Ciężka materia cyfrowej ery: ukryty fundament nowoczesności

AUTOR

Fundacja Dobre Państwo

STRESZCZENIE / ABSTRACT

Artykuł rzuca wyzwanie powszechnemu przekonaniu o odmaterializowaniu współczesnej gospodarki. Autor analizuje 'paradoks dematerializacji', wskazując, że za eteryczną fasadą chmury obliczeniowej i algorytmów AI kryje się potężna, energochłonna infrastruktura oparta na kwarcu, miedzi i litu. Tekst dowodzi, że transformacja energetyczna w stronę Net Zero nie jest ucieczką od materii, lecz radykalną zmianą jej składu, wymagającą wielokrotnie większego zużycia minerałów niż systemy oparte na paliwach kopalnych. W nowym układzie sił geopolitycznych realna władza przypada tym, którzy kontrolują fizyczne procesy wydobycia i rafinacji. To otrzeźwiające spojrzenie na materialne koszty cyfryzacji, które przypomina, że każda innowacja technologiczna ma swój twardy, geologiczny fundament.

This article challenges the widespread belief that the modern economy is dematerialized. The author analyzes the "dematerialization paradox," demonstrating that behind the ethereal facade of cloud computing and AI algorithms lies a powerful, energy-intensive infrastructure based on quartz, copper, and lithium. The text argues that the energy transition toward Net Zero is not an escape from matter, but a radical change in its composition, requiring many times greater mineral consumption than systems based on fossil fuels. In the new geopolitical balance of power, real power rests with those who control the physical processes of extraction and refining. This is a sobering look at the material costs of digitization, reminding us that every technological innovation has a solid, geological foundation.

Współczesna cywilizacja pielęgnuje mit swojej dematerializacji, wierząc, że era cyfrowa uniosła nas ponad ciężar geologii. Autor przekonująco obala tę iluzję, dowodząc, że im bardziej nasz świat staje się wirtualny, tym silniej jest zakotwiczony w brutalnie fizycznej materii. Transformacja energetyczna, często przedstawiana jako niematerialny wybór

etyczny, w rzeczywistości stanowi gigantyczną operację inżynieryjną, wymagającą bezprecedensowego wydobycia surowców. Metale takie jak miedź, lit czy kobalt stają się nową walutą władzy, a stal i piasek – fundamentami, bez których cała nasza „chmura" natychmiast zamieniłaby się w pył. Tekst stawia tezę, że prawdziwa suwerenność XXI wieku nie rodzi się w kodzie źródłowym, lecz w pełnej kontroli nad łańcuchami dostaw i rafinacją zasobów. Autor pokazuje, że „zielona" przyszłość nie jest ucieczką od kopalni, lecz ich nowym, intensywniejszym rozdziałem. To lektura obowiązkowa dla każdego, kto chce zrozumieć, że za każdym cyfrowym interfejsem stoi ciężka praca hut, rafinerii i kopalń. Prawdziwy postęp wymaga dziś nie tylko innowacji, ale przede wszystkim akceptacji materialnej ceny, jaką płacimy za nasze technologiczne aspiracje.

SŁOWA KLUCZOWE

Ciężka materia | Chmura obliczeniowa | Paradoks dematerializacji | Surowce krytyczne | Transformacja energetyczna | Net Zero | Szkło krzemowe | Wysokoczysty kwarc | Geopolityka chipów | Przemysł chloroalkaliczny | Półprzewodniki | Krzemionka | Światłowody | Gospodarka materialna | Infrastruktura cyfrowa

Cyfrowa iluzja: dlaczego chmura potrzebuje kopalni

Współczesność z niemal religijną żarliwością lubi opowiadać o sobie jako o epoce całkowicie odmaterializowanej, w której ciężar bytu został zastąpiony przez lekkość bitu. Celebrujemy ten stan, posługując się gładkim językiem aplikacji, usług w chmurze, cyfrowych interfejsów i wszechobecnych algorytmów, jakby nasza cywilizacja późnej nowoczesności ostatecznie uniosła się ponad brudną geologię. Wydaje nam się, że hutnictwo, chemia nieorganiczna czy górnictwo odkrywkowe to jedynie relikty przeszłości, które nie mają już wpływu na nasze sterylne, lśniące życie. To jednak wyłącznie wygodna fantazja klas uprzywilejowanych, a nie rzetelny opis rzeczywistości, w której przyszło nam funkcjonować. Prawda o naszym świecie jest dokładnie odwrotna i właśnie dlatego okazuje się ona dla współczesnego człowieka tak dotkliwie niewygodna. Im bardziej nasz codzienny świat staje się cyfrowy, tym silniej zależy on od materii brutalnie ciężkiej, energochłonnej, żrącej i wydobywanej na skalę planetarną. Słynna „chmura", ten symbol eteryczności, posiada w rzeczywistości potężny fundament wykonany z kwarcu, szkła krzemowego, stali, miedzi, betonu, chloru oraz litu.

Współczesna gospodarka nie jest więc wcale procesem dematerializacji bytu, lecz raczej jego perfekcyjnym i niezwykle skutecznym ukryciem przed wzrokiem konsumenta. Z punktu widzenia ekonomii politycznej oznacza to zmianę o charakterze zasadniczym, która redefiniuje pojęcie władzy w XXI wieku. Przewaga technologiczna nie rodzi się bowiem w samej abstrakcji czystej wiedzy czy w genialnie napisanym kodzie źródłowym. Rodzi się ona tam, gdzie owa wiedza spotyka się z bezwzględną kontrolą nad wydobyciem, rafinacją, przetwórstwem oraz globalną logistyką surowców. Kto posiada kopalnię, hutę, rafinerię, piec łukowy, elektrolizer czy port przeładunkowy, ten coraz częściej rości sobie prawo do definiowania kształtu przyszłości. Świat wcale nie został odciążony z materii, jak chcieliby tego entuzjaści cyfrowej rewolucji, lecz został od niej jedynie poznawczo odseparowany. Paradoks dematerializacji, czyli złudzenie, że nowoczesna gospodarka oparta na danych odrywa się od świata fizycznego, sprawia, że przestajemy dostrzegać fundamenty własnego trwania.

Teza ta nie jest jedynie publicystyczną przesadą, lecz stanowi współczesny paradygmat badań nad surowcami krytycznymi i materialną infrastrukturą wielkiej transformacji energetycznej. Międzynarodowa Agencja Energetyczna od kilku lat opisuje przejście ku energetyce niskoemisyjnej jako głęboką zmianę materialnego metabolizmu całej globalnej gospodarki. Transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście z architektury opartej na spalaniu paliw kopalnych do systemów wymagających lawiny metali, zmienia reguły gry. Typowy samochód elektryczny wymaga około sześciokrotnie większego wkładu mineralnego niż jego konwencjonalny odpowiednik napędzany silnikiem spalinowym. Elektrownia wiatrowa na lądzie potrzebuje z kolei około dziewięciokrotnie więcej zasobów mineralnych niż elektrownia gazowa o porównywalnej mocy wytwórczej. Dla morskiej energetyki wiatrowej te relacje są jeszcze wyższe, co pokazuje skalę wyzwań stojących przed inżynierami.

IEA wskazuje zarazem, że przy obecnych politykach świat zmierza ku podwojeniu całkowitego zapotrzebowania na minerały dla technologii czystej energii do roku 2040. To jest właśnie ta ukryta, twarda logika piątej transformacji energetycznej, znanej szerzej pod hasłem projektu Net Zero. Mniej spalania oznacza w praktyce znacznie więcej budowania, a mniej dymiących kominów wymusza otwarcie tysięcy nowych kopalń. Mniej baryłek ropy na rynku oznacza konieczność wyprodukowania milionów nowych katod do akumulatorów, co zmienia układ sił na mapie świata. Zielona transformacja nie jest więc ucieczką od materii w stronę metafizyki, lecz radykalną zmianą jej składu, geografii oraz politycznej ceny. Dlatego właśnie analizę współczesności trzeba zacząć od prowokacji, która działa na naszą wyobraźnię niczym solidny, intelektualny łom.

Złoto, ten najsłynniejszy metal cywilizacji symbolicznej, nie jest materiałem konstytutywnym dla trwania nowoczesnej gospodarki w takim sensie, jak piasek czy miedź. Jest to metal o ogromnej

gęstości kulturowej, ale jednocześnie o relatywnie ograniczonej niezbędności funkcjonalnej w naszym codziennym metabolizmie technologicznym. Owszem, istnieją istotne zastosowania techniczne złota, zwłaszcza w zaawansowanej elektronice, gdzie ceni się jego przewodnictwo i odporność na korozję. Jednak według danych World Gold Council popyt technologiczny wyniósł w 2024 roku zaledwie 326 ton, co jest wartością marginalną. Pozostawał on wyraźnie mniejszy niż popyt jubilerski oraz inwestycyjno-monetarny, który wciąż dominuje w strukturze zużycia tego kruszcu. Europejski Bank Centralny odnotowuje przy tym utrzymywanie się wyjątkowo wysokiego popytu ze strony banków centralnych, szukających bezpiecznej przystani.

Innymi słowy, złoto mówi nam dzisiaj znacznie więcej o ludzkim lęku, statusie i potrzebie zabezpieczenia bilansów niż o realnym działaniu cywilizacji. To metal naszej zbiorowej wyobraźni, a nie kręgosłup infrastruktury, na której opiera się przesył danych czy produkcja energii. Świat bez złotych naszyjników, rezerw skarbcowych i obsesji na punkcie lokowania kapitału byłby psychologicznie odmienny, ale wciąż funkcjonalny. Świat bez miedzi, szkła krzemowego i amoniaku byłby natomiast po prostu niefunkcjonalny i skazany na natychmiastowy regres cywilizacyjny. Nie oznacza to jednak wcale, że złoto jest materiałem niewinnym w kontekście ekologicznym czy społecznym. Właśnie przeciwnie, jego ogromna ekonomiczna nadwyżka symboliczna pozwala rynkom usprawiedliwiać wydobycie, które jest wyjątkowo brutalne dla środowiska naturalnego.

Amerykańska Służba Geologiczna szacuje globalną produkcję kopalnianą złota na około 3300 ton rocznie, co w skali masy jest wartością niemal niezauważalną. Właśnie w tym miejscu ujawnia się jednak tragiczny paradoks tego kruszcu, który od wieków fascynuje ludzkość. Niewielka ilość produktu końcowego wymaga bowiem przetworzenia ogromnych mas skały płonnej oraz użycia toksycznego cyjanku, ogromnej energii i wody. Ekonomia złota bywa więc całkowitą odwrotnością zdrowego rozsądku technicznego, służąc jedynie podtrzymaniu pewnych kulturowych iluzji trwałości. Społeczeństwa tolerują dewastację krajobrazu, ponieważ nie kupują samego metalu, lecz obietnicę prestiżu i monetarnej suwerenności w niepewnych czasach. Złoto stało się idealnym towarem cywilizacji niepewności, materializując strach w świecie, w którym system finansowy wydaje się coraz bardziej abstrakcyjny.

To dlatego John Maynard Keynes miał rację politycznie, nazywając złoto „barbarzyńskim reliktem”, nawet jeśli nie docenił jego antropologicznej siły przyciągania. Złoto jest reliktem nie dlatego, że jest bezużyteczne, ale dlatego, że jego atrakcyjność obnaża granice naszego zaufania do nowoczesnych instytucji. Jeśli jednak chcemy szukać materiału naprawdę fundamentalnego dla naszej egzystencji, musimy zejść z poziomu bankowego skarbca do poziomu zwykłego piasku. Piasek jest najbardziej banalnym z bohaterów nowoczesności, a zarazem jednym z najbardziej niedocenionych zasobów, od których zależy nasze przetrwanie. W ujęciu gospodarki materialnej

pełni on podwójną, kluczową funkcję, bez której współczesne miasta i technologie po prostu by nie istniały. Jako kruszywo budowlane staje się on betonem, asfaltem i zaprawą, tworząc fizyczną tkankę naszej cywilizacji i ląd odzyskiwany z morza.

Jako wysokiej czystości krzemionka, piasek staje się szkłem, światłowodem, tyglem kwarcowym i pośrednio każdym układem scalonym, który napędza nasze komputery. USGS wskazuje, że same tylko Stany Zjednoczone zużyły w 2024 roku około 890 milionów ton piasku i żwiru budowlanego. Produkcja kruszyw pozostaje jednym z największych składników wartości produkcji minerałów przemysłowych, co rzadko przebija się do powszechnej świadomości. Industrialny piasek i żwir, czyli frakcje o wyższej czystości, wydobywane są przez setki firm w tysiącach zakładów na całym świecie. Około 83 procent tego specjalistycznego tonażu trafia do sektora szczelinowania hydraulicznego, a pozostała część zasila przemysł szklarski. Ta struktura zużycia jest niezwykle pouczająca dla każdego, kto chce zrozumieć materialne podstawy współczesnej energetyki i komunikacji.

