodników, jest uważne śledzenie rządowych programów inwestycyjnych i inicjatyw bezpieczeństwa narodowego w krajach, które próbują stać się samowystarczalne. To, czy i jak szybko Chiny, na przykład, mogą opracować własny sprzęt do litografii EUV, jest istotnym drogowskazem dla przyszłego kierunku stosunków między Pekinem a Waszyngtonem.

Powyższe jest równie prawdziwe z perspektywy energetycznej. Przykładowo, TSMC zobowiązało się do korzystania w 100 procentach z odnawialnych źródeł energii do 2050 roku. Kilka firm produkujących półprzewodniki złożyło podobne obietnice<sup>34</sup>. Mówiąc wprost, 2050 rok to bardzo odległa przyszłość. Nawet jeśli cena energii słonecznej i wiatrowej spadła poniżej ceny węglowodorów, nawet jeśli wodór oferuje kuszącą obietnicę bardziej ekologicznej przyszłości, w chwili obecnej i w najbliższej przyszłości węglowodory pozostają dominującym źródłem energii we wszystkich krajach w łańcuchu dostaw półprzewodników. Rzeczywiście, kraje takie jak Chiny (~60% dostaw energii), Wietnam (~53%), Indie (~50%) i Tajwan (44%) polegają w nieproporcjonalnie dużym stopniu na węglu. Lata niedoinwestowania i wszechobecna narracja o szkodliwości węgla doprowadziły do braku podaży. W zeszłym roku ceny węgla osiągnęły rekordowe wartości, a MAE przewiduje, że w 2022 r. ceny węgla osiągną nowe maksima i będą nadal rosły do 2024 r., po czym zaczną spadać.

Konsekwencje tego są niezliczone. Dalsze wykorzystywanie węgla i innych węglowodorów w celu zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania na energię doprowadzi do zwiększenia emisji dwutlenku węgla i, jak się oczekuje, do przyspieszenia zmian klimatycznych. To z kolei może prowadzić do większych ograniczeń w wykorzystaniu węglowodorów. Istnieje rozbieżność pomiędzy przyszłością odnawialnych źródeł energii, którą przewidują kraje rozwinięte,

---

<sup>33</sup> *Ibidem*,

<sup>34</sup> *TSMC Leads Rush for Renewables Ahead of Taiwan Energy Vote*, Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-12-08/tsmc-leads-rush-for-renewables-ahead-of-taiwan-energy-vote#:~:text=TSMC%20became%20the%20first%20in,and%20others%20followed%20suit>, dostęp: 30.01.2022.

a źródłami, z których obecnie wytwarzają energię, i nigdzie potencjalne zakłócenia w dostawach energii nie będą odczuwalne bardziej dotkliwie niż w łańcuchach dostaw półprzewodników, gdzie ograniczone dostawy mogą spowodować wzrost kosztów, a w najgorszym przypadku nawet doprowadzić do przestoju fabryk z powodu braku energii. Łańcuch dostaw półprzewodników jest nierozzerwalnie związany z czynnikami zmiany klimatu, takimi jak niedobór wody i koszty energii, a także jest nieproporcjonalnie narażony na ryzyko geopolityczne. Identyfikacja tych zagrożeń, monitorowanie ich i bycie wystarczająco elastycznym, aby dostosowywać się w miarę nieprzewidywalnych zmian w globalnym koszyku energetycznym ma kluczowe znaczenie dla utrzymania świadomości sytuacyjnej w łańcuchu dostaw półprzewodników.

## **Wnioski**

W niniejszej analizie połączono ryzyko geopolityczne i zmiany klimatyczne w wykonalne ramy analityczne z myślą o poprawie odporności łańcuchów dostaw. Koncentrując się na dwóch studiach przypadku – globalnym łańcuchu dostaw pszenicy i globalnym łańcuchu dostaw półprzewodników – analiza ta wskazuje, że geopolityka i zmiany klimatyczne są ze sobą nierozzerwalnie związane i stwarzają istotne zagrożenia i możliwości dla globalnych łańcuchów dostaw w przyszłości. Zaproponowano szerokie strategie definiowania i monitorowania tych ryzyk, ale zauważono również, że są to precyzyjne narzędzia, które muszą być ściśle skalibrowane do konkretnych interesów klienta dążącego do wzmocnienia odporności danego łańcucha dostaw. Nawet w przypadku stosunkowo prostego łańcucha dostaw, takiego jak pszenica, nie pomoże żadna kryształowa kula, a jedynie ciągła czujność i elastyczność w zakresie włączania nowych i nieuchronnie nieoczekiwanych danych do szerszych ram analitycznych.

## O AUTORZE

---



**Jacob L. Shapiro** jest założycielem i głównym strategiem w Perch Perspectives. Przez ponad dekadę Shapiro dostarczał klientom kontekst, prognozy i analizy, których potrzebowali, aby rozwiązywać nierozpoznane przez nich wcześniej problemy i zwiększać swoje zrozumienie spraw globalnych i regionalnych. Jacob jest znany z kwestionowania perspektywy swoich klientów, aby umożliwić im podejmowanie trafnych, świadomych decyzji i uzyskanie bardziej holistycznego spojrzenia na wydarzenia, które mają wpływ na nich, ich firmy lub rządy. Shapiro jest byłym dyrektorem ds. analiz w Geopolitical Futures, gdzie zarządzał zespołem analityków zajmujących się prognozowaniem trendów i wydarzeń geopolitycznych. Wcześniej był analitykiem ds. Bliskiego Wschodu i dyrektorem operacyjnym w globalnej firmie wywiadowczej Stratfor. Uzyskał tytuł magistra z wyróżnieniem na Uniwersytecie Oksfordzkim oraz tytuł licencjata w dziedzinie studiów bliskowschodnich na Uniwersytecie Cornella.

## JEŻELI DOCENIASZ NASZĄ PRACĘ, DOŁĄCZ DO GRONA NASZYCH DARCZYŃCÓW!

Z otrzymanych funduszy sfinansujemy powstanie kolejnych publikacji.

Możliwość wsparcia to bezpośrednia wpłata na konto Instytutu Nowej Europy: 95 2530 0008  
2090 1053 7214 0001 tytułem: „darowizna na cele statutowe”.