Piasek nie jest bowiem jednym, homogenicznym materiałem, lecz całą rodziną surowców, których wartość rośnie wraz z ich czystością i standaryzacją. To, co laik uzna za zwykły osad rzeczny, przemysł rozpoznaje jako zasób o zróżnicowanej jakości strategicznej i unikalnych właściwościach fizykochemicznych. W tym kontekście pojawia się szkło krzemowe, materiał z pozoru przezroczysty, a w istocie geopolitycznie niezwykle nieprzezroczysty i skomplikowany. Szkło nie jest jedynie medium codziennego komfortu, lecz jednym z wielkich, choć cichych silników całej historii ludzkiego poznania. Od soczewki teleskopu po mikroskop, od fiolki laboratoryjnej po światłowód, szkło zmieniało zakres tego, co widzialne, a więc i możliwe. Współczesna wersja tej historii jest jeszcze ostrzejsza, ponieważ bez szkła krzemowego nie istniałaby żadna forma nowoczesnej łączności.

Wysokoczysty kwarc z rejonu Spruce Pine w Karolinie Północnej stanowi obecnie krytyczny surowiec dla produkcji topionej krzemionki używanej w półprzewodnikach. Firma Sibelco podkreśla, że jej złoża są wykorzystywane do wytwarzania materiałów niezbędnych dla ogniw fotowoltaicznych i zaawansowanych włókien optycznych. USGS wiąże wzrost globalnej produkcji tego segmentu z gwałtownym przyspieszeniem inwestycji w energię słoneczną oraz w moce obliczeniowe sztucznej inteligencji. Mówiąc brutalnie i bez zbędnych eufemizmów, każdy nowoczesny smartfon jest w ostatniej instancji po prostu bardzo dobrze oczyszczoną plażą. Geopolityka chipów nie zaczyna się więc w sterylnym clean roomie na Tajwanie, lecz w zakurzonym kamieniołomie i przy piecu do topienia kwarcu. Kto nie kontroluje swojej czystości materiałowej u podstaw, ten prędzej czy później będzie zmuszony importować własną cyfrową suwerenność od innych.

Warto w tym miejscu zawiesić na chwilę wzrok nad pozornie absurdalnym pytaniem, które rzuca wyzwanie naszym współczesnym hierarchiom wartości. Co jest bardziej zaawansowane cywilizacyjnie: aplikacja do zarządzania produktywnością czy prosta fiolka wykonana z wysokiej jakości szkła borokrzemowego? Odpowiedź na to pytanie zazwyczaj obraża pychę naszej epoki, która ubóstwia oprogramowanie, zapominając o jego materialnym podłożu. Bez aplikacji spadnie jedynie nasza wygoda, ale bez szklanej fiolki rozpada się cała nowoczesna farmacja, diagnostyka medyczna i logistyka sterylności. Właśnie tak działa ekonomia niewidzialnych fundamentów, która podtrzymuje gmach naszej cywilizacji, pozostając jednocześnie poza sferą publicznej debaty. Najbardziej zaawansowane społeczeństwa mylą często złożoność interfejsu graficznego ze złożonością i krytycznością podłoża materialnego, na którym ten interfejs wyświetlono.

Tymczasem prawdziwie krytyczny zasób jest zazwyczaj tak banalny i powszechny, że po prostu przestaje być przez nas zauważany w codziennym biegu. W ekonomii infrastruktury byłby to klasyczny przykład dobra podstawowego o niskiej widzialności politycznej, ale o skrajnie wysokim mnożniku systemowym. Utrata dostępu do takiego zasobu nie daje efektu medialnego od razu, lecz powoli uruchamia niszczycielską kaskadę awarii w całym systemie. Nowoczesność nie upada zwykle od spektakularnego braku luksusu czy rozrywki, lecz od braku tego, co przez dekady uznawała za nudne. Dlatego właśnie piasek i szkło są nie tylko surowcami przemysłowymi, ale przede wszystkim twardymi gwarantami trwania naszego cyfrowego świata. Bez nich cała ta wspaniała, odmaterializowana chmura, o której tak chętnie opowiadamy, natychmiast opadłaby na ziemię jako bezużyteczny pył.

Materialne fundamenty władzy: od soli po nowoczesną hegemonię

Surowce są ostatecznym testem dojrzałości cywilizacyjnej, choć rzadko o tym pamiętamy, gubiąc się w cyfrowych mirażach i obietnicach chmury. Dojrzałe społeczeństwo powinno bowiem rozumieć, że przejrzystość materiału, jak w przypadku kryształka soli, wcale nie oznacza przejrzystości łańcucha zależności, który go podtrzymuje. Sól w naszej potocznej świadomości została niesłusznie zdegradowana do roli kuchennej przyprawy, mimo że pozostaje jedną z centralnych substancji biopolityki i chemii przemysłowej. Według danych USGS sól to przede wszystkim podstawowy wsad do produkcji chloru i sody kaustycznej, czyli fundamentów nowoczesnego świata. Przemysł chloroalkaliczny, czyli sektor chemiczny przetwarzający sól w chlor i sodę kaustyczną za pomocą elektrolizy, definiuje granice naszego bezpieczeństwa sanitarnego i przemysłowego.

Chlor służy przecież do dezynfekcji wody, syntez chemicznych, produkcji PVC oraz niezliczonych zastosowań medycznych, bez których współczesny szpital stałby się muzeum bezradności. Soda kaustyczna jest z kolei niezbędna w papiernictwie, detergentach i szeregu procesów przemysłowych, które rzadko zaprzątają głowę konsumenta, dopóki nie zabraknie ich na półkach. Euro Chlor przypomina wprost, że dezynfekcja wody pitnej to najbardziej klasyczne społeczne zastosowanie tej chemii, co czyni z soli cichego gwaranta przetrwania populacji. Zatem tam, gdzie mieszczańska wyobraźnia widzi tylko biały proszek w solniczce, analityk infrastruktury dostrzega kluczowy łącznik między geologią, elektrochemią a bezpieczeństwem publicznym. Sól nie jest więc jedynie reliktem dawnych szlaków handlowych, lecz wciąż stanowi obieg krwi przemysłu chemicznego, bez którego tkanka miejska uległaby szybkiemu rozkładowi.

Ta prawda ma swój głęboki wymiar historyczny, a nawet antropologiczny, gdyż surowce od zawsze dyktowały warunki brzegowe wolności i poddaństwa. Sól była jednym z pierwszych materiałów, które nauczyły władzę, że kontrola nad zasobem elementarnym może błyskawicznie przeobrazić się w kontrolę nad populacją. Monopol solny w Chinach, nienawistny podatek gabelle we Francji czy kolonialne restrykcje brytyjskie w Indiach nie były egzotycznymi osobliwościami, lecz klasycznymi formami rządzenia przez zasób podstawowy. To samo zjawisko, choć ubrane w nowoczesny kostium, powraca dziś w geopolityce materiałów krytycznych, gdzie walka o wpływy toczy się pod sztandarami postępu technicznego. Zmienia się tworzywo, ale logika dominacji pozostaje uderzająco stała i bezlitosna dla tych, którzy uwierzyli w koniec historii. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem pod warstwą interfejsów i algorytmów.

Suwerenność przestaje być abstrakcyjnym atrybutem konstytucyjnym, jeśli nie jest zakotwiczona w fizycznej zdolności podtrzymania obiegu energii, danych, nawozów i leków. Dlatego współczesna recepcja problematyki surowcowej przesuwa się od liberalnej opowieści o efektywności rynku ku znacznie twardszej kategorii odporności systemowej. Rynek, w swej naiwnej optymalizacji, pyta zazwyczaj, gdzie można kupić dany komponent najtaniej, ignorując flagę powiewającą nad kopalnią. Państwo, nauczone doświadczeniem kryzysów, musi pytać, kto ma realną moc, by wyłączyć dostawę i sparaliżować kraj jednym dekretem. Historia zwykle przyznaje rację temu drugiemu pytaniu, choć zazwyczaj robi to dopiero po spektakularnej katastrofie, gdy jest już za późno na korektę kursu.

Z tej perspektywy teza o kontroli wydobycia jako silniku postępu technicznego wymaga istotnego doprecyzowania, gdyż samo posiadanie złóż w ziemi to za mało. Kluczowe jest panowanie nad całym ciągiem technologiczno-instytucjonalnym, czyli nad ekstrakcją, wzbogacaniem, rafinacją i przetwarzaniem półproduktów aż po gotowy wyrób. Państwo może posiadać bogate złoża i

pozostawać peryferium, podczas gdy inne, dysponujące mniejszymi zasobami, buduje pozycję centrum dzięki przewadze w przetwórstwie. W przypadku materiałów dla transformacji energetycznej IEA pokazuje bezlitosny fakt, który powinien budzić niepokój w zachodnich stolicach. Chiny utrzymują dziś około 70 do 75 procent światowych mocy przetwarzania litu i kobaltu oraz ponad 90 procent rafinacji metali ziem rzadkich. Oto definicja nowoczesnej hegemonii materiałowej, gdzie nie wystarczy mieć skałę, lecz trzeba posiadać zakład, know-how i cierpliwość strategiczną.

Zachód przez długie lata mylił outsourcing brudu z outsourcingiem ryzyka, wierząc w kojącą bajkę o czystej, cyfrowej przyszłości bez kominów. Tymczasem wyeksportował nie tylko emisje i pył, lecz także coraz większą część zdolności rozstrzygania o tym, kto naprawdę uruchamia przyszłość. Na tym tle mit gospodarki postindustrialnej okazuje się jedną z najbardziej kosztownych iluzji ostatnich dekad, za którą przyjdzie nam zapłacić suwerennością. Nie dzieje się tak dlatego, że usługi nie mają znaczenia, lecz dlatego, że każda wyrafinowana usługa opiera się na materialnym zapleczu. Jeżeli to zaplecze znajduje się poza kontrolą polityczną wspólnoty, to usługi stają się tylko elegancką nadbudową nad cudzą infrastrukturą, którą można w każdej chwili zdemontować.

Właśnie dlatego pytanie o piasek, sól i szkło nie jest archeologiczną dygresją, lecz fundamentalnym pytaniem o strukturę władzy w XXI wieku. Kto chce rozumieć sztuczną inteligencję, musi najpierw zrozumieć krzemionkę i jej drogę od plaży do czystego procesora. Kto chce rozumieć nowoczesne rolnictwo, musi rozumieć gaz i amoniak, a kto dba o bezpieczeństwo zdrowotne, musi rozumieć logistykę chemii podstawowej. Paradoks dematerializacji, czyli złudzenie, że nowoczesna gospodarka odrywa się od świata fizycznego i geologii, jest najprostszą drogą do utraty kontaktu z rzeczywistością. Geopolityka surowcowa, czyli zależność globalnych łańcuchów dostaw od geograficznego położenia złóż, brutalnie przypomina nam o tym przy każdym kryzysie energetycznym.

A kto chce rozumieć Net Zero, musi porzucić dziecięcą wizję, wedle której cywilizacja po prostu przesiądzie się na czyste źródła energii. Cywilizacja niczego nie robi po prostu, gdyż każdy jej ruch jest uwarunkowany przez opór i właściwości materii, której nie da się oszukać. Piasek i szkło są przezroczystą tkanką naszej codzienności, podczas gdy żelazo i stal stanowią jej kościec, który nie błyszczy, lecz dźwiga ciężar świata. W nowoczesnej gospodarce nie istnieje poważna infrastruktura bez stali, ponieważ to ona przenosi obciążenia i umożliwia produkcję maszyn, mostów czy turbin. Transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście do systemów opartych na lawinie metali, uświadamia nam, że ekologia to przede wszystkim gigantyczna operacja inżynieryjna.

World Steel Association przypomina, że przemysł stalowy odpowiada dziś za około 8 procent globalnych antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych. Stalowy paradoks, czyli sytuacja, w

której stal jest głównym źródłem emisji CO_2, a jednocześnie niezbędnym filarem każdej transformacji, zmusza nas do porzucenia złudzeń. Musimy zatem zaakceptować tę brudną fazę budowy, jeśli realnie myślimy o osiągnięciu bezemisyjnej przyszłości, zamiast o niej tylko śnić w kawiarniach. Mniej komina, więcej kopalni – to hasło, które najlepiej oddaje brutalną rzeczywistość nadchodzących dekad, w których materia znów upomni się o swoje prawa. Ostatecznie to nie algorytm, lecz dobrze oczyszczona plaża i wytopiona stal zdecydują o tym, czy nasza cywilizacja przetrwa próbę czasu.

Materialne jądro transformacji: dlaczego Net Zero wymaga górnictwa

Ta liczba nie jest jedynie suchym komunikatem klimatycznym, lecz stanowi brutalny wskaźnik cywilizacyjnej prawdy. Im bardziej rozwinięta i wyrafinowana staje się dana gospodarka, tym większą wykazuje ukrytą zawartość stali, stanowiącej jej niewidoczny fundament. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem pod warstwą cyfrowych interfejsów i usług. Podczas gdy elity chętnie rozprawiają o kreatywności, aplikacjach i niematerialnym kapitale, OECD trzeźwo przypomina o rosnącej światowej zdolności wytwórczej stali. Nadwyżki mocy produkcyjnych, utrzymujące się mimo słabszego popytu, generują niebezpieczne napięcia handlowe oraz ryzyko nieefektywnej alokacji kapitału w skali globalnej. Oto stalowy paradoks współczesności, czyli sytuacja, w której stal jest głównym źródłem emisji, a jednocześnie niezbędnym filarem każdej transformacji.

Wszyscy potrzebują stali, najlepiej taniej i dostępnej od ręki, lecz jednocześnie coraz mniej społeczeństw chce ponosić środowiskowe koszty jej wytopu. Stal pozostaje klasycznym dobrem strategicznym, którego nie da się całkowicie zliberalizować bez bolesnej szkody dla suwerenności przemysłowej państwa. USGS podaje, że amerykański przemysł żelaza i stali wyprodukował w 2024 roku około 81 milionów ton surowca o wartości rynkowej 120 miliardów dolarów. To zaledwie fragment szerszego obrazu, który dobitnie pokazuje, że nawet w gospodarkach ogłaszanych jako postindustrialne, stal pozostaje sektorem ogromnym. Jest to branża wyjątkowo kapitałochłonna i politycznie czuła, stanowiąca twardy rdzeń, wokół którego nadbudowuje się nowoczesna architektura finansowa.

W skali globalnej stawka tej gry jest jeszcze wyższa, a napięcia wokół ceł węglowych sprawiają, że hutnictwo wraca do centrum ekonomii politycznej. Nadwyżka mocy produkcyjnych oraz koncentracja przemysłu w Azji wymuszają na Zachodzie bolesną rewizję dotychczasowych dogmatów o wolnym handlu. Presja na dekarbonizację pieców wielkopiecowych sprawia, że stal

przestaje być nudnym towarem masowym, a staje się polem bitwy o technologiczną dominację. W dyskursie strategicznym powraca intuicja brutalnie prosta: jeśli nie masz stali, nie masz państwa, co nie jest sloganem archaicznym, lecz skrótem rozumowania o charakterze czysto infrastrukturalnym. Państwo pozbawione własnego dostępu do stali staje się zależne nie tylko gospodarczo, ale i militarnie oraz logistycznie.

Liberalna pogarda dla tak zwanych brudnych sektorów często okazuje się tylko elegancką formą budowania cudzoziemskiej zależności surowcowej. Jeszcze ostrzejszą postać tej prawdy odsłania miedź, czyli metal, który nie tyle coś dźwiga, ile sprawia, że wszystko zaczyna przewodzić i pracować. Jeśli stal uznamy za szkielet naszej cywilizacji, to miedź bez wątpienia pełni rolę jej układu nerwowego w erze powszechnej elektryfikacji. IEA wskazuje, że w ostatnich dwóch latach najsilniejszym czynnikiem wzrostu popytu na ten surowiec była błyskawiczna rozbudowa sieci elektroenergetycznych w Chinach. Samochód elektryczny wymaga istotnie większego wkładu mineralnego niż jego konwencjonalny odpowiednik. Elektryfikacja nie polega bowiem na prostej zamianie paliwa, lecz na gigantycznym zagęszczeniu materialnej infrastruktury przesyłu i konwersji energii.

Miedź staje się nową ropą nie w sensie chemicznym, lecz systemowym, definiując granice możliwości współczesnego państwa i jego ambicji klimatycznych. Ropa była krwią ery spalania, napędzającą silniki i konflikty XX wieku, natomiast miedź jest przewodnikiem nadchodzącej ery elektrycznej. Przewodnik ten, w przeciwieństwie do politycznej retoryki, nie znosi braków i nie wybacza błędów w planowaniu strategicznym. IEA ostrzega przy tym, że przy braku nowych inwestycji luka między popytem a podażą miedzi może sięgnąć 30 procent do 2035 roku. Zielona transformacja ma więc kolor nie tylko nadziei, ale przede wszystkim rdzawo-czerwony odcień wydobytej z ziemi rudy. Kończy się właśnie sentymentalna wersja ekologii, a zaczyna dorosła ekonomia materiałowa.

Aby skutecznie elektryfikować transport, ogrzewanie i przemysł, nie wystarczy napisać ambitnej strategii i dodać do niej kilku modnych akronimów. Trzeba najpierw wydobyć, rozdrobnić, przewieźć i przetopić niewyobrażalne ilości skały, co stanowi istotę transformacji materiałowej, czyli fizycznego przejścia do systemów opartych na minerałach. IEA odnotowuje, że popyt na lit wzrósł w 2024 roku o niemal 30 procent, co pokazuje skalę nadchodzącego przełomu. Wzrost popytu na nikiel, kobalt oraz metale ziem rzadkich wyniósł od 6 do 8 procent. Dla metali bateryjnych sektor energii odpowiadał już za około 85 procent wzrostu popytu w ostatnich latach, co jest zjawiskiem bez precedensu. To jest właśnie materialne jądro transformacji energetycznej, ukryte głęboko pod powierzchnią ziemi i poza zasięgiem wzroku przeciętnego konsumenta.

Net Zero nie jest miękką zmianą preferencji konsumenckich czy estetycznym wyborem, lecz fundamentalną reorganizacją geologii gospodarczej całego świata. Każdy, kto obiecuje społeczeństwom zieloną przyszłość bez nowej epoki intensywnego górnictwa, sprzedaje niebezpieczną mitologię w opakowaniu polityki publicznej. Rozsądek wymaga czegoś odwrotnego, czyli uświadomienia sobie, że dekarbonizacja nie oznacza wcale końca przemocy wobec naturalnego krajobrazu. Jest to raczej próba przesterowania tej przemocy z atmosfery na ląd, pustynie, góry oraz wysokospecjalistyczne rafinerie. W centrum tego nowego układu sił znajduje się lit, nie dlatego, że jest najpowszechniejszy, lecz jako nośnik obietnicy magazynowania energii. Mniej komina, więcej kopalni; mniej baryłki, więcej katody – oto prawdziwe hasło nadchodzących dekad.

Dane USGS i IEA pokazują zbieżny obraz, w którym popyt rośnie gwałtownie, podczas gdy rafinacja pozostaje niebezpiecznie skoncentrowana w jednym regionie. IEA ocenia, że mimo prób dywersyfikacji, Chiny pozostaną do 2035 roku dominującym dostawcą rafinowanego litu oraz kobaltu na rynki światowe. Państwo Środka będzie dostarczać ponad 60 procent ich podaży, a w przypadku grafitu i metali ziem rzadkich udział ten sięgnie 80 procent. Nie chodzi więc wyłącznie o to, kto posiada złoża w Chile czy Australii, lecz o to, kto kontroluje procesy technologiczne. Kluczowa jest umiejętność zamiany surowej rudy w materiał bateryjny o jakości przemysłowej, przy odpowiedniej cenie i integracji z produkcją ogniw. Geopolityka surowcowa, czyli zależność łańcuchów dostaw od geografii złóż i kontroli politycznej, staje się zatem nowym wyzwaniem dla suwerenności.

Mit lekkości: dlaczego cyfrowa era potrzebuje ciężkiej materii

Zachód odrabia tę lekcję z bolesnym, historycznym opóźnieniem, budząc się z letargu, w którym projektowanie interfejsów miało wystarczyć za całą strategię przetrwania. Przez dekady wmawialiśmy sobie, że wystarczy wymyślić produkt, a resztę załatwi mityczny „globalny rynek”, działający rzekomo w próżni politycznej. Dziś z przerażeniem odkrywamy, że ten rynek posiada bardzo konkretną geografię, a każda szerokość geograficzna ma swoją flagę i interesy. Ropa naftowa i gaz ziemny wcale nie znikają z kart historii, lecz jedynie zmieniają swoją funkcję interpretacyjną w wielkiej narracji postępu. Zbyt wielu komentatorów mówi o nich tak, jakby należały do świata odchodzącego w niebyt, podczas gdy pozostają one fundamentem świata, który faktycznie istnieje. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem przed wzrokiem konsumenta.

Raport IEA Global Energy Review 2025 dostarcza otrzeźwiających danych tym, którzy uwierzyli w błyskawiczną i bezbolesną transformację energetyczną. Choć odnawialne źródła energii odpowiadały za lwią część wzrostu podaży w 2024 roku, to gaz ziemny niezmiennie pozostawał drugim najważniejszym źródłem tego progresu. Co więcej, ropa i węgiel również odnotowały wzrosty, co dowodzi, że sama dynamika OZE nie oznacza jeszcze detronizacji paliw kopalnych. To, że udział zielonej energii rośnie, nie oznacza wcale, że nasza cywilizacja przestała być zbudowana na węglowodorach i ciężkiej pracy maszyn. Oznacza to jedynie, że do starego, sprawdzonego systemu mozolnie dokładamy nowy, zamiast – jak chcieliby ideolodzy – zastępować go z dnia na dzień.

Musimy wreszcie zrozumieć, że gaz i ropa to w nowoczesnym świecie znacznie więcej niż tylko paliwa spalane w silnikach czy elektrowniach. Stanowią one bowiem kluczowy surowiec dla petrochemii, produkcji nawozów, farmacji, tworzyw sztucznych, a nawet asfaltów i skomplikowanych łańcuchów przemysłowych. Te sektory nie poddadzą się elektryfikacji w rytmie wyznaczanym przez polityczne slogany czy optymistyczne prezentacje. Epoka „po ropie" nie nadejdzie tylko dlatego, że tak brzmi moralnie właściwy i pożądany społecznie komunikat. Nadejdzie ona dopiero wtedy, gdy zdołamy od podstaw przeprojektować całe systemy chemiczne odpowiedzialne za produkcję żywności i materiałów konstrukcyjnych.

Prowadzi to do jednego z najbardziej niedocenianych faktów nowoczesności, czyli nierozerwalnego związku gazu ziemnego z bezpieczeństwem żywnościowym planety. USGS, czyli Amerykańska Służba Geologiczna, nieustannie podkreśla znaczenie amoniaku jako absolutnie podstawowego surowca nawozowego w rolnictwie. Współczesne badania publikowane na łamach „Nature Food" szacują, że z nawozów azotowych korzysta system żywnościowy podtrzymujący życie około 3,9 miliarda ludzi. To nie jest jedynie poboczna ciekawostka dla statystyków, lecz informacja, która unieważnia naiwną retorykę łatwego rozwodu cywilizacji z gazem. Proces Habera-Boscha, czyli przemysłowa synteza amoniaku z azotu i wodoru, pozostaje jednym z nienaruszalnych filarów światowego rolnictwa. Wegański pomidor nadal bywa owocem gazu, nawet jeśli bardzo chcielibyśmy o tym zapomnieć.

Oczywiście, można i należy szukać ścieżek dekarbonizacji amoniaku poprzez zielony wodór czy bardziej odporne systemy nawozowe, ale realizm zaczyna się tam, gdzie uznaje się skalę zależności. Bez chemii azotowej nowoczesny system żywnościowy nie cofa się o kilka punktów procentowych wydajności, lecz wchodzi w stan głębokiego, tragicznego załamania. Właśnie dlatego każda poważna strategia Net Zero musi rozumieć nie tylko energetykę, lecz także agronomię, chemię i skomplikowaną geopolitykę amoniaku. Docieramy tu do kluczowego napięcia w recepcji współczesności, gdzie spór nie toczy się już o konieczność zmian, lecz o ich realny koszt.

Dominujący paradygmat naukowy nie neguje już znaczenia transformacji klimatycznej, ale pyta o to, jak rozłożyć jej ciężar materialny i społeczny.

IEA ostrzega wprost, że dla części minerałów krytycznych obecne projekty wydobywcze mogą nie wystarczyć do zaspokojenia potrzeb najbardziej ambitnych scenariuszy klimatycznych. W przypadku miedzi ryzyko strukturalnych niedoborów staje się szczególnie widoczne, co może wyhamować tempo wdrażania nowych technologii. Równoległa koncentracja przetwórstwa w Chinach sprawia, że bezpieczeństwo energetyczne XXI wieku nie dotyczy już wyłącznie cieśnin, rurociągów i tankowców. Dziś jego serce bije w rafineriach chemicznych, zakładach produkcji komponentów bateryjnych oraz centrach przetwarzania grafitu i aparatury przemysłowej. Petropaństwa wcale nie znikają z mapy wpływów, lecz dołącza do nich nowa kasta elektropaństw, dyktująca warunki w łańcuchach dostaw.

Kto kontroluje wydobycie, ten posiada atuty, ale dopiero ten, kto kontroluje rafinację i standard jakości, naprawdę dyktuje warunki gry. To nie jest alarmizm, lecz po prostu współczesna definicja władzy materialnej, która przeniosła się z pól naftowych do sterylnych laboratoriów. Zdanie „chmura ma kolor rdzy" brzmi jak poetycki aforyzm, ale jest w istocie poprawnym opisem naszej technicznej rzeczywistości. Im bardziej nowoczesność zachwyca się własną rzekomą lekkością, tym bardziej opiera się na ciężarze, który cynicznie wypiera poza pole widzenia. Smartfon nie jest triumfem niematerialności, lecz w ostatniej instancji dobrze oczyszczoną plażą i triumfem zorganizowanej geologii.

Serwerownia nie jest czystą abstrakcją danych krążących w próżni, lecz potężną strukturą z betonu, stali, miedzi i skomplikowanych systemów chłodzenia. Sam internet, ten wielki fetysz epoki płynności, biegnie nie w eterze, lecz w światłowodzie, czyli w wysublimowanej postaci szkła krzemowego. Sibelco oraz USGS przypominają, że wysokoczysty kwarc ze Spruce Pine jest kluczowym elementem dla produkcji topionej krzemionki. Ta z kolei jest absolutnie niezbędna dla przemysłu półprzewodników, fotowoltaiki oraz nowoczesnej infrastruktury światłowodowej. Kiedy więc społeczeństwa późnego kapitalizmu mówią o „gospodarce opartej na wiedzy", należałoby dodać zdanie mniej eleganckie, lecz znacznie trafniejsze. Wiedza nie unosi się nad materią; wiedza potrzebuje tygla, pieca i kruszarki, by móc w ogóle zaistnieć.

Szkło krzemowe jest jednym z najbardziej niedocenianych materiałów nowoczesności, choć stanowi medium nauki, precyzji i globalnej transmisji danych. Soczewka wydłużyła zasięg ludzkiego oka, mikroskop rozciął zasłonę niewidzialnego, a światłowód uczynił z impulsu świetlnego podstawową formę cyrkulacji informacji. Przezroczystość szkła jest tu cechą zwodniczą, sprawiającą, że materiał zdaje się niemal nieobecny, co ułatwia przeoczenie jego strategicznego znaczenia. Tymczasem im bardziej technologia się miniaturyzuje i zagęszcza, tym bardziej rośnie wymóg absolutnej czystości

materiałowej. W świecie półprzewodników nie wystarczy mieć zwykły „piasek”; trzeba posiadać surowiec o czystości i jednorodności niemal obsesyjnej.

Krytyczność zasobu nie wynika wyłącznie z jego rzadkości geologicznej, lecz z połączenia jakości, koncentracji produkcji i trudności w znalezieniu zamiennika. Dlatego zwykły osad rzeczny może być tanią masą budowlaną, podczas gdy wysokoczysty kwarc staje się strategicznym składnikiem cyfrowej suwerenności. Warto ten wątek doprowadzić do końca bez zbędnego, grzecznościowego kamuflażu, który tak lubią dyplomaci. Kto nie panuje nad materiałami podstawowymi, ten nie panuje nad innowacją, lecz jedynie ją od kogoś dzierżawi na niepewnych warunkach. Przez lata Zachód żył iluzją, że może zachować dla siebie projektowanie i software, wyprowadzając brudną produkcję poza własny horyzont moralny.

Dziś ten rachunek wraca do nas z ogromnymi odsetkami, których nie da się spłacić jedynie za pomocą drukowania pieniędzy. IEA pokazuje, że koncentracja rynków minerałów krytycznych pozostaje ekstremalnie wysoka, a dominacja trzech największych dostawców utrzyma się na poziomie 82 procent. Chiny utrzymują kontrolę nad kluczowymi segmentami przetwarzania grafitu, pierwiastków ziem rzadkich oraz rafinacji litu i kobaltu. To nie jest tylko problem przemysłowy, lecz fundamentalny problem ustrojowy, rzutujący na możliwość prowadzenia autonomicznej polityki obronnej i technologicznej. Geologia wróciła do centrum polityki, a wraz z nią brutalny fakt: postęp to nie tylko pomysł, to przede wszystkim dostęp do materii.

W tym kontekście złoto jawi się jako materiał niemal ironiczny, wszechobecny w mitologii bogactwa, a zarazem peryferyjny wobec technicznego trzonu cywilizacji. Świat bez złota byłby uboższy symbolicznie, ale nie zapadłby się technologicznie w tak drastyczny sposób, jak świat pozbawiony miedzi czy litu. World Gold Council wskazuje, że popyt technologiczny na ten kruszec to zaledwie ułamek całości, którą tworzy biżuteria i zakupy banków centralnych. Złoto jest więc nie tyle paliwem postępu, ile lustrem lęku nowoczesności, która wciąż nie ufa do końca własnym systemom finansowym. Keynesowskie określenie „barbarzyńskiego reliktu” zachowuje tu szczególną siłę, obnażając pęknięcie między racjonalnością fintechu a naszą głęboką antropologią strachu.

Złoto bywa technologicznie mniej konieczne niż miedź czy sól, a mimo to potrafi być środowiskowo bardziej obsceniczne niż niejeden surowiec naprawdę niezbędny. USGS szacuje globalną produkcję kopalnianą złota na około 3280 ton, co jest ilością śladową w porównaniu z miliardami ton rudy żelaza czy kruszyw. Mimo to, energia i zasoby poświęcone na jego wydobycie są gigantyczne, co stanowi kolejny paradoks naszej materialnej egzystencji. Mniej komina, więcej kopalni; mniej baryłki, więcej katody – to nowe hasła epoki, która próbuje uciec od węgla, wpadając w objęcia

metali. Algorytm jest późnym stadium kopalni, a nasza cyfrowa wolność ma swoje bardzo konkretne, ciężkie i pyliste zakotwiczenie w ziemi.

Mit czystej technologii: dlaczego zielona transformacja wymaga więcej materii

Niewielki tonaż rzadko idzie w parze z małą skalą przemocy wobec krajobrazu, o czym rzadko pamiętamy, patrząc na lśniące przedmioty. Złoto stanowi tu podręcznikowy przykład materiału o gigantycznej wartości jednostkowej, lecz śladowej zawartości w rudzie, co wymusza kruszenie kolosalnych mas skały dla uzyskania drobnego produktu. Ta specyficzna ekonomia uczy nas, że nie każdy cenny metal jest cywilizacyjnie kluczowy, a nie każdy kluczowy surowiec daje się sprzedać jako obiekt pożądania. Współczesność wciąż nagradza uwagą nie to, co ją realnie podtrzymuje, lecz to, co efektownie prezentuje się w sejfie. To nie tylko błąd estetyczny, lecz przede wszystkim głęboka wada poznawcza, którą musimy wreszcie skorygować.

Spróbujmy zatem odwrócić oś widzenia i dostrzec, że prawdziwą arystokracją materiałów nie jest to, co świeci, lecz to, co niesie ciężar naszej codzienności. Nie złoto jest fundamentem, lecz stal; nie klejnot buduje przyszłość, lecz miedziany kabel i krzemowe ogniwo. Światowa gospodarka każdego dnia składa hołd nie jubilerowi, lecz inżynierowi procesowemu, metalurgowi oraz geologowi złożowemu, którzy operują w skali masowej. Fakt, że kulturowo ich nie celebrujemy, stanowi jeden z najdziwniejszych objawów naszej epoki, rozmiłowanej w gładkich powierzchniach. Chwalimy warstwę interfejsu, zachowując wymowne milczenie o warstwie podtrzymania, bez której żadna aplikacja by nie zadziałała.

Tę pychę poznawczą, czyli paradoks dematerializacji polegający na złudzeniu, że nowoczesna gospodarka odrywa się od świata fizycznego, należy wreszcie nazwać po imieniu. Jest to swoisty konformizm klasy konsumenckiej, która marzy o czystej technologii przy jednoczesnym wyparciu jej brudnej, materialnej genezy. Tymczasem raporty IEA oraz USGS pokazują z całą suchością statystyk, że transformacja energetyczna wpycha nas w świat jeszcze bardziej zależny od wydobycia. Zielony kapitalizm nie jest bynajmniej dezercją z kopalni, lecz stanowi jej zupełnie nowy, wyjątkowo intensywny rozdział. Mniej komina, więcej kopalni; mniej baryłki, więcej katody – tak brzmi realne hasło naszych czasów.

Net Zero bywa przedstawiane jako moralna konwersja, niemal jak polityczny rachunek sumienia połączony z obietnicą przejścia ku technologiom niewinnym i lekkim. Ta narracja jest jednak skrajnie infantylna, gdyż rzeczywistość okazuje się znacznie bardziej interesująca, a zarazem

zdecydowanie bardziej ponura. Piąta transformacja energetyczna nie usuwa odwiecznego konfliktu między cywilizacją a naturą, lecz jedynie zmienia jego skład chemiczny oraz geograficzne rozmieszczenie. W miejsce tradycyjnych szybów naftowych pojawiają się solniska litu, kopalnie miedzi oraz zakłady rafinacji grafitu, które zajmują ogromne połacie terenu. Nowoczesność nie znika, ona po prostu zmienia swój adres i przesiada się na inne pierwiastki z tablicy Mendelejewa.

To nie są statystyki z marginesu, lecz akustyka nadciągającego świata, w którym technologie „zielone" okazują się w rzeczywistości technologiami wielkomateriałowymi. Materiałochłonność, czyli wskaźnik określający ilość surowców potrzebnych do wytworzenia i utrzymania danej technologii, rośnie tu w tempie dotąd niespotykanym. IEA odnotowuje, że popyt na lit wzrósł w samym 2024 roku o niemal 30 procent, podczas gdy zapotrzebowanie na nikiel i kobalt stabilnie pnie się w górę. Im czystszy ma być prąd w naszych gniazdkach, tym więcej twardej skały musimy wyrwać z ziemi i przetworzyć w skomplikowanych procesach. Im bardziej pragniemy ograniczyć globalne emisje, tym silniej musimy przekształcać fizyczną powierzchnię naszej planety.

Pojawia się zatem pytanie moralnie niewygodne, lecz naukowo konieczne, którego nie sposób dłużej ignorować w debacie publicznej. Czy można bronić transformacji klimatycznej, a zarazem mówić otwarcie o jej kosztach środowiskowych i geopolitycznych bez popadania w denializm? Odpowiedź brzmi: tak, ale pod warunkiem, że porzucimy język naiwnego optymizmu na rzecz twardej analizy faktów. Musimy zaakceptować, że droga do czystego nieba prowadzi przez głębokie wyrobiska i skomplikowaną chemię przemysłową. Tylko odrzucając infantylne mity o dematerializacji, będziemy w stanie rzetelnie zarządzać zasobami, od których zależy przetrwanie naszej cywilizacji.

Paradoks transformacji: dlaczego zielona przyszłość wymaga brudnej pracy

Trzeba uczciwie przyznać, że dekarbonizacja, choć moralnie i egzystencjalnie konieczna, pozostaje procesem brutalnie materialnym, konfliktowym oraz skrajnie nierównomiernie rozłożonym na mapie świata. W miejscu, gdzie dziś znikają dymiące kominy i emisyjne aktywa, jutro wyrosną nowe kopalnie odkrywkowe, gigantyczne hałdy oraz stawy ewaporacyjne służące do odzysku litu. Nie istnieje bowiem coś takiego jak czysta transformacja bez brudnej fazy budowy, tak jak nie ma taniej elektryfikacji bez kosztownej i energochłonnej metalizacji gospodarki. Bezemisyjna przyszłość wymaga od nas przejścia przez wysokoemisyjny etap inwestycyjny, który dopiero w odległej perspektywie ma przynieść planecie korzyści netto. To właśnie dlatego współczesna

polityka klimatyczna zderza się nie tylko z partykularnymi interesami sektorowymi, lecz przede wszystkim z bezlitosną psychologią czasu.

Koszt transformacji musimy ponieść dzisiaj, podczas gdy korzyść pozostaje rozproszona w niepewnej przyszłości, co tworzy trudny do zaakceptowania dysonans poznawczy. Lokalna rana w krajobrazie, jaką jest nowa kopalnia miedzi czy huta, ma służyć stabilizacji klimatu w skali globalnej, co rzadko budzi entuzjazm okolicznych mieszkańców. Bez uczciwego nazwania tej fundamentalnej asymetrii ambitny projekt Net Zero będzie przegrywał nie tyle z ideologicznym negacjonizmem, ile z banalnym społecznym realizmem dnia codziennego. Spójrzmy zatem na skalę niezbędnych technologii, ponieważ to właśnie ona najskuteczniej rozbija nasze sentymentalne złudzenia o lekkiej i bezbolesnej zmianie. Raporty Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) przypominają, że technologie czystej energii charakteryzują się znacznie wyższą materiałochłonnością, czyli wskaźnikiem określającym masę surowców niezbędnych do wytworzenia jednostki energii, niż systemy oparte na paliwach kopalnych.

W praktyce oznacza to, że każdy ambitny scenariusz dekarbonizacji musi być równocześnie scenariuszem bezprecedensowej rozbudowy kopalń, hut, rafinerii oraz tysięcy kilometrów nowych linii przesyłowych. Jeśli nowoczesny samochód elektryczny wymaga wielokrotnie większego wkładu mineralnego niż pojazd konwencjonalny, to masowa elektromobilność nie jest drobną korektą, lecz całkowitym przemeblowaniem surowcowej anatomii świata. W tym kontekście pojawia się stalowy paradoks, czyli sytuacja, w której sektor hutniczy, odpowiadający za blisko osiem procent globalnych emisji, staje się jednocześnie nieodzownym filarem każdej zielonej inwestycji. Nie istnieje bowiem żadna poważna polityka klimatyczna bez równoległej, twardej polityki hutniczej, która zapewni bazę dla nowej infrastruktury. Innymi słowy, klimatu nie da się ratować wyłącznie za pomocą eleganckiej turbiny wiatrowej czy błękitnego panelu fotowoltaicznego, które tak dobrze prezentują się w folderach reklamowych.

Klimat trzeba ratować również przy pomocy konwertora, pieca łukowego, masowego recyklingu złomu oraz nowej, zaawansowanej chemii redukcji rudy żelaza. Na tym surowym tle ropa i gaz ziemny pozostają materiałowym oskarżeniem wobec naszej cywilizacyjnej skłonności do zbyt szybkich i optymistycznych ogłoszeń końców epok. Hasło „świat po węglowodorach” brzmi doskonale w multimedialnej prezentacji, ale znacznie gorzej wypada w twardym bilansie energetycznym i chemicznym współczesnego przemysłu. Dane IEA pokazują dobitnie, że w 2024 roku światowy popyt na energię znów wzrósł, a gaz ziemny należał do najważniejszych źródeł przyrostu podaży. Oznacza to, że ludzkość jednocześnie inwestuje miliardy w czystą energię i pozostaje zakładnikiem paliw kopalnych, z których nie potrafi zrezygnować.

Dzieje się tak nie dlatego, że zabrakło nam woli moralnej, lecz dlatego, że ropa i gaz są osadzone głęboko w tkance transportu, nawozów, farmacji i petrochemii. Węglowodory są w tym sensie nie tylko problemem klimatycznym, lecz przede wszystkim formą historycznej wygody technologicznej, która nauczyła nas ogromnej gęstości energii. Próbujemy teraz wyjść z tego układu, ale każda próba opuszczenia tak komfortowego porządku kosztuje znacznie więcej, niż chcieliby przyznać polityczni kaznodzieje prostych recept. Wracamy tym samym do najbardziej Conwayowskiej z intuicji, która zasługuje na obronę bez zbędnego, centrowego drżenia ręki: postęp techniczny nie oddala nas od materii. On nas z nią coraz głębiej splata, sprawiając, że im subtelniejszy jest efekt końcowy, tym brutalniejsza bywa ścieżka wejściowa do jego osiągnięcia.

Im bardziej świat staje się „smart", tym bardziej staje się zależny od surowców, które trzeba wydobywać w sposób masowy, kosztowny i często politycznie zapalny. To nie jest porażka nowoczesności, lecz jej właściwa ontologia, czyli nauka o strukturze bytu, w której informacja zawsze potrzebuje fizycznego nośnika. Człowiek nie uciekł z klatki materii do cyfrowej chmury, lecz nauczył się wytwarzać informacje przy pomocy jeszcze bardziej wymagającej i rzadkiej materii. Dlatego nie wolno nam już mówić o gospodarce cyfrowej tak, jakby była ona przeciwieństwem gospodarki surowcowej, gdyż jest ona jej najbardziej wyrafinowaną formą. Algorytm jest przecież późnym stadium kopalni, a serwer to nic innego jak elegancko schłodzona hałda przetworzonej geologii, ukryta przed wzrokiem użytkownika.

Sztuczna inteligencja, jakkolwiek wzniosłe budzi fantazje o cyfrowej transcendencji, w ostatecznym rachunku nadal zależy od miedzianego kabla, krzemu, energii i tysięcy ton infrastruktury. Recepcja współczesnej problematyki surowców dojrzewa właśnie w tym punkcie, odrzucając szkodliwy paradoks dematerializacji, czyli złudzenie, że nowoczesność odrywa się od świata fizycznego. Odejście od tego mitu ku badaniu materialnych podstaw wzrostu i bezpieczeństwa nie jest chwilową modą, lecz konieczną korektą poznawczą po dekadach intelektualnego samozadowolenia. Dzisiaj coraz trudniej utrzymać tezę, że wystarczy posiadać software i sprawne rynki kapitałowe, aby zachować pozycję centrum w globalnym systemie sił. Centrum przestaje być tylko miejscem projektowania usług, stając się przestrzenią, gdzie scala się wiedzę z energią, chemią i zdolnością do pracy w długim horyzoncie.

Prawdziwie nowoczesna strategia państwa nie może być już ani postindustrialną bajką, ani nostalgicznym, brunatnym kultem ciężkiego przemysłu w jego archaicznym wydaniu. Musi być czymś znacznie trudniejszym: świadomą polityką materialnej inteligencji, która rozumie, że bez piasku nie ma chipa, a bez miedzi nie ma elektryfikacji. Bez ropy i gazu wciąż nie istnieje rolnicze podtrzymanie globalnego systemu, a bez litu i zaplecza bateryjnego Net Zero pozostanie jedynie pobożnym życzeniem. Domknięcie tej argumentacji nie powinno być pojednawcze, ponieważ sama

materia nie jest pojednawcza – jest twarda, kosztowna i całkowicie obojętna wobec naszych ulubionych sloganów. Można więc powiedzieć wprost: XXI wiek nie będzie należał do tych, którzy najefektowniej mówią o innowacji, lecz do tych, którzy opanują logistykę materii.

Przyszłość wygrają nie ci, którzy moralizują o transformacji, lecz ci, którzy potrafią ją fizycznie wybudować, modernizując huty i rafinerie bez oddawania nad nimi kontroli. Prawdziwe pytanie o kształt nadchodzących dekad nie dotyczy złota w skarbcach, lecz dostępu do chloru, amoniaku, litu i zdolności ich zaawansowanego przetwarzania. Kto posiada te zasoby i potrafi nimi zarządzać, ten ma nie tylko sprawny przemysł, ale przede wszystkim czas, odporność i prawo do wyznaczania kierunku cywilizacji. Reszta świata będzie co najwyżej użytkownikiem cudzej materialnej inteligencji, płacąc wysoką marżę za własną wcześniejszą naiwność i brak realizmu. Zdanie mówiące, że „nie ma zielonej transformacji bez czarnej roboty", powinno wisieć nad każdym ministerstwem odpowiedzialnym za rozwój, przypominając o twardych fundamentach nowoczesności. Mniej komina, więcej kopalni; mniej baryłki, więcej katody – oto prawdziwy wzór na przetrwanie w świecie, który przestał wierzyć w darmowe obiady.

Zielona rewolucja: dlaczego transformacja wymaga więcej materii

Transformacja energetyczna, wbrew powszechnym wyobrażeniom, nie jest metafizycznym przejściem z grzechu do cnoty, lecz brutalnie fizyczną zamianą jednej architektury materiałowej na drugą. Zamiast spalać coraz więcej węglowodorów, będziemy musieli budować coraz więcej infrastruktury, co przesuwa ciężar cywilizacji z płynnego strumienia ropy na stałą lawinę metali, minerałów i szkła. IEA wskazuje bez retorycznego pudru, że technologie czystej energii charakteryzują się znacznie wyższą materiałochłonnością, czyli wskaźnikiem określającym ilość surowców potrzebnych do wytworzenia danej technologii, niż ich kopalne odpowiedniki. Dla miedzi i litu, nawet przy obecnej fali optymistycznych zapowiedzi inwestycyjnych, wciąż widać na horyzoncie 2035 roku potężne luki podażowe, sięgające odpowiednio trzydziestu i czterdziestu procent. Te liczby bezlitośnie rozbijają baśniową wersję ekologii, w której świat ratuje się wyłącznie dobrą intencją i zmianą nawyków. Net Zero nie jest bowiem piknikiem moralnym, lecz logistyką gigantycznej, bezprecedensowej przebudowy całego fizycznego świata.

Skala tej operacji pozostaje dla nas trudna do uchwycenia, ponieważ ludzki umysł z natury źle radzi sobie z milionami ton, terawatami i wieloletnimi łańcuchami inwestycyjnymi. A przecież każda technologia ma swoją masę, swój ciężar właściwy i swój bezwzględny rachunek materiałowy, którego nie da się wymazać żadną aplikacją. IEA od lat udowadnia, że typowy samochód

elektryczny potrzebuje wielokrotnie większego wkładu mineralnego niż jego konwencjonalny odpowiednik, a elektrownie wiatrowe są radykalnie bardziej zasobochłonne niż klasyczna infrastruktura. Gdy dodamy do tego stacje ładowania, transformatory, magazyny energii oraz całą infrastrukturę półprzewodnikową, otrzymujemy obraz gospodarki nie tyle odchudzonej, co wręcz przeładowanej materią. Zielona rewolucja ma zatem dwa oblicza: podczas gdy na ekranie smartfona wszystko świeci się kojącą zielenią, w kopalni i hucie wciąż dominuje kolor rdzy oraz pyłu. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem przed wzrokiem konsumenta.

Stal pozostaje w tym układzie najuczciwszym materiałem nowoczesności, ponieważ niczego nie udaje, będąc ciężką, emisyjną i bezwstydnie realną podstawą wszystkiego. World Steel Association przypomina, że przemysł stalowy odpowiada za około osiem procent globalnych emisji, co czyni go jednym z głównych frontów walki o dekarbonizację. Równocześnie bez stali nie istnieje energetyka wiatrowa, kolej, mosty, porty ani nowoczesne miasta o wysokiej gęstości infrastrukturalnej, co tworzy swoisty stalowy paradoks. Sytuacja ta, w której stal jest głównym źródłem emisji, a jednocześnie niezbędnym filarem transformacji, zmusza nas do zaakceptowania brudnej fazy budowy. Brutalny slogan głoszący, że bez stali nie ma państwa, po przełożeniu na język ekonomii politycznej oznacza po prostu brak trwałej suwerenności infrastrukturalnej. Państwo pozbawione własnego zaplecza metalurgicznego może organizować konferencje i publikować strategie, ale kończy się tam, gdzie trzeba coś naprawdę zbudować.

Skala tego sektora jest wymowna nawet w krajach, które od dekad próbują opowiadać o sobie bajkę jako o gospodarkach usługowych i cyfrowych. USGS podaje, że w Stanach Zjednoczonych wyprodukowano w 2024 roku około osiemdziesięciu jeden milionów ton stali surowej, a wartość dostaw tego sektora sięgnęła stu dwudziestu miliardów dolarów. To dane z kraju, który tak chętnie promuje wizję postindustrialnego raju, jakby huta była jedynie zakurzonym cieniem odległej przeszłości. Tymczasem nawet najbardziej zaawansowana gospodarka technologiczna pozostaje zanurzona w stali po pas, co obnaża jedną z wielkich iluzji późnego liberalizmu. Usługi nie eliminują przemysłu ciężkiego, lecz w rzeczywistości na nim pasożytują lub z niego bezpośrednio wyrastają. Jeśli fundament konstrukcyjny słabnie, usługi mogą długo wyglądać świetnie, ale ostatecznie okazuje się, że opierają się na importowanym szkielecie, co stanowi formę strategicznego hazardu.

Historia miedzi jest jeszcze bardziej bezlitosna, gdyż IEA ostrzega, że ryzyko napięć między popytem a podażą może stać się głównym wąskim gardłem transformacji. Nowe źródło presji przynosi nie tylko elektromobilność, ale także gwałtowny rozwój centrów danych i infrastruktury sztucznej inteligencji, wymagającej tysięcy kilometrów nowych przewodów. Financial Times,

cytując analizy S&P Global, opisywał potencjalny niedobór miedzi jako ryzyko systemowe dla globalnej gospodarki, mogące wyhamować tempo cyfryzacji. Do 2040 roku popyt może wzrosnąć z dwudziestu ośmiu do czterdziestu dwóch milionów ton, co czyni z miedzi nerw elektrycznego kapitalizmu. Kto kontroluje jej przepływ, ten kontroluje tempo automatyzacji i decyduje o tym, które regiony świata pozostaną w grze o technologiczną dominację. Mniej baryłki, więcej katody – to hasło staje się nowym wyznacznikiem geopolityki surowcowej, czyli zależności łańcuchów dostaw od geograficznego położenia złóż.

Ostatecznie musimy zrozumieć, że transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście do systemów opartych na lawinie metali, nie jest procesem bezbolesnym ani czystym w tradycyjnym sensie. Wymaga ona od nas porzucenia paradoksu dematerializacji, czyli złudzenia, że nowoczesna gospodarka odrywa się od świata fizycznego i geologii. Każdy algorytm, każda chmura obliczeniowa i każda turbina wiatrowa mają swoje korzenie głęboko w ziemi, w miejscach, o których wolelibyśmy na co dzień nie myśleć. Prawdziwa ekologia przyszłości nie będzie zatem polegała na unikaniu materii, lecz na jej świadomym, niemal heroicznym ujarzmieniu i przetworzeniu. Musimy zaakceptować fakt, że droga do błękitnego nieba prowadzi przez ciemne korytarze kopalń i rozżarzone wnętrza wielkich pieców. Tylko wtedy, gdy zdejmiemy zielone okulary, dostrzeżemy prawdziwą skalę wyzwania, przed którym stoi nasza cywilizacja, zamiast karmić się nierealnymi wyobrażeniami o świecie bez kominów.

Paradoks cyfrowej lekkości: dlaczego technologia potrzebuje materii

Warto zatrzymać się przy paradoksie, który wywraca do góry nogami nasze wyobrażenie o nowoczesności. Najbardziej zaawansowane technologie wcale nie są najmniej materialne, lecz wręcz przeciwnie – okazują się najbardziej wymagające pod względem surowcowym. To stwierdzenie powinno oburzać wyznawców banalnej wizji postępu, ponieważ uderza ono bezpośrednio w ich ulubiony mit o cyfrowej lekkości bytu. Wyobrażają sobie oni bowiem, że rozwój cywilizacyjny oznacza nieuchronne odrywanie się od ciężaru materii i przechodzenie w sferę czystej idei. Tymczasem rzeczywistość pokazuje, że ewolucja techniczna wymusza coraz większą czystość surowca oraz coraz bardziej rygorystyczną kontrolę skomplikowanych procesów przemysłowych. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem.

Krzemowy chip nie jest w sensie cywilizacyjnym "lżejszy" od dymiącego wielkiego pieca, lecz stanowi po prostu bardziej skondensowaną postać przemysłowej dyscypliny. Wymaga on kwarcu o ekstremalnej czystości, tygli z topionej krzemionki oraz gigantycznych nakładów energii i

precyzyjnej chemii procesowej. Cała ta infrastruktura sterylnych laboratoriów i maszyn litograficznych opiera się na świecie, który wcześniej musiał nauczyć się kruszyć i oczyszczać materię z niemal religijną dokładnością. Dlatego półprzewodnik nie jest przeciwieństwem tradycyjnego górnictwa, lecz jego późnym, niezwykle wyrafinowanym potomkiem, który wciąż potrzebuje kilofów, choć znacznie mniejszych. Szkło krzemowe zasługuje na miejsce w panteonie materiałów XXI wieku nie jako ozdoba, lecz jako cichy tyran precyzji. Algorytm jest późnym stadium kopalni, w którym surowa skała zostaje ostatecznie uwięziona w logicznych strukturach kodu.

Spruce Pine nie jest jedynie egzotycznym przypisem geologicznym, lecz kluczowym punktem na mapie globalnej potęgi. Amerykańska Służba Geologiczna opisuje tamtejszy wysokoczysty kwarc jako surowiec pochodzący z pegmatytów, poddawany wieloetapowej obróbce fizycznej, chemicznej i termicznej. Firma Sibelco wskazuje wprost, że ten konkretny materiał jest niezbędny w produkcji półprzewodników, nowoczesnej fotowoltaiki oraz włókien optycznych stanowiących kręgosłup internetu. Wniosek płynący z tych analiz jest bezlitosny dla marzycieli o czystej technologii, gdyż to, co wygląda jak triumf abstrakcji, zaczyna się od konkretnej skały. "Na początku był piasek" nie jest w tym kontekście poetycką figurą retoryczną, lecz poprawnym i brutalnym streszczeniem cyfrowej ontologii, czyli nauki o strukturze bytu.

Podobną lekcję pokory daje nam sól, czyli materiał skrajnie niedoszacowany przez potoczną wyobraźnię, która widzi w niej jedynie kuchenną przyprawę. W chemii przemysłowej sól stanowi jednak fundamentalny węzeł cywilizacyjny, bez którego nasza codzienność rozpadłaby się w ciągu kilku dni. Przemysł chloroalkaliczny, czyli praktyka przetwarzania soli w chlor i sodę kaustyczną, przypomina nam o materialnych fundamentach bezpieczeństwa. Bez chloru nie istnieje dezynfekcja wody na masową skalę, a bez sody kaustycznej stają procesy od papiernictwa po produkcję detergentów. Tam, gdzie estetyka klasy średniej widzi banalność, infrastruktura dostrzega warunek trwania ładu sanitarnego. Cywilizacja nie pachnie różą, lecz chlorem, co brzmi brutalnie, ale zawiera więcej prawdy o nowoczesności niż niejeden humanistyczny hymn o postępie.

Ropa i gaz uczą nas jeszcze innej formy pokory, tym razem wobec gęstości energetycznej i unikalnej funkcjonalności chemicznej węglowodorów. Raport Global Energy Review 2025 pokazuje, że choć energia odnawialna rośnie najszybciej, to gaz ziemny pozostaje drugim najważniejszym źródłem wzrostu podaży. Oznacza to, że świat wcale nie porzuca paliw kopalnych, lecz raczej dobudowuje nową warstwę energetyczną na fundamencie starej, wciąż niezbędnej struktury. Ta stara warstwa nadal podtrzymuje ogrzewanie domów, przemysł ciężki, petrochemię oraz znaczną część globalnego handlu i transportu morskiego. Zbyt wielu komentatorów mówi o ropie tak, jakby była wyłącznie wstydliwym reliktem przeszłości, zapominając, że stanowi ona funkcjonalny szkielet

logistyki. Bez kontroli nad chemią podstawową nowoczesne społeczeństwo nie staje się mniej komfortowe, lecz po prostu dramatycznie kruche.

Warto pamiętać, że gaz ziemny jest nie tylko paliwem, ale przede wszystkim kluczowym surowcem do produkcji amoniaku, a co za tym idzie – nawozów azotowych. Badania opublikowane w prestiżowym "Nature Food" szacują, że system żywnościowy zależny od tych nawozów podtrzymuje egzystencję około 3,9 miliarda ludzi na całym świecie. Materiałochłonność, czyli wskaźnik określający ilość surowców potrzebnych do utrzymania danej technologii, pokazuje tu swoją najbardziej namacalną stronę. Bez tego chemicznego wsparcia, opartego na "brudnych" surowcach, połowa ludzkości stanęłaby w obliczu widma głodu w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego. Nowoczesność jest więc nierozerwalnie spleciona z materią, której tak bardzo chcielibyśmy się wyrzec w imię cyfrowej lekkości. To nie jest pożegnanie z przemysłem, lecz wejście w jego najbardziej wymagającą i bezlitosną fazę.

Geologiczny powrót realności: dlaczego materia rządzi cyfryzacją

To nie jest żaden margines wielkiej historii, lecz jej absolutny środek ciężkości, wokół którego krążą dziś losy mocarstw oraz domowe budżety. Wszelka tania retoryka o rzekomym „odejściu od kopalin” powinna zostać zastąpiona czymś znacznie poważniejszym i lepiej osadzonym w twardych realiach fizyki. Nie ogłasza się przecież końca świata węglowodorów, zanim nie zbuduje się przemysłowych ekwiwalentów ich fundamentalnych funkcji cywilizacyjnych. Nie opuszcza się ropy i gazu jedynie mocą woli czy politycznych deklaracji, lecz dopiero wtedy, gdy istnieją realne alternatywy dla transportu, chemii i magazynowania energii. To jest trudność nie tyle natury moralnej, ile przede wszystkim systemowej, wynikająca z unikalnych właściwości dotychczasowych paliw. Węglowodory były bowiem niezwykle wygodne, łącząc w sobie wysoką gęstość energii, prostą logistykę oraz ogromną użyteczność chemiczną w jednym surowcu. Transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście z architektury opartej na spalaniu paliw kopalnych do systemów opartych na lawinie metali, polega na bolesnym rozplątaniu tej wygody.

Nie wychodzimy z paliw kopalnych do jednego, bezpiecznego i nowego świata, lecz wchodzimy z jednego porządku do wielu złożonych zależności naraz. To chyba najuczciwszy opis obecnej chwili, w której stare mapy wpływów płoną, a nowe dopiero są kreślone na dnach kopalni. I tu właśnie powraca lit, ten „biały proszek przyszłości”, który zarazem obiecuje nam magazynowanie energii i odsłania brutalną mapę nowych powiązań. IEA podaje, że popyt na ten metal wzrósł w 2024 roku o niemal 30 procent, co pokazuje skalę naszego głodu na nową materię. Chiny mają pozostać

dominującym graczem w rafinacji i przetwórstwie materiałów bateryjnych, mimo podejmowanych przez Zachód prób dywersyfikacji wydobycia. Geopolityka surowcowa, czyli zależność globalnych łańcuchów dostaw od geograficznego położenia złóż i flag państwowych, staje się nowym paradygmatem bezpieczeństwa. Do 2035 roku koncentracja podaży wśród trzech największych dostawców ma pozostać na poziomie około 82 procent, co budzi uzasadniony niepokój.

Oznacza to, że świat może zredukować zależność od części tradycyjnych petropaństw tylko po to, by wejść w głęboką zależność od nowych elektrocentrów. W języku współczesnej polityki gospodarczej nie chodzi już wyłącznie o sam „dostęp do zasobu", lecz o kontrolę nad ogniwem o najwyższej wartości. Kto panuje nad przetwarzaniem i rafinacją, ten w rzeczywistości panuje nad rytmem i tempem całej globalnej transformacji energetycznej. Kto posiada jedynie złoże, ten bywa często jedynie dostarczycielem surowej skały do cudzego, znacznie potężniejszego imperium przemysłowego. Dlatego współczesny paradygmat naukowy coraz wyraźniej odchodzi od naiwnie globalistycznego spojrzenia na przepływy materiałów i surowców. Surowce nie są już traktowane wyłącznie jako problem kosztu krańcowego, lecz jako kluczowa infrastruktura odporności i pole bezwzględnej rywalizacji. Materiałożywność, czyli wskaźnik określający ilość surowców potrzebnych do wytworzenia danej technologii, staje się parametrem ważniejszym niż czysty zysk finansowy.

Ta gwałtowna zmiana recepcji świata nie jest jedynie kaprysem epoki, lecz konieczną korektą po długim okresie naszego poznawczego rozleniwienia. Zbyt długo zakładano, że materia będzie po prostu „skądś" przypływać, a przemysłowa baza nowoczesności jest jedynie przezroczystym tłem dla usług. Tymczasem materia wróciła do centrum nie dlatego, że staliśmy się mniej nowocześni, lecz dlatego, że nowoczesność stała się aż nazbyt zależna od fizyki. W świecie sztucznej inteligencji, baterii i geopolityki sankcji „niewidzialna ręka rynku" nagle okazuje się ręką dość materialną i brudną od smaru. Często bywa ona ubrudzona pyłem z kopalni i reagentami z zakładu rafineryjnego, o których wolelibyśmy na co dzień nie pamiętać. Z tego wszystkiego wynika pointa, której nie warto już w żaden sposób łagodzić ani pudrować dla lepszego samopoczucia elit. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem przed wzrokiem przeciętnego konsumenta cyfrowych treści.

Epoka cyfrowa wcale nie zniosła epoki surowców, ona ją tylko sprytnie ukryła pod lśniącą warstwą interfejsu i szklanych ekranów. Złoto nadal uwodzi, bo obiecuje trwałość i prestiż, lecz to nie ono niesie dzisiaj realny i przytłaczający ciężar naszej cywilizacji. Ciężar ten niosą piasek, szkło krzemowe, sól, żelazo, stal, miedź, ropa, gaz oraz wszechobecny lit, tworząc fundamenty bytu. Smartfon jest więc w ostatniej instancji dobrze oczyszczoną plażą, co uświadamia nam, jak głęboko tkwimy w geologicznych strukturach planety. One są prawdziwym alfabetem naszej materialnej

nowoczesności, decydując o tym, czy miasta świecą i czy rolnictwo jest w stanie nas wykarmić. To od nich zależy, czy sieć działa bez zakłóceń i czy państwo zachowuje jakąkolwiek realną autonomię w świecie pełnym napięć. Nie błysk decyduje o przyszłości, lecz przewodnictwo, nie ozdoba, lecz obieg, nie skarbiec, lecz sprawnie działająca infrastruktura przesyłowa.

W świecie, który uwielbia mówić o innowacji, najwyższą innowacją może się okazać odzyskanie szacunku dla rzeczy rzekomo banalnych, ale systemowo absolutnych. To właśnie te banalne rzeczy zdecydują, kto będzie architektem XXI wieku, a kto jedynie pasywnym użytkownikiem cudzego, narzuconego projektu. Kto nie kontroluje materii, ten w istocie jedynie wynajmuje przyszłość od tych, którzy zadbali o swoje łańcuchy dostaw i przetwórstwa. To zdanie mogłoby uchodzić za przesadę tylko w epoce, która sama tragicznie przesadziła z wiarą w całkowitą niewidzialność własnych fundamentów. Dzisiaj brzmi już jak trzeźwy opis świata, w którym paradoks dematerializacji, czyli złudzenie odrywania się gospodarki od świata fizycznego, zostaje brutalnie zweryfikowany. Współczesna cywilizacja nie przypomina eterycznej republiki danych, lecz skrajnie złożony układ przemysłowy, którego delikatność rośnie wraz z jego zaawansowaniem.

Każdy kolejny skok cyfrowy i każda nowa generacja baterii oznacza dalsze zagęszczanie naszej zależności od piasku, miedzi, litu i zaplecza chemicznego. IEA opisuje ten proces z rosnącą jednoznacznością, wskazując, że materiały krytyczne są centralnym warunkiem powodzenia jakiejkolwiek ambitnej transformacji energetycznej. Prawdziwa stawka współczesnej polityki nie brzmi już: kto ma najmodniejszą narrację, lecz kto potrafi zorganizować pełny i stabilny porządek materialny. Bez tego innowacja pozostaje jedynie kosztownym marketingiem, który rozpada się przy pierwszym poważniejszym wstrząsie na rynkach surowcowych czy przerwaniu szlaków handlowych. W tym sensie świat wchodzi w fazę, którą można nazwać geologicznym powrotem realności, wymuszającym na nas porzucenie dotychczasowych, wygodnych złudzeń. Po dekadach mówienia o gospodarce jako obiegu kapitału i informacji, wraca pytanie bardziej pierwotne: z czego właściwie zbudowany jest nasz dobrobyt?

Nie pytamy tu o metafory, lecz o dosłowność: z jakich skał, soli, rud, gazów, włókien i stopów powstaje nasza codzienność. Z jaką energochłonnością musimy się mierzyć i z jaką geografią ryzyka przyjdzie nam żyć w nadchodzących, niepewnych dziesięcioleciach XXI wieku. Zależność od portów, wody procesowej, pieców i rafinerii staje się nagle tematem debat politycznych, a nie tylko technicznych instrukcji obsługi przemysłu. Musimy zrozumieć, że za każdym kliknięciem w ekran stoi gigantyczna machina wydobywcza, która nie zna pojęcia dematerializacji ani cyfrowej lekkości bytu. To powrót do korzeni, gdzie stalowy paradoks przypomina nam, że budowa czystego świata wymaga najpierw zaakceptowania jego brudnej, przemysłowej fazy. Ostatecznie to materia dyktuje

warunki, a my musimy się nauczyć czytać jej skomplikowany język, jeśli chcemy przetrwać jako nowoczesne społeczeństwo.

Fundamenty cywilizacji: dlaczego piasek i sól rządzą światem

Pytanie o prymat piasku nad złotem nie jest bynajmniej anachroniczne, lecz uderzająco współczesne, znacznie bardziej niż jałowe debaty o sztucznej inteligencji czy mitycznej produktywności. Wszak konkurencyjność pozbawiona solidnej bazy materiałowej okazuje się zazwyczaj jedynie eleganckim stadium przejściowym, po którym następuje bolesna faza głębokiej zależności od zewnętrznych dostawców. Szczególnie pouczający w tym kontekście pozostaje kontrast między złotem a resztą kluczowych surowców, które faktycznie napędzają mechanizmy naszej codzienności. Złoto karmi naszą zbiorową wyobraźnię, lecz w sensie fizycznym nie niesie świata na swoich barkach, gdyż jego znaczenie wyrasta z kultury niepewności, a nie z realnej funkcji infrastrukturalnej. Złoto jest idealnym towarem cywilizacji niepewności, co potwierdzają działania Europejskiego Banku Centralnego, wskazującego na rekordowe tempo zakupów tego kruszcu przez banki centralne w ostatnich latach.

World Gold Council zauważa przy tym, że popyt technologiczny na ten metal pozostaje marginalny w porównaniu z potrzebami jubilerskimi czy czysto inwestycyjnymi. Złoto jawi się zatem jako metal panicznej trwałości, odzyskujący aurę ostatecznego schronienia zawsze wtedy, gdy instytucje zaczynają chwiać się w wyobraźni aktorów systemu finansowego. Warto jednak ustawić je we właściwym miejscu hierarchii, gdyż mówi ono wiele o psychologii lęku, lecz niemal nic o codziennym metabolizmie technicznym naszej cywilizacji. Świat z pewnością nie załamie się z powodu braku kolejnej sztabki w podziemnym skarbcu, niemniej natychmiast pogrąży się w chaosie bez dostaw chloru, amoniaku, stali czy szkła optycznego. Prawdziwa odporność systemu nie tkwi w kruszcu, lecz w zdolności do rafinacji i produkcji mocy, bez których współczesność staje się jedynie pustym pojęciem.

Skarbiec nie jest cywilizacją, bowiem ta zaczyna się dopiero w zakładzie przemysłowym, gdzie surowa materia zostaje przekuta w funkcjonalne narzędzia trwania. Dlatego hierarchia materiałów Conwaya ma charakter nie tylko opisowy, ale przede wszystkim korekcyjny, gdyż skutecznie prostuje naszą skrzywioną przez marketing percepcję rzeczywistości. Uczy nas ona odróżniać to, co widowiskowe i lśniące, od tego, co absolutnie konieczne do podtrzymania życia społecznego. Piasek nie budzi pożądania estetycznego, a przecież bez niego nie byłoby betonu, szkła, światłowodów ani nawet najbardziej zaawansowanych wafli krzemowych. Paradoks dematerializacji, czyli złudzenie,

że nowoczesna gospodarka odrywa się od świata fizycznego i geologii, pryska w zderzeniu z twardymi danymi dotyczącymi zużycia kruszyw.

Według danych USGS same Stany Zjednoczone zużyły w 2024 roku około 890 milionów ton piasku i żwiru budowlanego, co obrazuje skalę naszej materiałochłonności. Ten wskaźnik, określający ilość surowców potrzebnych do wytworzenia i utrzymania danej technologii, pokazuje, że cyfryzacja w rzeczywistości potęguje zależność od ciężkiego przemysłu. Złoża wysokoczystego kwarcu, takie jak te w Spruce Pine, pokazują dobitnie, że zwyczajny osad bywa w rzeczywistości punktem podparcia dla naszej cyfrowej suwerenności. Nie istnieje zatem żadna poważna teoria nowoczesności bez rzetelnej teorii piasku, choć stwierdzenie to brzmi jak żart tylko do momentu, gdy zabraknie materiału do produkcji półprzewodników. Wtedy nagle okazuje się, że ten najniższy w hierarchii materiał stanowi w istocie najwyższą formę strategicznej władzy nad światem.

Podobnie rzecz ma się z solą, która stanowi klasyczny przypadek substancji zdegradowanej w kulturze do poziomu banału, a jednocześnie podniesionej w chemii do rangi węzła systemowego. W gospodarce codziennej jej obecność wydaje się niemal przezroczysta, niemniej w wymiarze infrastrukturalnym nabiera ona znaczenia niemal metafizycznego, gdyż warunkuje trwanie porządku sanitarnego. Przemysł chloroalkaliczny, czyli sektor chemiczny przetwarzający sól w chlor i sodę kaustyczną za pomocą elektrolizy, stanowi fundament biopolityki i higieny publicznej. Dostarcza on chloru niezbędnego do dezynfekcji wody oraz sody do szeregu procesów przemysłowych, bez których nasze miasta stałyby się wylęgarniami epidemii. Euro Chlor słusznie wskazuje oczyszczanie wody pitnej jako jedno z najbardziej fundamentalnych społecznych zastosowań tego pierwiastka w nowoczesnym świecie.

Z punktu widzenia antropologii materialnej można by rzec, że nowoczesność nie jest wyłącznie systemem wolności i konsumpcji, lecz przede wszystkim systemem sterylności i kontroli obiegu zanieczyszczeń. Ta wszechobecna czystość nie bierze się jednak z dobrych intencji czy deklaracji politycznych, lecz z brutalnej i głośnej pracy przemysłu chemicznego. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem przed wzrokiem przeciętnego użytkownika smartfona. Algorytm jest późnym stadium kopalni, a każda aplikacja ma swój ciężki, materialny fundament w postaci ton przerobionej soli i piasku. Zrozumienie tej zależności pozwala dostrzec, że prawdziwa władza nad przyszłością spoczywa w rękach tych, którzy kontrolują dostęp do najbardziej prozaicznych składników ziemskiej skorupy.

Brutalna materialność: dlaczego zielony świat potrzebuje stali

„Humanizm bez chloru bardzo szybko kończy się epidemią” – to zdanie, choć może drażnić wrażliwość idealistów, przypomina o fundamentalnym znaczeniu przemysłu chloroalkalicznego. Mowa o sektorze chemicznym przetwarzającym sól w chlor i sodę kaustyczną, bez którego nowoczesna higiena i biopolityka po prostu przestałyby istnieć. Podobnie rzecz ma się z żelazem i stalą, gdzie nasza cywilizacja ostatecznie zderza się z brutalną masą własnego istnienia. Według World Steel Association sektor stalowy odpowiada za blisko 8 procent globalnych emisji gazów cieplarnianych, co czyni go jednym z najtrudniejszych odcinków frontu dekarbonizacji. Jednocześnie stal pozostaje nieodzownym filarem każdej realnej transformacji infrastrukturalnej, bo bez niej nie powstanie żaden wiatrak, port ani nowoczesna kolej. Ta sprzeczność to stalowy paradoks, czyli sytuacja, w której materiał najbardziej obciążający klimat jest jednocześnie niezbędny do budowy bezemisyjnej przyszłości.

Ratowanie klimatu nie może odbywać się w jałowej kontrze do przemysłu materiałowego, lecz musi dokonać się poprzez jego radykalne przeobrażenie. Oznacza to wdrożenie nowych technologii redukcji rudy, upowszechnienie pieców łukowych oraz zwiększenie recyklingu złomu przy użyciu czystych źródeł energii. Przyszłość nie należy do tych, którzy z moralną wyższością potępiają stal, lecz do tych, którzy zrozumieją, jak utrzymać jej dostępność przy malejącej emisyjności. Jak głosi trafna maksyma: zielony świat nie powstanie bez świata stalowego, tyle że ten drugi musi wreszcie nauczyć się oddychać inaczej. Współczesna gospodarka nie jest więc dematerializacją bytu, lecz jego perfekcyjnym ukryciem pod warstwą lśniącego lakieru i cyfrowych interfejsów. Prawdziwa dojrzałość polityczna wymaga zaakceptowania faktu, że ekologia to w dużej mierze gigantyczna operacja inżynieryjna.

Jeszcze wyraźniej tę zależność od skumulowanej materii odsłania miedź, która w erze elektrycznej pełni rolę układu nerwowego naszej cywilizacji. Jeśli stal uznamy za szkielet nowoczesności, to miedź jest siecią połączeń, która musi się zagęszczać i rozgałęziać, by obsłużyć nasze rosnące ambicje. Międzynarodowa Agencja Energetyczna ostrzega przed dotkliwymi lukami podażowymi, gdyż rozwój elektromobilności i centrów danych generuje nienasycony popyt strukturalny. Miedź staje się nośnikiem przejścia od świata spalania do świata przewodzenia, gdzie każdy transformator i silnik elektryczny zwiększa jej strategiczne znaczenie. Slogan głoszący, że miedź to nowa ropa, nie jest jedynie publicystyczną ozdobą, lecz próbą nazwania zmiany reżimu materialnego. W świecie kopalnej nowoczesności dominowało paliwo, natomiast w świecie elektryfikacji niepodzielnie panuje przewodnictwo.

Przewodnictwo nie poddaje się jednak marketingowym zaklęciom, ponieważ wymaga tonażu, którego nie da się zasłonić żadną ilością zielonej farby. Im bardziej świat chce się elektryfikować, tym bardziej poszerza własny ślad górniczy, co stanowi najbardziej niekomfortową prawdę całej transformacji energetycznej. Dążenie do dekarbonizacji nie niweluje odwiecznego konfliktu cywilizacji z materią, lecz jedynie przenosi go w inne rejony geologiczne. Zmniejszając zależność od ropy, zwiększamy zapotrzebowanie na lit, kobalt, grafit i metale ziem rzadkich, co rodzi nowe napięcia wokół wody i odpadów. Dojrzałość intelektualna zaczyna się tam, gdzie potrafimy utrzymać obie te prawdy jednocześnie: transformacja jest konieczna, ale będzie brutalnie materialna. Kto rozumie tylko jedną z tych tez, ten w istocie rozumie za mało o mechanizmach rządzących współczesnym światem.

W tej skomplikowanej układance ropa i gaz pełnią rolę podwójną, będąc zarazem problemem klimatycznym i warunkiem bieżącej funkcjonalności globu. IEA w raporcie Global Energy Review 2025 pokazuje, że gaz ziemny pozostaje kluczowym źródłem wzrostu podaży energii, mimo rekordowej rozbudowy odnawialnych źródeł. Równolegle literatura dotycząca nawozów przypomina, że bez amoniaku wytwarzanego z węglowodorów nowoczesny system żywnościowy nie byłby w stanie utrzymać miliardów ludzi. Szacunki opublikowane w „Nature Food" mówią o blisko 4 miliardach ludzi żywionych dzięki współczesnemu użyciu nawozów azotowych. Stąd płynie wniosek pozornie brutalny, lecz analitycznie nieunikniony: świat nie odchodzi po prostu od węglowodorów, lecz próbuje wymyślić, jak z nich wyjść bez rozrywania tkanki rolnictwa i chemii. To nie jest estetyczna reforma stylu życia, lecz fundamentalne wyzwanie inżynieryjne.

Transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście do systemów opartych na lawinie metali, wymusza na nas nową definicję globalnego bezpieczeństwa. Pojawia się geopolityka surowcowa, w której kontrola nad złożami i łańcuchami dostaw staje się potężniejszym narzędziem nacisku niż tradycyjne zasoby paliwowe. Musimy zrozumieć pojęcie materiałochłonności, czyli wskaźnika określającego masę surowców potrzebną do utrzymania technologii, który dla „czystych" rozwiązań bywa zaskakująco wysoki. Paradoks dematerializacji polega na złudzeniu, że gospodarka oparta na danych odrywa się od fizyczności, podczas gdy w rzeczywistości potęguje ona naszą zależność od geologii. Ostatecznie smartfon jest przecież tylko dobrze oczyszczoną plażą, a algorytm to nic innego jak późne stadium kopalni. Prawdziwa zmiana nie dokona się w sferze deklaracji, lecz w głębi szybów wydobywczych i hal hutniczych.

Surowcowe jądro nowoczesności: dlaczego materia rządzi przyszłością

Przebudowujemy fundamenty cywilizacji przy włączonych światłach i uginających się półkach, co stanowi akt niemal karkołomny. W tym procesie lit wyrasta na surowiec emblematyczny, skupiając w sobie mesjanistyczną obietnicę czystej energii oraz brutalne realia nowej walki o wpływy. Z jednej strony obiecuje on pożegnanie z reżimem spalinowym, z drugiej zaś zwiastuje nową koncentrację władzy przemysłowej. Dziś to Chiny trzymają klucze do tej przyszłości, kontrolując krytyczne etapy produkcji materiałów katodowych i ogniw. Według prognoz IEA do 2035 roku Pekin utrzyma dominację nad ponad 60 procentami podaży rafinowanego litu oraz kobaltu. Ta nowa geografia władzy sprawia, że obietnica czystej przyszłości staje się zakładnikiem bardzo brudnej teraźniejszości.

Obserwujemy gwałtowne przesunięcie osi zależności, gdzie dawny świat petropaństw zostaje uzupełniony przez hierarchię elektrocentrów rafinacji i produkcji bateryjnej. Posiadanie litu pod ziemią to jedynie wstęp do gry, ponieważ prawdziwa władza rodzi się dopiero w procesie jego przetwarzania. Geopolityka surowcowa, czyli zależność łańcuchów dostaw od geograficznego położenia złóż i flag państwowych, definiuje dziś granice nowoczesnej suwerenności. Wydobycie jest zaledwie brudnym początkiem, podczas gdy realna przewaga technologiczna krystalizuje się w sterylnych halach zakładów przetwórczych. Współczesny paradygmat naukowy przyznaje, że materiałowa baza postępu nie jest przypisem do historii, lecz jej konstytutywnym jądrem. Mniej komina, więcej kopalni.

Zasób przestał być neutralnym towarem, stając się wąskim gardłem, narzędziem nacisku oraz fundamentem narodowej odporności. Kraj pozbawiony kontroli nad swoimi materiałowymi zależnościami może sprawiać wrażenie innowacyjnego, lecz jest to jedynie krucha fasada. W obliczu kryzysu geopolitycznego taka struktura szybko odkrywa, że jej suwerenność była w rzeczywistości jedynie krótkoterminowo wynajęta. To właśnie dlatego świat materii wraca do centrum myślenia strategicznego, burząc sny o cyfrowej lekkości. Nie cofamy się w rozwoju, lecz po prostu historia ponownie przypomina nam, z czego jest zrobiona. Algorytm jest przecież późnym stadium kopalni.

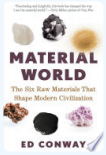
Ostateczna konkluzja tej lekcji nie ma nas pocieszać, lecz wyposażyć w klarowny obraz rzeczywistości, w której przyszłość technologiczna jest nierozerwalnie związana z geologią. Nie istnieje żadna poważna transformacja klimatyczna, która nie byłaby jednocześnie operacją górniczą, hutniczą i logistyczną na niespotykaną skalę. Transformacja materiałowa, czyli fizyczne przejście z architektury spalania na systemy oparte na lawinie metali, wymaga od nas akceptacji tej zależności. Nawet najbardziej wyrafinowana suwerenność cyfrowa nie przetrwa bez piasku, szkła,

energii oraz ciężkiego sprzętu. To właśnie te prozaiczne elementy stanowią ostateczną barierę dla naszych wirtualnych ambicji.

Żadna trwała cywilizacja nie może bez końca gardzić materialnymi fundamentami, które podtrzymują jej istnienie i pozwalają na budowanie marzeń o postępie. Choć złoto wciąż hipnotyzuje rynki jako relikt dawnej pewności, to przyszłość należeć będzie do tych, którzy zrozumieją procesy znacznie mniej efektowne. O losie epok nie zadecyduje to, co najjaśniej błyszczy, lecz to, co najpewniej przewodzi, filtruje, wzmacnia i zasila. Prawdziwa siła drzemie nie w skarbcu, lecz w sprawnej infrastrukturze i zrozumieniu procesów przetwarzania materii. To jest niewygodna prawda nowoczesności, którą musimy powtarzać, aż stanie się oczywista. Nie ornament, lecz materiał.

> Nasza cywilizacja przypomina dziś lśniącą fasadę wzniesioną na fundamentach, o których wstydzimy się pamiętać. Pytanie brzmi: czy zdołamy pogodzić nasze marzenia o technologicznej eteryczności z bezlitosną koniecznością czerpania z ziemi? Być może to właśnie w tej materialnej pokorze, a nie w cyfrowym mirażu, kryje się jedyna szansa na trwałość naszego świata.

Inspiracje

[1] 

"Material World" Ed Conway

2023 | WH Allen | ISBN: 9780753559369

Edmund Conway (ur. 1979) jest brytyjskim dziennikarzem, autorem i prezenterem. Pełni funkcję redaktora działu ekonomii i danych w Sky News oraz jest stałym felietonistą w „The Times" i „The Sunday Times". Conway jest absolwentem Pembroke College w Oksfordzie oraz John F. Kennedy School of Government na Uniwersytecie Harvarda, gdzie był stypendystą Fulbrighta i Shorensteina. Jego praca koncentruje się na ekonomii, globalnych łańcuchach dostaw oraz powiązaniach geopolityki z zasobami naturalnymi. Otrzymał liczne nagrody za dziennikarstwo, w tym nagrodę Dziennikarza Roku Fundacji Wincotta. Jego uznana przez krytyków książka „Material World: A Substantial Story of Our Past and Future" (2023) zgłębia fundamentalne surowce, na których opiera się współczesna cywilizacja, i znalazła się na krótkiej liście nominacji do nagrody Financial Times Business Book of the Year.

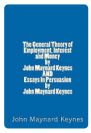
Edmund Conway (born 1979) is a British journalist, author, and broadcaster. He serves as the Economics and Data Editor for Sky News and is a regular columnist for The Times and The Sunday Times. Conway holds degrees from Pembroke College, Oxford, and the John F. Kennedy School of Government at Harvard University, where he was a Fulbright and Shorenstein Scholar. His work focuses on economics, global supply chains, and the intersection of geopolitics and natural resources. He has received numerous awards for his journalism, including the Wincott Foundation Journalist of the Year Award. His critically acclaimed book, Material World: A Substantial Story of Our Past and Future (2023), explores the fundamental raw materials that underpin modern civilization and was shortlisted for the Financial Times Business Book of the Year Award.

Sky News

Literatura uzupełniająca

Książki

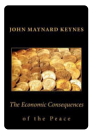
Literatura pokrewna (Google Scholar):



[1] "The General Theory of Employment, Interest and Money"

John Maynard Keynes

1936 | Createspace Independent Publishing Platform | ISBN: 9781448673025



[2] "The Economic Consequences of the Peace"

John Maynard Keynes

1919 | Createspace Independent Publishing Platform | ISBN: 9781452878478



[3] "Ethics in the Gray Area: A Gradualist Theory of Right and Wrong"

Martin Peterson

2023 | Cambridge University Press | ISBN: 9781009336802

Artykuły naukowe

Autorzy przywoływani:

[1] "Economic Possibilities for our Grandchildren"

John Maynard Keynes

1930 | The Nation and Athenaeum

Google Scholar

[2] "My Early Beliefs"

John Maynard Keynes

1938 | Published posthumously in 'Two Memoirs'

Google Scholar

[3] "Moral Rightness Comes in Degrees"

Martin Peterson

2022 | Journal of the American Philosophical Association

Google Scholar

Tekst opracowany z udziałem sztucznej inteligencji.
Redakcja i kontrola merytoryczna: Fundacja Dobre Państwo.
APA ONE Publishing System
Fundacja Dobre Państwo © 2026
Article ID: 36a261af-a0ff-4e2b-ab49-23a3cf02aadc